

# *Activation Du Processus De Compostage Par Insufflation D'air Durant La Phase Thermophile*

## *[Activation Of The Composting Process By Blowing Air During The Thermophilic Phase]*

Ravaoarina Zoé Martine<sup>1</sup>, Randriambololona Sabin<sup>2</sup>, Simon Nivoson Jacquit Rosat<sup>3</sup>, Randrianirainy Huchard Paul<sup>4</sup>, Rasoanaivo Jean Luc<sup>5</sup>, Ramaroson Jean de Dieu<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Centre National de Recherches Industrielle et Technologique  
Antananarivo, Madagascar  
E-mail: rzoemartine@yahoo.fr

<sup>2</sup>Centre National de Recherches Industrielle et Technologique  
Antananarivo, Madagascar  
E-mail: sabinrandriambololona@gmail.com

<sup>3</sup>Centre National de Recherches Industrielle et Technologique  
Antananarivo, Madagascar  
Email: snjr@hotmail.fr

<sup>4</sup>Centre National de Recherches Industrielle et Technologique  
Antananarivo, Madagascar  
E-mail: huchardpaul@yahoo.com

<sup>5</sup>Centre National de Recherches Industrielle et Technologique  
Antananarivo, Madagascar  
E-mail: jeanlucnj@gmail.com

<sup>6</sup>Centre National de Recherches Industrielle et Technologique  
Antananarivo, Madagascar  
E-mail : ddramaro@yahoo.fr

Auteur correspondant : Ravaoarina Zoé Martine. E-mail : rzoemartine@yahoo.fr



**Résumé :** A Madagascar la pratique du compostage n'est pas encore bien adoptée par les paysans en raison de la longue durée du processus pouvant aller de 3 à 6 mois. Cette étude consiste à activer la phase thermophile, qui est la phase clé du compostage en utilisant un souffleur manuel pour insuffler de l'air dans les tas. Une étude comparative a été réalisée en faisant varier la fréquence d'insufflation d'air dans les tas à composter : traitement IA1 (Insufflation d'Air chaque jour), traitement IA2 (Insufflation d'Air tous les 2 jours), et le témoin IA0 (sans Insufflation d'Air). L'insufflation d'air n'est pas continue, mais dure seulement quinze minutes par traitement pour ne pas perturber le processus. Les composts obtenus suite au traitement IA1, qui ont reçu quotidiennement d'insufflation d'air, ont été les meilleurs : la durée moyenne du compostage a été de trois semaines au lieu de trois mois pour les témoins IA0, les teneurs en matière organique y sont les plus élevées, de 24,52% à 29,51% alors que ce sont entre 20,03% et 20,27% pour les témoins, il en est de même pour

les teneurs en azote, qui sont de 1,27% à 1,41% alors qu'elles sont de 0,88% à 0,98% pour les témoins. Dans tous les cas, les taux de germination de cresson de terre sont entre 96% et 100%.

**Mots clés :** compostage, souffleur, quotidien, maturation, trois semaines.

**Abstract:** In Madagascar, the practice of composting is not yet well adopted by farmers due to the long duration of the process, which can last from 3 to 6 months. This study consists of activating the thermophilic phase, which is the key phase of composting, by using a manual blower to blow air into the piles. A comparative study was carried out by varying the frequency of air blowing into the piles to be composted: treatment IA1 (Air blowing every day), treatment IA2 (Air blowing every 2 days), and the control IA0 (without Air blowing). The air blowing is not continuous, but lasts only fifteen minutes per treatment so as not to disrupt the process. The composts obtained following the IA1 treatment, which received daily air insufflation, were the best: the average duration of composting was three weeks instead of three months for the IA0 controls, the organic matter contents are the highest, from 24.52% to 29.51% while they are between 20.03% and 20.27% for the controls, the same is true for the nitrogen contents, which are from 1.27% to 1.41% while they are from 0.88% to 0.98% for the controls. In all cases, the germination rates of upland cress are between 96% and 100%.

**Key words:** composting, blower, daily, maturation, three weeks.

## I.INTRODUCTION

Selon les données de la FAO, 733 millions de personnes souffraient de la faim en 2023 [1]. Principalement à Madagascar, la malnutrition est un problème majeur à maîtriser. Face à cette réalité, la sécurité alimentaire apparaît comme une solution cruciale pour lutter contre ce fléau. L'importance de cette thématique a d'ailleurs été soulignée lors du Vème sommet de la Commission de l'Océan Indien (COI) qui s'est tenu en avril 2025 à Madagascar. L'agriculture, secteur clé de l'économie malgache [2], joue un rôle fondamental dans l'atteinte de la sécurité alimentaire pour sa population. Dans ce contexte, l'utilisation du compost se présente comme une nécessité pour améliorer les propriétés du sol destiné à l'agriculture, contribuant ainsi à leur préservation et à la production d'aliments sains. Une étude menée dans le district d'Amparafaravola Madagascar en 2012 a révélé que seulement 12,6% des ménages interrogés ont recours au compost dans leurs activités agricoles [3]. L'une des principales raisons de la faible adoption du compostage réside dans sa durée relativement longue, s'étalant de 3 à 6 mois [4] [5].

Comme l'aération forcée accélère le compostage [6] [7] [8], l'objectif de cette étude est d'utiliser un dispositif de soufflage manuel, pour insuffler de l'air dans les tas à composter. L'hypothèse principale est : l'insufflation d'air au sein des tas pourrait-elle activer la décomposition de la matière organique et, par conséquent, réduire la durée de maturation du compost ?

## II.MATERIELS ET METHODES

Les matériels et les méthodes mis en œuvre se caractérisent par leur simplicité et ne nécessitent aucune source d'énergie additionnelle autre que l'effort humain, afin de faciliter leur adoption par la majorité des simples paysans.

### 2.1. MATERIELS UTILISES

#### 2.1. 1. Matières premières pour le compostage

Des plantes vertes et déchets verts disponibles ont été utilisées, notamment : l'Hélianthe, la Commeline, la Vernonie, le Mélia azédarach, le pyrèthre sauvage, le sisal et les vieux troncs de bananier. Ces déchets verts [5] [9] assurent principalement l'apport en azote [10].

La paille de riz [3] [10] [11] [12] fournit principalement le carbone nécessaire au processus de compostage.

L'activateur et aussi le fumier de bovin constituent les principales sources des divers microorganismes essentiels à la dégradation des matières organiques en compost [3] [7].

### 2.1. 2. Matériels

- **Matériels pour la préparation de l'activateur**

- Son de riz ;
- Sucre ;
- Eau ;
- Chyle de bovin ;
- Marmite ;
- Bidon.

- **Matériels pour le compostage**

- Souffleur manuel ;
- Bâton rigide de 2 m de long environ ;
- Bêche, pelle, fourche, grand couteau ;
- Toile en plastique tissée ;
- Thermomètre ;
- pH mètre
- Seau ;
- Eau.

