



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Productions végétales

القسم: الإنتاج النباتي

Spécialité : Ressources génétiques et amélioration des  
productions végétales

التخصص: الموارد الوراثية وتحسين الإنتاج النباتي

Mémoire De Fin D'études

Pour l'obtention du Diplôme de Master En Sciences Agronomiques

***THEME***

**Valorisation des déchets ménagers par compostage :  
Effets sur la croissance et le développement de la culture du haricot vert  
(*Phaseolus vulgaris* L.).**

Présenté par : Mme BOUHALISSA Meriem

Soutenu publiquement le : 16/09/2025

Devant le jury composé de :

Présidente :	Mme MOUSSAOUI Sawsen	(MAA-ENSA)
Promotrice :	Mme ABIDI Lila	(MCA-ENSA)
Co-Promoteur :	M. KADRI Adel	(MCA-ENSA)
Examinatrice :	Mme BELOUHRANI Amel Souhila	(MCA-ENSA)

PROMOTION 2020-2025

## TABLE DES MATIÈRES

Dédicaces.....	I
Remerciements.....	II
Abstract.....	III
Résumé.....	IV
ملخص .....	V
Liste des tableaux.....	VI
Liste des figures .....	VI
Liste des abréviations .....	XI
Liste des annexes .....	XIII
Introduction.....	1
Synthèse bibliographique	
Chapitre 1 : Généralités sur les déchets.....	4
I. Définition des déchets .....	4
1. Définition déchets ménagers .....	4
2. Définition déchets organiques .....	4
II. Classification des déchets .....	5
1. En Algérie .....	5
1.1. Déchets ménagers et assimilés .....	5
1.2. Déchets inertes .....	5
1.3. Déchets spéciaux et spéciaux dangereux .....	5
1.4. Déchets marins .....	6
2. En Europe .....	6
III. Impact des déchets ménagers .....	8
1. Impacts environnementaux.....	8
1.1. Émissions de gaz à effet de serre.....	8
1.2. Pollution par lixiviat.....	8
2. Impacts économiques .....	8
3. Impacts sanitaires .....	8
IV. Production de déchets ménagers .....	9
1. Au monde .....	9
2. En Afrique .....	10
3. En Algérie .....	10
V. Problématiques liées à la gestion des déchets ménagers.....	12
1. Problématiques mondiales .....	12
1.1. Insuffisance des infrastructures .....	12
1.2. Manque de sensibilisation et de participation citoyenne .....	12
1.3. Défis liés au recyclage .....	12
1.4. Changements climatiques .....	12
2. Problématiques spécifiques à la gestion des déchets ménagers en Algérie .....	13
2.1. Insuffisance des infrastructures.....	13
2.2. Production croissante de déchets .....	13

