

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB – BLIDA 1  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Spécialité: Phytopharmacie appliquée

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Master académique en  
Sciences de la Nature et de la Vie

Thème:

**L'effet de différents types de vermicompost sur les  
paramètres de croissance et l'état phytosanitaire  
d'une culture du haricot**

**Présenté par:**

GUERMACHE Lamis

KOBBI Sohaib

**Devant le Jury :**

Mme BABA AISSA K.	M.A.A.	U. Blida 1	Présidente
M. MOUSSAOUI K. M.	M.A.A.	U. Blida 1	Examineur
M.DJAZOULI Z.E.	Pr.	U. Blida 1	Promoteur
M. AROUN M.E.F	M.C.B.	U. Blida 1	Co-promoteur

**Année Universitaire 2016-2017**

## *Remerciement*

*Tout d'abord, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la force et la volonté pour bien mener ce travail.*

*Ensuite, je tiens à remercier les membres du jury de thèse d'avoir accepté d'honorer et d'enrichir mon travail. Pour cela, je leur exprime ma gratitude et mon profond respect.*

*Nous somme redevables pour l'élaboration de ce mémoire à mon promoteur Pr. DJAZOULI Z., Pour son aide, sa dynamique, ces conseils précieux et sa disponibilité. Sincères remerciements.*

*Mes vifs remerciements et mes respects vont à mon Copromoteur Mr. AROUN MFE. pour son aide et sa disponibilité.*

*Nos sincères remerciements et gratitude s'adressent à Mme BABA AISSA K. d'avoir fait l'honneur de présider la séance de ma soutenance.*

*Nous tenons à remercier l'examineur Mr. MOUSSAOUI K. qui a aimablement accepté de faire partie de notre jury de thèse. Sincères remerciements.*

*A tous mes enseignants et mes professeurs qui ont assuré ma formation sans oublier les personnels du département d'agronomie de Blida.*

*Au personnel de la bibliothèque et du laboratoire de zoologie pour leur disponibilité et leur compréhension, en particulier Mme DJAMAI A.*

*Je remercie également toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail à:*

***Ma chère mère Amel***

*Qui a été toujours dans mon esprit et dans mon cœur. Que Dieu, le  
miséricordieux, tu accueille dans son éternel paradis.*

*J'aurais aimé que tu sois là !!!*

*« Certes à Allah appartient ce qu'Il a repris et c'est à lui aussi  
qu'appartient ce qu'Il a donné »*

***Mon père et mes chers grands parents ALI et BAYA,***

*En reconnaissance de tous les sacrifices consentis par tous et chacun pour  
me permettre d'atteindre cette étape de ma vie. Avec toute ma tendresse.*

***Mon cher mari et binôme,  
SOHAIB et à toute sa famille***

***Mes adorables sœurs,  
MANEL et MANAR KHADIDJA pour leur soutien moral et leurs  
sacrifices tout au long de ma vie.***

***Ma belle mère Bahia***

***Tous mes enseignants de phytopharmacie appliquée  
En particulier Mr DJAZOULI ZE. et Mr AROUN M.***

***Tous mes amis et collègues***

*Mes collègue de phytopharmacie appliquée en particulier OUCHENE Y.  
et AIT IALÉFF K.*

*Et enfin, A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation  
de se travail, je vous dis merci.*

***Lamis***

*Je dédie ce modeste travail à:*

***Ma chère mère Bahiya***

*En reconnaissance de tous les sacrifices consentis pour me permettre  
d'atteindre cette étape de ma vie. Avec toute ma tendresse.*

***Ma chère marie et binôme,  
Lamis et à toute sa famille***

***Tous mes enseignants de phytopharmacie appliquée**  
En particulier Mr DJAZOULI ZE. et Mr AROUN M.*

***Tous mes amis et collègues***

*Mes collègues de phytopharmacie appliquée en particulier*

*Et enfin, A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation  
de se travail, je vous dis merci.*

***Sohaib***

## Liste des abréviations

<b>Ca :</b>	Calcium
<b>K :</b>	Potassium
<b>Mg :</b>	Magnésium
<b>NO<sub>3</sub> :</b>	Nitrate
<b>R5 :</b>	Stade préfloraison.
<b>R6 :</b>	Stade floraison.
<b>R7 :</b>	formation des gousses.
<b>R8 :</b>	remplissage des gousses.
<b>S :</b>	Soufre
<b>TM :</b>	Témoin
<b>V3 :</b>	déploiement du 1 <sup>er</sup> trifolié.
<b>V4 :</b>	déploiement de la 3 <sup>er</sup> trifoliée.
<b>VDR :</b>	Vermicompost de déchet ménager
<b>VMA :</b>	Vermicompost de marc café.
<b>VTH :</b>	Jus de vermicompost de déchet ménager

## Résumé

### Effet de différents types de vermicompost sur les paramètres de croissance, de production et de paramètres physiologiques sur une culture du haricot

L'importance agronomique et économique des légumineuses nous a dirigé à mener ce travail dont l'objectif principal est de tester l'efficacité de différents types de vermicompost sur la croissance, la production et la phytochimie du haricot vert. Pour cela, un essai a été mené en quatre blocs aléatoire complets les traitements appliquer et le prélèvement des échantillons tous les 15 jours. Au cours de l'expérimentation, trois traitements ont été effectués; vermicompost solides (vermicompost de déchet ménager, vermicompost de marc café) et le vermicompost liquide (jus de vermicompost) dont les paramètres étudiés sont les paramètres de croissance, paramètres de production et paramètres physiologiques.