- **Matériels pour le test de germination**

- Echantillon de compost ;
- Graine de cresson de terre ou *Barbarea verna* ;
- Eau distillée ;
- Récipient de 1,5 litres ;
- Papier filtre ;
- Boîte de Pétri.

### 2.1.3. Description du souffleur manuel

Le matériel conçu pour l'insufflation d'air dans les tas à composter est un appareillage mécanique simple. Il est constitué de : une chambre à air métallique abritant six pales, une roue munie d'une manivelle pour entraîner ces pales, et une conduite conique servant de sortie d'air. La photo 1 montre le souffleur manuel.



**Photo 1 :** Vue d'ensemble du souffleur manuel

Le souffleur manuel, selon la photo 1, a été fabriqué à partir de tôle plane. Sur sa face A, on a une chambre à air cylindrique d'un rayon de 850 mm, présentant en son centre une ouverture de 350 mm de rayon. À l'intérieur de cette chambre, sont disposées six pales d'un rayon de 700 mm. Sur la face B, une roue d'un rayon de 110 mm, munie d'une manivelle, est reliée à l'axe des pales par une courroie. Ce système permet d'entraîner la rotation des pales et de générer un flux d'air accéléré, qui est ensuite propulsé hors de la chambre par une conduite conique. Cette dernière, d'une longueur initiale de 350 mm, assure la collecte de l'air provenant de la chambre. Elle est conçue pour être rallongée à l'aide d'un tube amovible, permettant ainsi d'atteindre la profondeur souhaitée à l'intérieur du tas de compost. Ce système amovible facilite également le débouchage éventuel de la conduite après utilisation. Le principe de fonctionnement du souffleur est similaire à celui des ventilateurs centrifuges.

## 2.2. METHODES

Pour activer le procédé du compostage, la méthode employée consiste à insuffler de l'air ambiant dans les tas et à déterminer la fréquence adéquate d'insufflation par comparaison, tout en respectant le processus de compostage systématique et en évitant de générer trop d'activités pour que la méthode puisse être adoptée par les paysans malgaches.

Pour rappel, le compostage est un processus biologique aérobie contrôlé de décomposition des matières organiques [3] [6] [9] [13] [14]. Il permet d'obtenir un produit stabilisé, hygiénisé et riche en composés humiques

### 2.2.1. Démarche de l'étude comparative

Pour mener à bien l'étude comparative, l'expérience a été reproduite avec cinq essais. Pour chaque essai, les matières premières ont été assemblées par couche pour former un seul andain, puis soigneusement mélangées avant d'être divisées en trois tas identiques. La variable étudiée a été la fréquence d'insufflation d'air, représentant ainsi l'oxygénation forcée au sein des tas. Chaque tas a sa fréquence d'insufflation d'air :

- Insufflation d'Air quotidienne notée traitement **IA1** pour les premiers tas ;
- Insufflation d'Air tous les 2 jours notée traitement **IA2** pour les seconds tas ;
- Et traitement **IA0**, Insufflation d'Air **0** (zéro) pour les troisièmes tas, témoins.

Afin d'assurer la reproductibilité de l'étude, cinq essais ont été menés. Le protocole de cette étude comparative est compilé dans le tableau 1 suivant :

**Tableau 1** : Démarche de l'étude comparative de chaque essai

	Outil ou méthode	Traitement IA1 : tas N°1	Traitement IA2 : tas N°2	Traitement IA0 : tas témoin N°3
<b>Insufflation d'air</b> dans le tas	Souffleur manuel avec rallonge	Fréquence : chaque jour	Fréquence : tous les 2 jours	Aucune insufflation d'air
<b>Retournement</b> identique	Bêche et Fourche	Tous les 4 jours	Tous les 4 jours	Tous les 4 jours
<b>Humidification</b>	Test de poignée	Rectification en cas de besoin	Rectification en cas de besoin	Rectification en cas de besoin

D'après le tableau 1, la différence majeure de l'étude a été l'apport supplémentaire d'air dans les tas par insufflation à l'aide du souffleur manuel.

### 2.2.2. Méthode du compostage

La méthode du compostage est le suivant : tout d'abord l'acquisition des matières premières, le découpage des matières végétales, puis la mise en andain, le mélange des matières premières, la prise d'échantillon pour la caractérisation au laboratoire du rapport carbone/azote (C/N), le partage de l'andain en trois tas, ensuite le traitement par insufflation d'air selon le cas, les entretiens et les contrôles périodiques jusqu'à la maturation des composts.

- **Collecte des matières premières et préparation des matières végétales**

Les matières premières collectées sont : le fumier de bovin, les plantes vertes disponibles comme matières azotées et de la paille de riz comme matières carbonées [3] [10].

Par expérience, le fumier ne doit pas être ni trop sec ni trop humide.

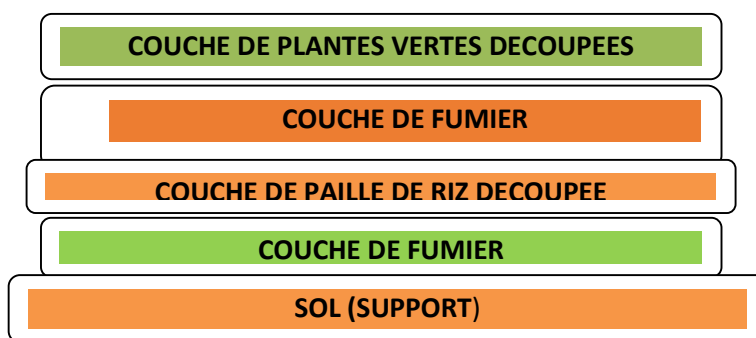
Les matières végétales ont été découpées à une longueur de 10 cm environ, pour être mieux accessibles aux micro-organismes.

- **Préparation de l'activateur**

Du son du riz de 2 kg ont été bouillis dans 10 litres d'eau. Puis un sirop a été préparé avec 5 litres d'eau et 1 kg de sucre. Le sirop a été versé dans un bidon contenant 3 litres de chyle de bovin. Enfin, le son du riz refroidi a été versé dans le bidon, après agitation, le mélange a été conservé à température ambiante à l'abri de la lumière. Au moment de l'utilisation, un litre d'activateur a été dilué dans 10 litres d'eau.

- **Mise en andain**

Un andain a été monté par couche, en alternant les matières riches en carbone et les matières riches en azote. La figure suivante montre la superposition des couches.



**Figure 1** : Disposition des couches des matières premières

D'après la figure 1, des couches successives de fumier, de paille de riz, ensuite des plantes vertes et de pseudo-troncs de bananiers ont été mises en place jusqu'à l'obtention de la hauteur voulue. Chaque couche a été humidifiée convenablement avec l'activateur. Puis l'andain a été bien mélangé avec une fourche avant la prise d'échantillon représentatif pour la caractérisation du rapport carbone sur azote.