2.3.	Faible valorisation et tri des déchets .....	13
2.4.	Gestion inefficace et irrégularité des services de collecte .....	13
<b>VI.</b>	<b>Principaux organismes de gestion et de traitement des déchets en Algérie .....</b>	<b>14</b>
1.	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) .....	14
2.	Agence Nationale des Déchets (AND) .....	14
3.	Centres d'Enfouissement Technique (CET) .....	14
<b>VII.</b>	<b>Valorisation des déchets ménagers en Algérie .....</b>	<b>14</b>
<b>Chapitre 2 : Compost .....</b>		<b>17</b>
<b>I.</b>	<b>Définition et généralités .....</b>	<b>17</b>
<b>II.</b>	<b>Types de compostage .....</b>	<b>17</b>
1.	Compostage aérobique .....	17
1.1.	Compostage en andains (Windrow Composting) .....	17
1.2.	Compostage en tas statique aéré (Aerated Static Pile Composting) .....	18
1.3.	Compostage en fût ou bac (Container/Bin Composting) .....	18
2.	Compostage anaérobique .....	18
<b>III.</b>	<b>Processus de compostage conventionnel .....</b>	<b>18</b>
1.	Phase mésophile initiale .....	19
2.	Phase thermophile principale .....	19
3.	Phase de refroidissement et de maturation .....	19
<b>IV.</b>	<b>Paramètres de compostage .....</b>	<b>19</b>
1.	Rapport Carbone/Azote (C/N) .....	19
2.	Humidité .....	20
<b>V.</b>	<b>Caractéristiques physico-chimiques et biologiques du compost .....</b>	<b>20</b>
1.	Caractéristiques physico-chimiques .....	20
1.1.	Ph .....	20
1.2.	Matière organique .....	21
1.3.	Conductivité électrique (CE) / Salinité .....	21
1.4.	Nutriments majeurs (N, P, K) .....	21
2.	Caractéristiques biologiques .....	21
2.1.	Stabilité et maturité .....	21
2.2.	Communautés microbiennes .....	21
2.3.	Absence de pathogènes .....	22
2.4.	Activité enzymatique.....	22
<b>VI.</b>	<b>Intérêt du compost en agriculture durable .....</b>	<b>22</b>
1.	Fertilité des sols .....	22
2.	Impact sur la croissance, le développement et le rendement des cultures .....	23
<b>VII.</b>	<b>Bioconversion des déchets organiques par le billet de la mouche soldat noire .....</b>	<b>23</b>
1.	Principe et fonctionnement .....	23
1.1.	Biomasse larvaire .....	24
1.2.	Digestat (frass) .....	24
2.	Avantages économiques et environnementaux .....	24
2.1.	Efficacité de conversion .....	24
2.2.	Réduction des émissions .....	24
2.3.	Valorisation circulaire .....	24

2.4. Assainissement .....	24
<b>Chapitre 3 : Mouche soldat noire <i>Hermetia illucens</i> .....</b>	<b>25</b>
<b>I.</b> Généralités sur la mouche soldat noire ( <i>Hermetia illucens</i> ) .....	<b>25</b>
<b>II.</b> Classification taxonomique .....	<b>25</b>
<b>III.</b> Biologie et cycle de vie .....	<b>25</b>
1. Stade œuf .....	26
2. Stade larvaire .....	26
3. Stade pré-pupal et pupal .....	27
4. Stade adulte .....	28
<b>IV.</b> Application et valorisation de la mouche soldat noire .....	<b>28</b>
1. Alimentation animale .....	29
2. Production de bio fertilisant (Frass) .....	29
3. Extraction de Co-produits .....	30
<b>V.</b> Elevage de la mouche soldat noire .....	<b>30</b>
1. Conditions environnementales .....	30
1.1. Température .....	30
1.2. Humidité .....	30
1.3. Lumière .....	31
2. Substrats d'élevage .....	31
<b>VI.</b> Processus de bioconversion des déchets par <i>Hermetia illucens</i> .....	<b>31</b>
1. Mécanismes de dégradation .....	31
2. Efficacité de la bioconversion .....	31
3. Taux de réduction .....	32
4. Sécurité sanitaire .....	33
<b>VII.</b> Valeur agronomique du compost de BSF .....	<b>33</b>
1. Composition et richesse nutritionnelle .....	33
2. Impact sur la santé du sol et la croissance végétale .....	34
3. Potentiel en agriculture durable .....	34
<b>Chapitre 4 : Haricot vert .....</b>	<b>35</b>
<b>I.</b> Généralités sur les légumineuses .....	<b>35</b>
<b>II.</b> Introduction à la culture du haricot vert .....	<b>36</b>
1. Description de la plante .....	36
2. Classification botanique .....	37
3. Cycle de culture .....	38
<b>III.</b> Intérêts de la culture d'haricot .....	<b>39</b>
1. Importance agronomique, alimentaire et nutritionnelle .....	39
1.1. Agronomique .....	39
1.2. Alimentaire .....	40
1.3. Nutritionnelle .....	40
2. Importance économique .....	41
<b>IV.</b> Exigence de la culture .....	<b>42</b>
1. Climat .....	42
2. Eau .....	42
3. Sol .....	42