- **Détermination du rapport Carbone sur Azote (C/N) au début du compostage**

Après mélange de l'andain pour chaque essai, la détermination du rapport carbone/azote (C/N) a été vérifiée au laboratoire pour assurer un bon démarrage du processus de compostage. Le pH aussi a été mesuré. Les analyses physico-chimiques ont été effectuées au laboratoire de FOFIFA Fiadanana (Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural).

Les méthodes d'analyse de détermination des teneurs en Carbone et en Azote sont les suivantes :

- Carbone organique (C) par l'oxydation d'une solution de bichromate de potassium ;
- Azote total (N) par la méthode Kjeldal.

La valeur du rapport C/N doit être comprise entre 25 et 30 pour un bon compostage selon la FAO [7]. Si les résultats d'analyse ne sont pas conformes pour donner un bon compostage, l'ajout de matières organiques est nécessaire :

- Ajout de matières organiques riches en azote pour des valeurs de C/N trop élevées ;
- Ajout de matières organiques riches en carbone pour des valeurs de C/N trop faibles.

- **Entretien et contrôle au cours du compostage**

Pour les essais du compostage, l'andain a été partagé en trois tas de 1m de hauteur chacun. Ensuite, chaque tas a reçu son propre traitement par insufflation d'air : IA1 pour le premier tas, IA2 pour le second tas et IA0 sans insufflation pour le dernier tas témoin.

Le test de poignée a été utilisé pour contrôler l'humidité [10] [15]. Cette méthode consiste à presser une poignée de compost dans la main. Une masse humide, compacte sans goutte d'eau correspond à l'humidité adéquate surtout au début du compostage et pendant la phase thermophile. Le développement des micro-organismes thermophiles est favorable dans cette fourchette d'humidité.

Ainsi l'humidité adéquate a été maintenue dans les tas, suivant le test de poignée. La rectification de l'humidité a été opérée en cas de besoin.

La température a été contrôlée à l'aide d'un thermomètre. Comme la plupart des micro-organismes décomposeurs meurent à 70°C [3] [16] et plus ; la température supérieure ou égale à 70°C a été évitée durant le compostage en enlevant la couverture du tas.

- **Insufflation d'air dans les tas**

Pour chaque insufflation d'air, un trou profond a été réalisé dans le tas à l'aide d'un bâton en bois. L'opération a été ensuite effectuée à l'aide d'un souffleur manuel au niveau des trous profonds, qui ont été rapidement rebouchés avec un peu de compost provenant du tas. Les trous sont espacés d'environ 10 cm et la durée d'insufflation était de 10 secondes par trou. Cette insufflation discontinue a duré 15 minutes pour chaque tas concerné. Cet apport forcé d'oxygène par insufflation d'air a été notre paramètre d'étude. Le traitement des tas par insufflation d'air avait lieu en début de matinée. L'apport d'air forcé par insufflation a été effectué au début du compostage et durant la phase thermophile. Après plusieurs essais et optimisations des résultats, il a été observé que l'ajout d'air par insufflation n'avait plus d'effet notable après la phase thermophile, température en dessous de 45°C. Une fois la température descendue aux alentours de 45°C qui marque le début de la phase mésophile, l'insufflation a été arrêtée, l'aération lors des retournements systématiques ont suffi jusqu'à la maturation des tas.

- **Retournement des tas**

Il a été réalisé l'après-midi, afin d'homogénéiser et d'aérer encore tous les tas. Les tas ont toujours été recouverts par une toile en plastique tissée après chaque opération.

### **2.2.3 Méthode de détermination de la maturation du compost**

La maturité du compost a été évaluée par des tests organoleptiques, puis appuyée par les tests de germination, le contrôle du pH, et la détermination du rapport C/N a été effectuée au laboratoire.

- **Tests organoleptiques**

Les paramètres qualitatifs suivants sont contrôlés systématiquement par l'opérateur :

- odeur
- couleur
- état du compost

- **Test de germination**

Un test de germination avec des graines de cresson de terre ou *Barbarea verna* a été effectué avec les composts jugés matures après les tests organoleptiques.

#### ***Mode opératoire***

Dans un litre d'eau distillée ont été introduits 10 g de compost, le tout agité pendant 30 mn, et le jus du compost ainsi obtenu a été filtré. Pour chaque test, 10 graines de cresson de terre ont été placées dans une boîte de Pétri munie de papier absorbant ; puis 10 ml de jus du compost ont été ajoutés. Les boîtes de Pétri ont été mises dans l'obscurité pour la germination des graines. [17] Puis, les graines germées sont comptées.

- **Détermination du rapport Carbone sur Azote en laboratoire**

Après les tests organoleptiques correspondant à la maturation de chaque type de compost, pour avoir des confirmations quantitatives, des analyses au laboratoire ont été aussi entreprises.



Les paramètres à déterminer sont : la teneur en carbone et la teneur en azote, pour avoir le rapport Carbone sur Azote (C/N) et le pH. Les méthodes utilisées sont identiques à celles du tableau 2.

#### 2.2.4. Autres analyses physico-chimiques des composts mûrs

D'autres analyses physico-chimiques ont été réalisées après la maturation des composts. Ce sont les teneurs en :

- Phosphore (P %) pour calculer la teneur en pentoxyde de phosphore ( $P_2O_5$  %) ;
- Potassium (K %) afin de calculer la teneur en potasse ( $K_2O$ ).

Les méthodes d'analyse de détermination des teneurs en Phosphore et en Potassium sont les suivantes :

- Phosphore (P total ou P Olsen) par la méthode Olsen : dosage colorimétrique à l'aide d'un spectromètre UV/VIS (Ultra-violet/ Visible) ;
- Potassium (K) par la photométrie de flamme.

Des échantillons représentatifs des composts mûrs ont été prélevés dans les tas et ont été analysés au laboratoire.

### III. RESULTATS

#### 3.1.VALEURS DU RAPPORT C/N ET DU pH DES ANDAINS AU DÉBUT DU COMPOSTAGE

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de chaque essai avant compostage sont présentés dans le tableau 2 suivant :

**Tableau 2 :** Valeurs du rapport carbone sur azote (C/N) et pH des 5 andains avant le partage en tas.

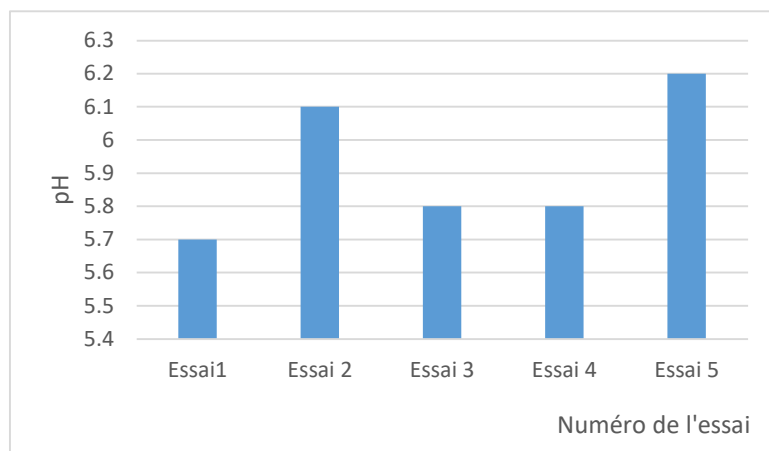
Essai	N (%)	C (%)	C/N	pH
1	2,61	78,48	30,07	5,7
2	2,52	70,75	28,07	6,1
3	2,27	71,11	31,32	5,8
4	2,48	72,20	29,11	5,8
5	2,72	75,01	27,57	6,2