4.	Nutrition .....	43
V.	Conduite de la culture .....	43
1.	Période de culture .....	43
2.	Mode de semis .....	43
3.	Mode d'irrigation .....	44
4.	Travail du sol .....	44
VI.	Les variétés les plus cultivées en Algérie .....	44
VII.	Entretien de la culture .....	45
1.	Gestion des adventices .....	45
2.	Fertilisation .....	46
VIII.	Gestion des ravageurs et des maladies .....	46
1.	Principaux ravageurs et maladies .....	46
2.	Gestion intégrée des bioagresseurs .....	47
<b>Matériels et méthodes .....</b>		<b>49</b>
I.	Rappel de l'objectif de l'étude .....	49
II.	Matériels utilisés .....	49
1.	Matériel végétal ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) .....	49
2.	Matériel biologique ( <i>Hermetia illucens</i> ) .....	50
III.	Lieux de l'expérimentation.....	51
1.	Lieu d'élevage des larves BSF .....	51
1.1.	Conditions d'élevage contrôlées .....	51
2.	Lieu expérimental .....	52
2.1.	Conditions climatiques de la serre .....	53
<b>Partie 1 : Préparation du support d'élevage des larves BSF .....</b>		<b>54</b>
1.	Matériels utilisés .....	54
2.	Collecte des déchets .....	55
3.	Broyage et conservation des déchets .....	57
<b>Partie 2 : Procédé d'élevage des larves BSF .....</b>		<b>58</b>
1.	Matériels utilisés.....	58
2.	Stade œuf .....	59
3.	Stade larvaire et distribution du support d'élevage .....	60
4.	Récupération du résidu d'élevage .....	61
<b>Partie 3 : Evaluation de l'efficacité agronomique du compost BSF sur le haricot vert .....</b>		<b>63</b>
1.	Test de germination .....	63
2.	Semis .....	63
3.	Préparation des mélanges de substrats .....	64
4.	Transplantation .....	66
5.	Dispositif expérimental .....	67
6.	Conduite de la culture .....	68
6.1.	Irrigation .....	68
7.	Maladies et ravageurs rencontrées .....	68
7.1.	Traitements appliqués .....	69
8.	Paramètres étudiés .....	70
8.1.	Paramètre physiologique .....	70

8.1.1.	Teneur en chlorophylle (CHL) .....	70
8.2.	Paramètres de croissance .....	71
8.2.1.	Hauteur finale des plants (HP) .....	71
8.2.2.	Évolution de la hauteur des plants (EH) .....	71
8.2.3.	Vitesse de croissance (VC) .....	71
8.2.4.	Diamètre de la tige (DT) .....	71
8.2.5.	Nombre de feuilles (NF) .....	71
8.2.6.	Surface foliaire (SF) .....	72
8.2.7.	Poids frais des feuilles (PFF) .....	72
8.2.8.	Longueur racinaire (LR) .....	72
8.2.9.	Poids frais des racines (PFR) .....	72
8.3.	Paramètres de reproduction .....	72
8.3.1.	Nombre de boutons floraux (NBF) .....	72
8.3.2.	Nombre de fleurs (NFL) .....	73
8.3.3.	Taux d'avortement floral (TA) .....	73
9.	Analyse du sol et du compost BSF (biofertilisant) .....	73
10.	Analyses statistiques .....	77
<b>Résultats et discussions .....</b>		<b>79</b>
I.	Résultats .....	79
1.	Paramètres étudiés .....	79
1.1.	Paramètre physiologique .....	79
1.1.1.	Teneur en chlorophylle (CHL) .....	79
1.2.	Paramètres de croissance .....	80
1.2.1.	Hauteur finale des plants (HP) .....	80
1.2.2.	Évolution de la hauteur des plants (EH) .....	81
1.2.3.	Vitesse de croissance (VC) .....	82
1.2.4.	Diamètre de la tige (DT) .....	83
1.2.5.	Nombre de feuilles (NF) .....	84
1.2.6.	Surface foliaire (SF) .....	85
1.2.7.	Poids frais des feuilles (PFF) .....	85
1.2.8.	Longueur racinaire (LR) .....	86
1.2.9.	Poids frais des racines (PFR) .....	87
1.3.	Paramètres de reproduction .....	87
1.3.1.	Nombre de boutons floraux (NBF) .....	87
1.3.2.	Nombre de boutons floraux (NBF) .....	88
1.3.3.	Nombre de boutons floraux (NBF) .....	89
2.	Analyse en composantes principales (ACP) .....	90
3.	Analyse du sol.....	92
4.	Analyse du compost BSF .....	93
II.	Discussions .....	95
1.	Paramètre physiologique .....	95
1.1.	Teneur en chlorophylle (CHL) .....	95
2.	Paramètres de croissance .....	96
2.1.	Hauteur finale des plants (HP) .....	96