Le rapport C/N a été calculé à partir des teneurs en carbone et en azote. Le tableau 2 montre les valeurs de C/N des cinq essais au début du compostage, elles se situent entre 27 et 31,5. Ces teneurs sont favorables au démarrage du compostage, elles sont conformes aux conditions de la FAO qui sont entre 25 et 30. [7].

En cas du rapport C/N trop élevé, le compostage de la matière organique sera difficile et pourra durer jusqu'à six mois. Inversement, un faible rapport C/N peut entraîner une perte d'azote sous forme ammoniacale. Des ajustements peuvent être effectués si le rapport C/N est inadéquat, en ajoutant soit des matières premières riches en azote, soit des matières premières riches en carbone, selon le cas.



Le pH aussi a été déterminé au début du compostage, la figure suivante montre les valeurs pour les cinq essais.



**Figure 2 :** Valeurs du pH des cinq essais au début du compostage

La figure 2 montre que les valeurs du pH sont légèrement acides, elles sont toutes inférieures à 6,5 au début du compostage.

### 3.2. MATURATION DES COMPOSTS PRODUITS

La maturation des composts est indiquée par les résultats suivants :

#### 3.2.1 Résultats des tests organoleptiques

Les matières premières ont été décomposées, et les composts avaient une odeur caractéristique qui ressemble à l'odeur de sous-bois (odeur boisée), en plus, la coloration a été devenue brune foncée. Les composts ont une texture proche du terreau. Ces critères montrent que les composts sont mûrs [7] [10].

#### 3.2.2. Résultats des tests de germination

Pour les 10 graines de cresson de terre de chaque bio-test, les nombres de graines germées sont compilés dans des tableaux ainsi que les taux de germination par type de traitement.

Le tableau 3 présente les résultats du bio-test avec des composts traités selon IA1.

**Tableau 3** : résultats des tests de germination de graines de cresson de terre en utilisant les 5 essais des composts traités selon IA1

N° Test de germination	Nombre des graines germées				
	Compost IA1 de l'essai 1	Compost IA1 de l'essai 2	Compost IA1 de l'essai 3	Compost IA1 de l'essai 4	Compost IA1 de l'essai 5
N°1	10	9	10	10	10
N°2	10	10	10	9	10
N°3	10	10	10	10	10
N°4	10	10	9	10	10
N°5	10	10	10	9	10
<b>Taux de germination (%)</b>	100	98	98	96	100

En utilisant les composts traités selon IA1, d'après le tableau 3, les 10 graines sont bien germées sauf quelques-unes. Les taux de germination varient entre 96% et 100 %.

Pour les composts traités suivant IA2, les nombres des graines germées ainsi que les taux de germination sont compilés dans le tableau 4 :

**Tableau 4** : résultats des tests de germination des graines de cresson de terre en utilisant les 5 essais des composts traités selon IA2

N° Test de germination	Nombre des graines germées				
	Compost IA2 de l'essai 1	Compost IA2 de l'essai 2	Compost IA2 de l'essai 3	Compost IA2 de l'essai 4	Compost IA2 de l'essai 5
N°1	10	10	10	9	10
N°2	10	10	10	9	10
N°3	10	9	9	10	10
N°4	9	9	10	10	10
N°5	10	10	10	10	10
<b>Taux de germination (%)</b>	98	96	98	96	100

D'après le tableau 4, les taux de germination varient entre 96 % et 100 % suite au bio-test utilisant les composts traités selon IA2.

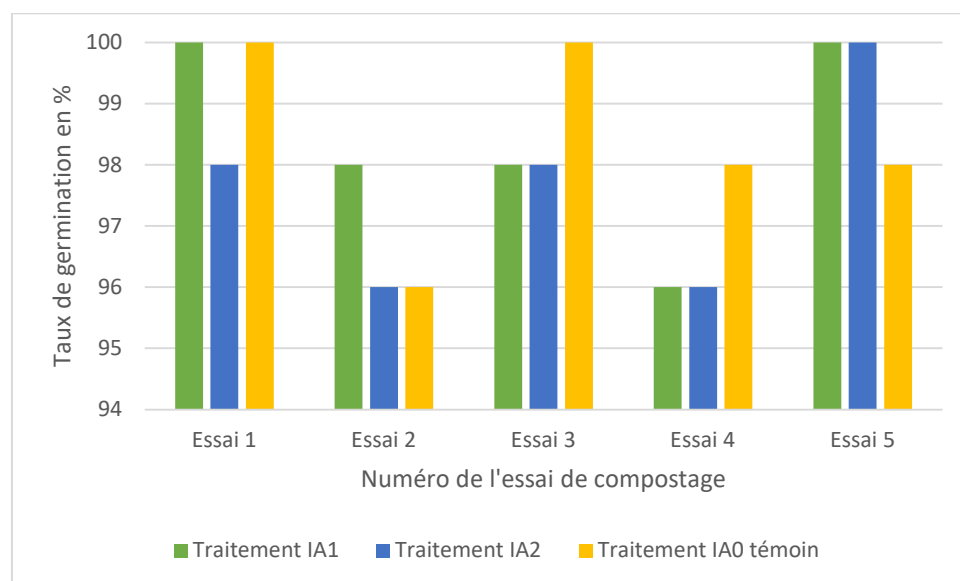
Suite aux tests avec les composts témoins IA0, les nombres des graines germées sont présentés dans le tableau 5 ainsi que les taux de germination :

**Tableau 5** : Résultats des tests de germination des graines de cresson de terre en utilisant les 5 essais des composts traités selon IA0

N° Test de germination	Nombre des graines germées				
	Compost IA0 de l'essai 1	Compost IA0 de l'essai 2	Compost IA0 de l'essai 3	Compost IA0 de l'essai 4	Compost IA0 de l'essai 5
N°1	10	9	10	10	10
N°2	10	10	10	9	10
N°3	10	10	10	10	9
N°4	10	9	10	10	10
N°5	10	10	10	10	10
<b>Taux de germination (%)</b>	100	96	100	98	98

Selon le tableau 5, les taux de germination varient entre 96% et 100% suite au bio-test utilisant les composts témoins IA0.