2.2.	Évolution de la hauteur des plants (EH) .....	96
2.3.	Vitesse de croissance (VC) .....	97
2.4.	Diamètre de la tige (DT) .....	98
2.5.	Nombre de feuilles (NF) .....	99
2.6.	Surface foliaire (SF) .....	99
2.7.	Poids frais des feuilles (PFF) .....	100
2.8.	Longueur racinaire (LR) .....	101
2.9.	Poids frais des racines (PFR) .....	102
3.	Paramètres de reproduction .....	103
3.1.	Nombre de boutons floraux (NBF) .....	103
3.2.	Nombre de fleurs (NFL) .....	104
3.3.	Taux d'avortement floral (TA) .....	104
4.	Caractérisation du compost BSF .....	105
<b>Conclusion</b> .....		<b>109</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....		<b>111</b>
<b>Annexes</b> .....		<b>130</b>

## **Abstract**

In a context of increasing pressure on household waste management systems in Algeria, this study explores an agro-ecological valorization pathway through the bioconversion of the fermentable fraction of waste via black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. The main objective is to produce a local compost (frass) from household waste and to evaluate its agronomical efficiency as a biofertilizer on the green bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.), in comparison with a commercial reference compost and a negative control. The experiment was conducted according to a randomized complete block design using 3-kg pots.. The BSF compost, incorporated into a growing medium, was assessed through an exhaustive analysis of the plant's physiological, growth, and reproductive parameters. The results unequivocally demonstrate the high fertilizing performance of the BSF compost. Its application induced a statistically very significant improvement in almost all vegetative and root growth parameters compared to the control. The treated plants showed markedly superior vigor, as evidenced by an increase in leaf chlorophyll content, height, stem diameter, number of leaves, leaf area, as well as aerial and root fresh biomass. On average, its application resulted in a 42% increase in plant height and a 55% increase in the number of leaves compared to the control, confirming its agronomic effectiveness. For all these parameters, the BSF compost proved to be agronomically equivalent to the commercial compost, thus validating its potential as a sustainable alternative. Furthermore, it was the only amendment to significantly increase the number of flower buds, suggesting a biostimulant effect on the initiation of the reproductive phase. In conclusion, this work confirms that the bioconversion of household waste by *H. illucens* is a promising solution for producing a high-quality local biofertilizer, capable of competing with commercial products to stimulate plant growth.

**Keywords:** Organic valorization, composting, household waste, biofertilizer, Green bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Black soldier fly (*Hermetia illucens*).