La figure 3 illustre les taux de germination des graines de cresson de terre avec les composts obtenus selon le type de traitement :

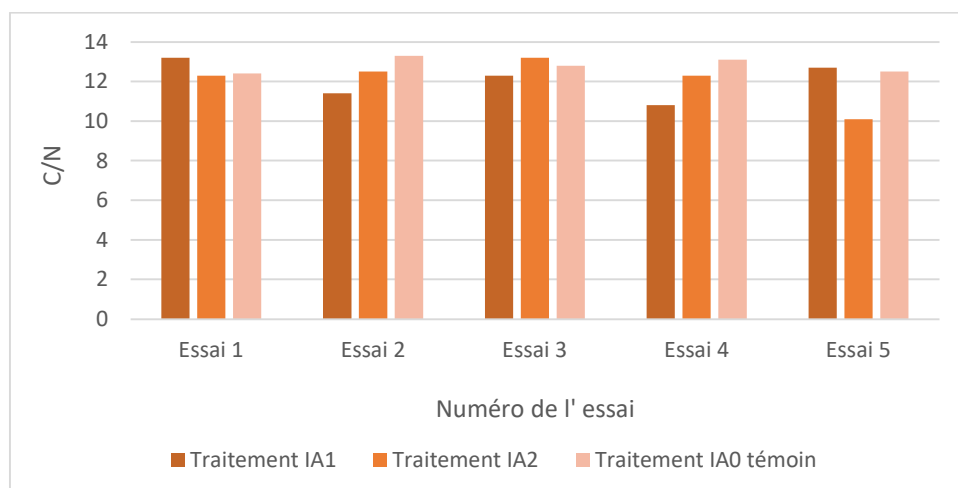


**Figure 3** : Taux de germination des graines de cresson avec les composts obtenus

D'après la figure 3, les résultats du bio test de germination sont tous supérieurs à 95%. Aussi, les composts produits sont mûrs et les semences de cresson de terre sont de bonne qualité.

### 3.2.3. Valeurs du rapport Carbone sur azote (C/N) des composts produits

Les valeurs du rapport C/N des composts produits en fonction du type de traitement sont également présentées dans la figure 4 :

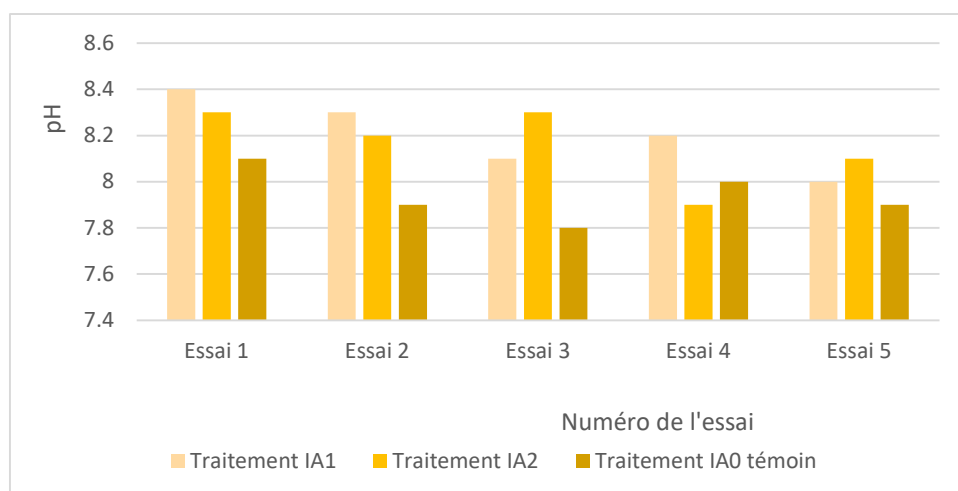


**Figure 4 :** Valeurs du rapport C/N des composts produits selon le type de traitement

D'après le tableau 2 et la figure 4, la diminution des valeurs du rapport C/N au début du compostage qui ont été entre 27 et 31,5 jusqu'à des valeurs comprises entre 10 et 15, indiquent la maturation de tous les tas de composts réalisés [7].

### 3.2.4. Valeurs du potentiel d'hydrogène (pH)

La figure 5 suivante montre les valeurs du pH des composts produits.



**Figure 5:** pH des composts produits selon le type de traitement

La figure 5 montre que toutes les valeurs de pH des composts sont entre 7,8 et 8,4. Un pH légèrement basique est un indicateur de maturation de compost [7]. [9] Ces composts présentent tous une légère basicité.

### 3.3. EFFET DE L'INSUFFLATION D'AIR SUR LA DURÉE DE MATURATION DES COMPOSTS

La date de maturation du compost est déterminée par des tests organoleptiques révélant une odeur boisée et une couleur brune foncée. Cette maturation est confirmée par les tests de germination et les analyses des composts en laboratoire

particulièrement les valeurs du rapport carbone sur azote (C/N) et les valeurs du pH. Les durées et les durées moyennes de maturation des composts ont été compilées dans le tableau 6 suivant :

**Tableau 6 : Durées de maturation des composts**

Durée en jour	IA1	IA2	IA0 témoin
Essai 1	20	30	91
Essai 2	18	25	87
Essai 3	22	28	90
Essai 4	21	33	92
Essai 5	19	31	87
Durée moyenne	<b>20</b>	<b>29,4</b>	<b>89,4</b>

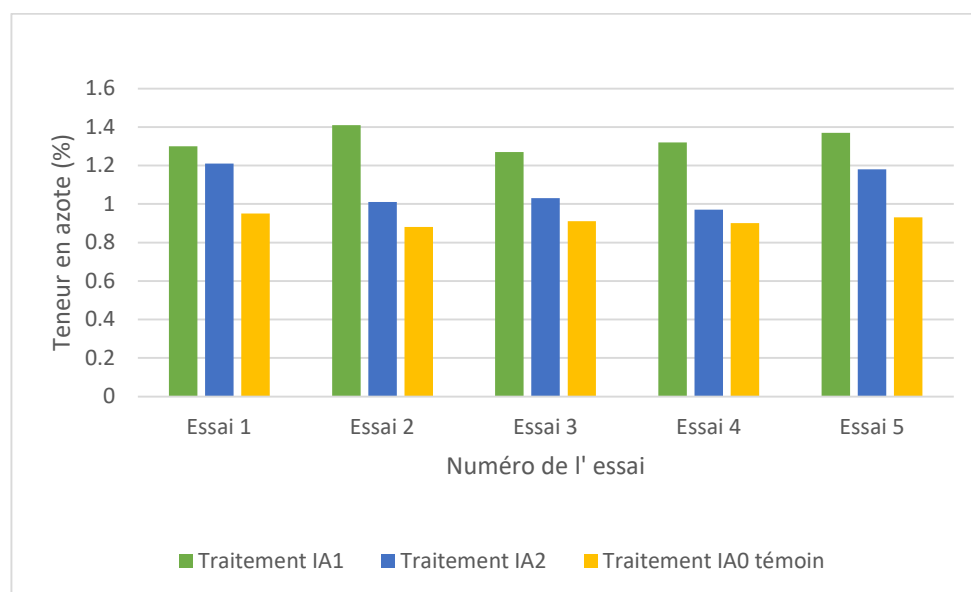
Selon le tableau 6, après 20 jours (trois semaines en moyenne), les tas ayant subi le traitement IA1 étaient mûrs en premier. Au bout de 29,4 jours (un mois en moyenne), les tas ayant subi le traitement IA2 étaient mûrs. Ce n'est qu'au bout de 89,4 jours (trois mois en moyenne) que les tas témoins IA0, qui n'ont pas subi d'insufflation d'air, étaient mûrs. L'insufflation d'air dans les tas permet de réduire significativement la durée de compostage par rapport aux témoins.

### 3.4. AUTRES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES COMPOSTS MÛRS

Les résultats précédents confirment que tous les composts sont arrivés à maturité. Les teneurs en azote et en carbone organique, utilisées pour calculer les rapports Carbone sur Azote (C/N), sont représentées dans les paragraphes suivants :

#### 3.4.1 Teneurs en azote (N %) des composts produits

La figure 6 suivante montre les teneurs en azote des composts mûrs :



**Figure 6 : Teneurs en azote des composts mûrs selon le type de traitement**

La figure 6 présente les teneurs en azote des composts mûrs pour les cinq essais, en fonction du type de traitement appliqué (IA1, IA2, IA0). Les teneurs en azote pour les trois types de traitement ont été les suivantes, par ordre décroissant : entre 1,27 % et 1,41 % pour les tas ayant reçu le traitement quotidien IA1; entre 0,97 % et 1,21 % pour les tas ayant reçu le traitement IA2; et entre 0,88 et 0,95 % pour les tas témoins IA0.

### 3.4.2 Teneurs en carbone organique (C %) et en matière organique (MO %)

Les teneurs en carbone organique des composts produits sont compilées dans le tableau 7 suivant :

**Tableau 7** : Teneurs en carbone organique des composts produits

C %	Traitement		
	IA1	IA2	IA0 témoin
Essai 1	17,16	14,88	11,78
Essai 2	16,07	12,62	11,70
Essai 3	15,62	13,59	11,65
Essai 4	14,25	11,93	11,79
Essai 5	17,39	11,92	11,71

La teneur en matière organique est obtenue par calcul en se servant de la teneur en carbone organique (C %) du tableau 7. La formule suivante a été utilisée pour calculer la valeur de matière organique (MO) :

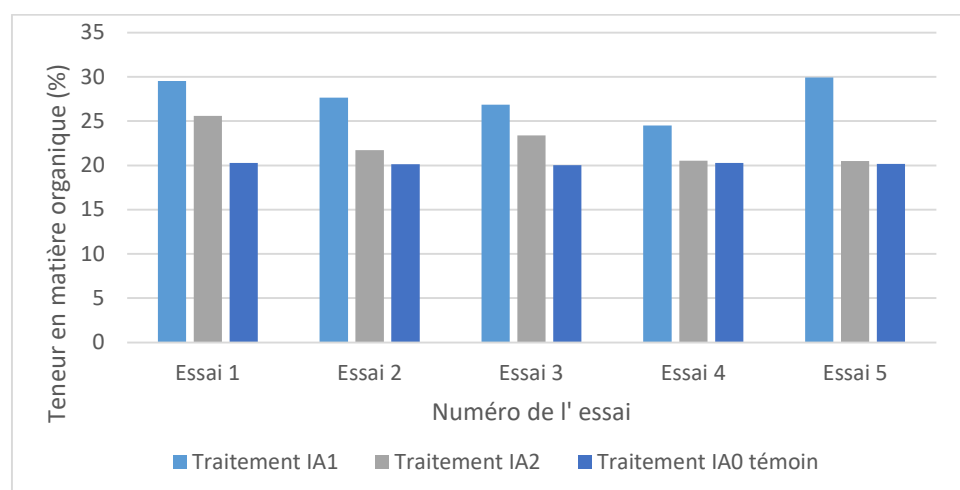
$$MO = 1,72 \text{ C} \quad \text{équation n°1}$$

Où MO est la teneur en matière organique en %

C la teneur en carbone organique en %

Et 1,72 le coefficient de conversion

La figure 7 montre les teneurs en matière organique des composts mûrs :

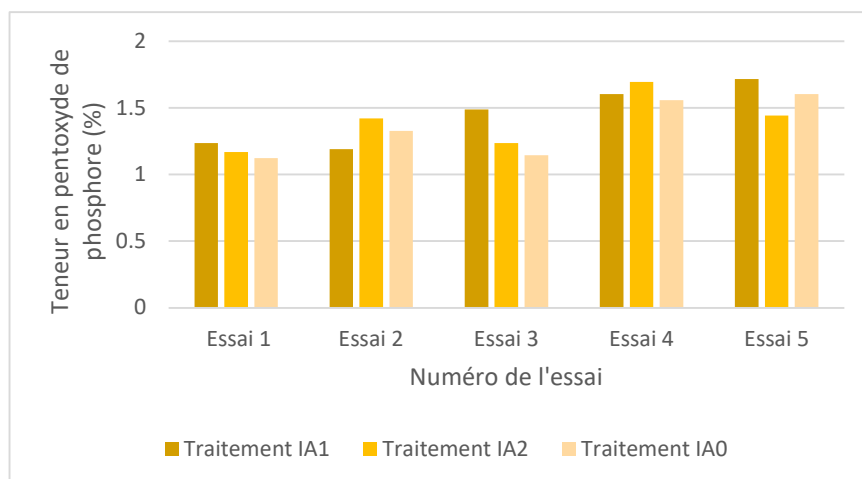


**Figure 7:** Teneurs en matière organique (MO) des composts mûrs

La figure 7 illustre l'effet de la fréquence d'insufflation d'air sur la teneur en matière organique des composts mûrs. Les tas ayant subi une insufflation d'air tous les jours (IA1) présentent des teneurs en matière organique élevées entre 24,52 % et 29,51%. Pour les tas traités tous les deux jours (IA2), ces teneurs sont entre 20,49 % et 20,59 %. Quant aux tas témoins, sans aucune insufflation d'air, leurs teneurs en matière organique varient de 20,03 % à 20,27 %.

### 3.4.3 Teneurs en pentoxyde de phosphore ( $P_2O_5$ %)

La figure 8 suivante illustre les teneurs en pentoxyde de phosphore des composts mûrs en fonction du traitement appliqué.