## Résumé

Dans un contexte de pression croissante sur les systèmes de gestion des déchets ménagers en Algérie, cette étude explore une voie de valorisation agro-écologique par la bioconversion de la fraction fermentescible des déchets via les larves de la mouche soldat noire (*Hermetia illucens*). L'objectif principal est de produire un compost (frass) local à base de déchets ménagers et d'évaluer son efficacité agronomique en tant que biofertilisant sur la culture du haricot vert (*Phaseolus vulgaris* L.), en comparaison avec un compost commercial de référence et un témoin négatif. L'expérimentation a été conduite sous un dispositif en blocs aléatoires complets en utilisant des pots de 3kg. Le compost BSF incorporé dans un substrat de culture a été évalué à travers une analyse exhaustive des paramètres physiologiques, de croissance et de reproduction de la plante. Les résultats démontrent de manière univoque la haute performance fertilisante du compost BSF. Son application a induit une amélioration statistiquement très significative de la quasi-totalité des paramètres de croissance végétative et racinaire par rapport au témoin. Les plants traités ont présenté une vigueur nettement supérieure, attestée par une augmentation de la teneur en chlorophylle foliaire, de la hauteur, du diamètre de la tige, du nombre de feuilles, de la surface foliaire, ainsi que de la biomasse fraîche aérienne et racinaire. En moyenne, son application a entraîné une augmentation de 42 % de la hauteur des plants et de 55 % du nombre de feuilles par rapport au témoin, confirmant son efficacité agronomique. Sur l'ensemble de ces paramètres, le compost BSF s'est avéré agronomiquement équivalent au compost commercial, validant son potentiel en tant qu'alternative durable. De plus, il a été le seul amendement à augmenter significativement le nombre de boutons floraux, suggérant un effet biostimulant sur l'initiation de la phase reproductive. En conclusion, ce travail confirme que la bioconversion des déchets ménagers par *H. illucens* est une solution prometteuse pour produire un biofertilisant local de haute qualité, capable de rivaliser avec les produits commerciaux pour stimuler la croissance végétale.

**Mots-clés :** Valorisation organique, compostage, déchets ménagers, biofertilisant, Haricot vert (*Phaseolus vulgaris* L.), Mouche soldat noir (*Hermetia illucens*).

## ملخص

في سياق تزايد الضغط على أنظمة إدارة النفايات المنزلية في الجزائر، تستكشف هذه الدراسة مسارًا لاستعاد الزراعي البيئي من خلال التحويل الحيوي للجزء القابل للتخمير من النفايات عبر يرقات ذبابة الجندي الأسود (*Hermetia illucens*). الهدف الرئيسي هو إنتاج سماد محلي (فضلات) قائم على النفايات المنزلية وتقييم فعاليته الزراعية كسماد حيوي على محصول الفاصوليا الخضراء (*Phaseolus vulgaris L.*) ، بالمقارنة مع سماد مرجعي تجاري ومجموعة ضابطة سلبية. أجريت التجربة وفقًا لتصميم كتلة عشوائية كاملة وباستخدام أواني بسعة 3 كلغ. تم تقييم سماد BSF المدمج في وسط نمو من خلال تحليل شامل للمعايير الفسيولوجية والنمو والتكاثر للنبات. تُظهر النتائج بشكل لا لبس فيه الأداء التسميدي العالي لسماد BSF أدى تطبيقه إلى تحسن كبير إحصائيًا في جميع معايير النمو الخضري والجذري تقريبًا مقارنةً بمجموعة الضابطة. أظهرت النباتات المعالجة قوةً أكبر بكثير، ويتجلى ذلك في زيادة محتوى الكلوروفيل في الأوراق، وارتفاعها، وقطر ساقها، وعدد أوراقها، ومساحتها، بالإضافة إلى الكتلة الحيوية الطازجة فوق الأرض والجذور. في المتوسط، أدى تطبيقه إلى زيادة بنسبة 55% في ارتفاع النباتات وزيادة بنسبة 42% في عدد الأوراق مقارنة بالشاهد، مما يؤكد فعاليته الزراعية. وُجد أن سماد BSF ، من حيث جميع هذه المعايير، مكافئًا زراعيًا للسماد التجاري، مما يُثبت كفاءته كبديل مستدام. علاوة على ذلك، كان هذا السماد هو المعدل الوحيد الذي زاد بشكل ملحوظ عدد براعم الزهور، مما يُشير إلى تأثير مُحفز حيوي على بدء مرحلة التكاثر. في الختام، يُؤكد هذا العمل أن التحويل الحيوي للنفايات المنزلية بواسطة *H. illucens* يُمثل حلًا واعدًا لإنتاج سماد حيوي محلي عالي الجودة، قادر على منافسة المنتجات التجارية في تحفيز نمو النباتات.

**الكلمات المفتاحية:** الاستعادة العضوية، التسميد، النفايات المنزلية، الأسمدة الحيوية، الفاصوليا الخضراء (*Phaseolus vulgaris L.*)، ذبابة الجندي الأسود (*Hermetia illucens*) .