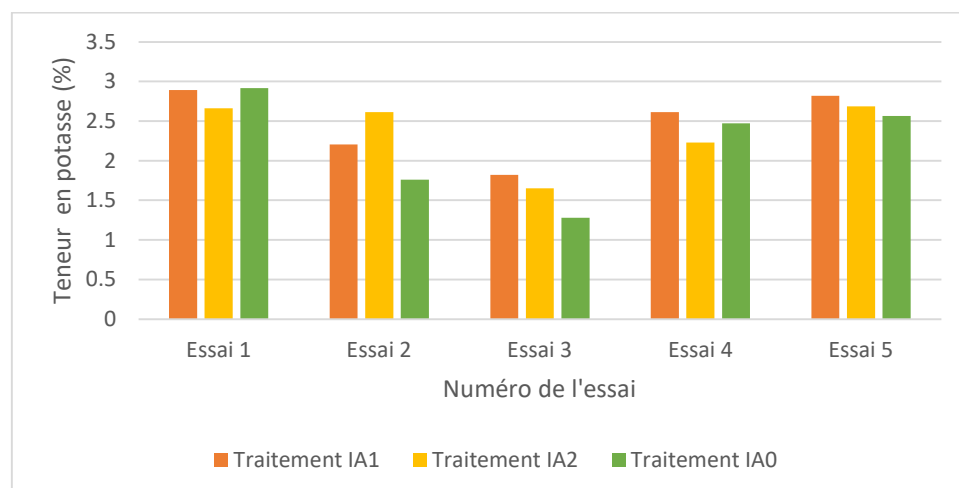


**Figure 8 :** Teneurs en pentoxyde de phosphore des composts mûrs selon le type de traitement

Selon la figure 8, l'insufflation d'air dans les tas n'a pas d'influence notable sur les teneurs en pentoxyde de phosphore des composts produits.

### 3.4.4 Teneurs en potasse ( $K_2O$ %)

Les teneurs en potasse sont présentées dans la figure 9 suivante :



**Figure 9:** Teneurs en potasse des composts mûrs selon le type de traitement



Selon la figure 9, l'insufflation d'air dans les tas n'a pas eu d'influence significative sur les teneurs en potasse des composts produits.

### 3.5. DENOMINATION DES COMPOSTS PRODUITS

Par définition, « les amendements organiques sont des matières fertilisantes composées principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale, ou animale et végétale en mélange, destinées à l'entretien ou à la reconstitution du stock de matière organique du sol et à l'aménagement de ses propriétés » ; amendements organiques, dans lesquels les teneurs en N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et K<sub>2</sub>O sont inférieures à 3 % sur le produit brut et la somme de ces éléments inférieure à 7% [19].

Ainsi, les sommes des teneurs en azote, en phosphore et en potassium nécessaires à la dénomination des produits sont montrées dans le tableau 8 :

**Tableau 8** : Sommes des teneurs en azote, en phosphore et en potassium (N+P+K en %) par type de traitement

	Traitement		
	IA1	IA2	IA0: témoin
	N+P+K (%)	N+P+K (%)	N+P+K (%)
<b>Essai 1</b>	4,24	3,93	3,86
<b>Essai 2</b>	3,76	3,8	2,92
<b>Essai 3</b>	3,43	2,94	2,47
<b>Essai 4</b>	4,19	3,56	3,63
<b>Essai 5</b>	4,46	4,04	3,79

Le tableau 8 montre que, quels que soient les traitements, les valeurs de la somme (N +P +K) en %) sont toutes inférieures à 7 %. D'après les figures 6, 8 et 9 les teneurs en azote (N%), en pentoxyde de phosphore (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) et en potasse (K<sub>2</sub>O) sont toutes inférieures à 3 %. Et selon la figure 7, les teneurs en matière organique (MO%) sont toutes supérieures à 20 %. Ces critères sont conformes aux définitions des amendements organiques [19]. Aussi, tous les composts produits sont classés comme amendements organiques.

## IV.DISCUSSIONS

Les durées de maturation des tas de composts ont montré l'activation du processus de compostage.

Les tas traités par l'insufflation d'air (IA1 et IA2) ont mûri, en premier et les tas témoins sans insufflation d'air (IA0), en dernier : en moyenne 20 jours (trois semaines) pour les tas traités par IA1, 29,4 jours en moyenne (un mois) pour les tas traités par IA2 et de l'ordre de 89,4 jours (trois mois) pour les tas témoins IA0. L'insufflation d'air, point par point, de 15 mn seulement par traitement, active le processus de compostage sans le perturber. Les micro-organismes thermophiles aérobies, comme tout organisme vivant, ont besoin d'oxygène pour bien respirer et se multiplier favorablement, assurant ainsi l'activation de la décomposition des matières premières.

La fréquence d'insufflation d'air a donné une différence sur l'activation du processus de compostage : l'insufflation d'air quotidienne (IA1) a mieux activé le compostage (maturation après trois semaines) par rapport à l'insufflation d'air IA2 tous les deux jours (maturation au bout d'un mois environ). La durée moyenne de maturation des composts issus du traitement quotidien IA1 de 3 semaines est conforme à celle du compostage rapide de 2 semaines à 3 semaines de Berkley selon FAO [7].

Les valeurs du rapport C/N des composts obtenus sont comprises entre 10,1 et 13,3; elles sont conformes aux critères de la FAO qui sont entre 10 et 15. Les valeurs du pH de tous les composts matures sont entre 7,8 et 8,4, elles sont en accord avec celles de R. Albrecht entre 7 et 9 [9]. La couleur brune foncée et la bonne odeur boisée sont en accord avec la FAO [7]. Et les taux de germination qui sont entre 96% et 100% sont identiques à ceux de Kabil, en 2016, de 99% et 97% [20].

L'accélération du compostage par insufflation d'air a permis de mieux conserver l'azote dans les tas: entre 1,27 % et 1,41 % d'azote pour le traitement IA1, et entre 0,97 % et 1,21 % pour le traitement IA2. En revanche, les tas témoins IA0, qui n'ont bénéficié d'aucune insufflation d'air, ont présenté les teneurs en azote les plus faibles entre 0,88 % et 0,98 %, comparativement aux deux autres traitements. La durée du compostage plus longue, d'environ trois mois, a entraîné une perte d'azote significative pour les tas témoins. Il est important de rappeler que l'azote joue un rôle primordial dans la croissance et le développement des plantes, soulignant ainsi la contribution potentielle de cette étude à la production agricole.

Quel que soit le type de traitement avec ou sans insufflation d'air, les composts produits sont tous dénommés amendements organiques [19]. L'apport de matière organique au sol, en tant qu'amendement, améliore sa fertilité. Sous l'action des micro-organismes, la matière organique des composts se transforme en humus, libérant ainsi les éléments minéraux essentiels à la croissance des plantes et agit comme un amendement basique qui contribue au maintien d'un pH favorable dans le sol. Les sols des hautes terres Malgaches sont acides [21] [22], l'utilisation des composts légèrement basiques pourrait contribuer à l'amendement du sol

## CONCLUSION

Cette étude consiste à appliquer une aération forcée dans les tas à composter à l'aide d'un simple souffleur manuel. Pour ce faire, une étude comparative a été effectuée en faisant varier la fréquence d'insufflation d'air dans les tas durant la phase thermophile en plus des retournements systématiques tous les quatre jours pour tous les cas.

Le paramètre étudié a été l'apport d'air dans les tas par insufflation au début du compostage et durant la phase thermophile.

L'insufflation d'air a influencé significativement la durée de maturation du compost : une fréquence d'insufflation quotidienne d'air a permis de réduire considérablement la durée du compostage à vingt jours, contre trois mois pour les tas témoins. Ces derniers n'ont reçu que les retournements systématiques communs à tous les tas . L'apport forcé d'oxygène par insufflation d'air a favorisé la croissance et le développement d'une population de micro-organismes thermophiles aérobies; par conséquent, la décomposition des matières premières a été rapide.

Les composts matures ont répondu aux critères de maturation : couleur brune foncée, odeur boisée [7], valeurs de C/N entre 10 et 15 [7] [18], pH légèrement basique [7], et les valeurs issues des bio tests de germination sont toutes élevées, supérieures à 95 %.

L'hypothèse a été vérifiée : l'insufflation d'air dans les tas au début du compostage et durant la phase thermophile, à l'aide d'un simple souffleur mécanique, active le processus du compostage, et réduit la durée de compostage à trois semaines, au lieu de trois mois environ pour les tas témoins. La condition de vie des micro-organismes décomposeurs s'améliore, et la durée du compostage diminue.

Ces composts légèrement basiques, dénommés « amendements organiques » sont favorables pour amender les sols agricoles acides.

## RÉFÉRENCES

- [1] FAO. L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde, Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture, 274p, 2024.
- [2] V. Garruchet, P. M. Bosc, I. Mialet-Serra. L'Agriculture à Madagascar : évolution, chiffres clés et défis ,88 p, 2023.
- [3] Z. M. Ravaoarinirina. Contribution à la valorisation du *Jatropha curcas* – Optimisation de la production d'amendement organique, Ecole Supérieure Polytechnique, Université d'Antananarivo, 170 p, 2017.

- [4] J. Mazé, D. Mélec, O. Théobald. "Le compostage du lisier de porc sur différents supports carbonés et selon deux modes d'aération." *JOURNEES DE LA RECHERCHE PORCINE EN FRANCE* 28, pp 231-240, 1996
- [5] C. Francou, M. Le Villio-Poitrenaud, S. Houot. "Influence de la nature des déchets compostés sur la vitesse de stabilisation de la matière organique au cours du compostage." *Techniques Sciences Méthodes* 5, pp 35-43, 2007.
- [6] M. Culot, S. Lebeau. Le compostage, une pratique méconnue de gestion des déchets. *Bulletin d'Information (Association Royale des Ingénieurs Issus de la Fusagx-Aigx)*, vol. 5, 16p, 1999
- [7] R.V. Misra, R.N. Roy, H. Hiraoka. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole, Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture (FAO), Rome, 35 p, 2005.
- [8] C. Francou, M. Poitrenaud, S. Houot. Stabilization of organic matter during composting: Influence of process and feedstocks *Compost science & utilization*, 2005, vol. 13, no 1, pp 72-83, 2005.
- [9] R. Albrecht. *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 de droit, d'économie et des sciences-Aix-Marseille III, 189 p, 2007.
- [10] J. Duplessis. "Guide sur le compostage domestique : le compostage facilité." 109 p, 2006.
- [11] Z. Segda, L. P. Yaméogo, Z. Gnankambary, Z., S. M. Papaoba, (2013). Effets induits du type de fumure sur les paramètres chimiques du sol et sur le rendement paddy dans la plaine rizicole de Bagré au Burkina Faso. *Journal de la société Ouest-Africaine de Chimie*, 36, pp 35-46, 2013.
- [12] F. Zadi, F. Bahan, I. Beugré, A. Bouet, G. Noumouha, A. Ouattar, A. Kouamé. Performance agronomique du compost à base de paille de riz sur le riz pluvial strict cultivé à la station de recherche de Man, à l'ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, vol. 189, p. 19988-19998, 2023.
- [13] S. Houot, C. Francou, C. Vergé-Leviel, J. Michelin, S. Bourgeois, M. Linères, M. Poitrenaud. Valeur agronomique et impacts environnementaux de composts d'origine urbaine : variation avec la nature du compost. *Dossier de l'environnement de l'INRA*, 25, pp107-124, 2023.
- [14] A. M. Herihajaniavo. Co-valorisation de boues d'épurations d'eaux usées et de déchets fermentescibles par compostage aérobique thermophile. Thèse de doctorat, Ecole Supérieure Polytechnique, Université d'Antananarivo, 119 p, 2017.
- [15] C. Hikem, N. Smail. *Valorisation des bio-déchets par compostage*. Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri. 123 p, 2024
- [16] R. V. Misra, R. N. Roy, H. Hiraoka, H.). *On-farm composting methods*. Rome, Italy: UN-FAO, 35p, 2003.
- [17] W. Oktiawan, B. Zaman. Use of a germination bioassay to test compost maturity in Tekelan Village. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 31, p. 05012). EDP Sciences, 2018.
- [18] E. Compaoré, L. S. Nanema, S. Bonkoungou, M. P. Sedogo. Évaluation de la qualité de composts de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso pour une utilisation efficiente en agriculture. *Journal of applied biosciences*, 33, 2076-2083, 2010.
- [19] La norme NF U44-051 « Amendements organiques- Dénominations spécifiques et marquage » [https://wiki.aurea.eu/index.php/NF\\_U\\_44-051](https://wiki.aurea.eu/index.php/NF_U_44-051) Consulté en Novembre 2015 et en janvier 2025.
- [20] E. M. Kabil, L. A. Semlali, A. Ajjane, O. Assobhei. Phytotoxicité de composts obtenus par compostage accéléré sur des plantes cultivées dans la région des Doukkala, Maroc Phytotoxicity of composts obtained by accelerated composting on crops cultivated in Doukkala region. *Morocco J. Mater. Environ. Sci*, 7(12), 4828-4838, 2016
- [21] L. Rabeharisoa Rahajaharitompo, « Gestion de la fertilité et de la fertilisation des sols ferralitiques des hautes terres de Madagascar », Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences, Université d'Antananarivo Facultés des Sciences, 202 p, 2004.

[22] M.L. Fanjaniaina, F. Ramahandry, J. Larvy Delariviere, M.P. Zafimanantsoa, P. Salgado, E. Tillard, L. Rabeharisoa, T. Becquer, « Transfert de la fertilité et durabilité des systèmes de production : application à la culture du riz », Bulletin de l'Académie Malgache, XCV/1, pp 161 – 166, 2015.