Les résultats montrent que le vermicompost de déchet ménager et de jus de vermicompost ont un effet bénéfique sur la croissance en longueur de la partie aérienne et racinaire, et en poids frais et sec de la partie racinaire et aérienne des plants du haricot. Cependant, le jus de vermicompost a un effet remarquable sur la production des nodosités et sur la précocité de la floraison par rapport au vermicompost de déchet ménager et de vermicompost de marc de café par contre le vermicompost de marc de café a un effet sur la production de gousses.

Par ailleurs, les résultats relatifs aux paramètres biochimiques exposent une importante accumulation en chlorophylle totale sous l'effet du jus de vermicompost et de vermicompost de déchet ménager contrairement au vermicompost de marc de café. L'accumulation des acides aminés et de protéines solubles montre que sous l'effet de vermicompost de déchet ménager et de jus de vermicompost affiche nettement un taux très important que le vermicompost et ce dernier signale aussi une accumulation très élevée de caroténoïde par rapport aux autres traitements. Autre part, le vermicompost de déchet ménager et le jus de vermicompost a une faible synthèse de proline et de sucre totaux par rapport au vermicompost de marc de café et de témoin.

Au final, nous pouvons conclure que le vermicompost de déchet ménager solide ou liquide a un effet sur la croissance, la production et même sur les paramètres biochimique. Le jus de vermicompost a une capacité de la tolérance face à un stress.

**Mot clé :** Jus de vermicompost, nodosités, *Phaseolus vulgaris L.*, Vermicompost de déchet ménager, vermicompost de marc café.

## Abstract

### Effect of different types of vermicompost on the parameters of growth, production and physiological parameters on a bean crop

The agronomic and economic importance of legumes has led us to conduct this work whose main objective is to test the effectiveness of different types of vermicompost on the growth, production and phytochemistry of green beans. Been conducted in four complete random blocks every 15 days. During the experiment, three treatments were carried out; Vermicompost solids (vermicompost of household waste, vermicompost of marc coffee) and the vermicompost liquid (vermicompost juice) whose parameters studied are the parameters of growth, production parameters and physiological parameters.

The results show that the vermicompost of house hold waste and vermicompost juice have a beneficial effect on the growth in length of the aerial and root part and in fresh and dry weight of the root and aerial parts of the bean plants. However, vermicompost juice has a remarkable effect on the production of nodosities and on the precaution of flowering by supplying the vermicompost of house hold waste and of vermicompost of coffee grounds, on the other hand the vermicompost of coffee grounds has an effect on the production Of pods.

Moreover, the results relative to the biochemical parameters expose a large accumulation in total chlorophyll under the effect of the vermicompost and vermicompost juice of household waste unlike the vermicompost of coffee grounds. The accumulation of amino acids and soluble proteins shows that under the effect of vermicompost of household waste and of vermicompost juice there is clearly a very high rate that the vermicompost and the latter also indicates a very high accumulation of carotenoid by contribution to others treatments. On the other hand, the household waste vermicompost and vermicompost juice has a low synthesis of total proline and sugar by supplying the coffee grounds and control vomicompost.

In conclusion, we can conclude that the solid or liquid household waste vermicompost has an effect on growth, production and even on biochemical parameters. The vermicompost juice has a capacity for tolerance in the face of stress.

**Keyword:** Nodules, *Phaseolus vulgaris* L., Vermicompost juice, Vermicompost of coffee grounds, Vermicompost of household waste.

## المخلص

تأثير أنواع مختلفة من فيرمي كومبوست على معايير النمو والإنتاج والمعلومات الفسيولوجية على محصول الفاصوليا

الأهمية الزراعية والاقتصادية للبقوليات أدى بنا للقيام بهذا العمل الذي هو اختبار فعالية أنواع مختلفة من فيرمي كومبوست على النمو والإنتاج والمعايير الكيميائية النباتية. الهدف الرئيسي، تم تنفيذ ثلاثة علاجات. فيرمي كومبوست الصلبة (فيرمي كومبوست النفايات المنزلية ، فيرمي كومبوست اساس القهوة) والفيرمي كومبوست السائل (عصير الفيرمي كومبوست) و تطبيقه على محصول الفاصوليا مع دراسة تأثيره على النمو، الإنتاج وعلى المعايير الفسيولوجية. خلال التجربة كان تطبيق هذه الأنواع المختلفة من فيرمي كومبوست في أربع مجموعات ويكون اختبار اربعة شجيرات عشوائيا من كل مجموعة مع الشاهد عيان كل 15 يوما.

وأظهرت النتائج أن فيرمي كومبوست النفايات المنزلية و عصير الفيرمي كومبوست يكون لها تأثير واضح على النمو في طول الجزء العلوي والجذور وعلى الوزن الرطب والجاف من الجذور وجزء العلوي للنباتات الفاصوليا. ومع ذلك عصير فيرمي كومبوست له تأثير ملحوظ على إنتاج العقيدات والإزهار المبكر اكبر من فيرمي كومبوست النفايات المنزلية وفيرمي كومبوست اساس القهوة. اما هذا الاخير له تأثير على إنتاج القرون.

وعلاوة على ذلك فإن نتائج القياسات البيوكيميائية عصير فيرمي كومبوست و فيرمي كومبوست النفايات المنزلية لهما تأثير كبير على التراكم في الكلوروفيل الإجمالي وعلى عكس فيرمي كومبوست القهوة. ويوضح أنه في ظل تأثير فيرمي كومبوست النفايات المنزلية وعصير فيرمي كومبوست يظهر تراكم الأحماض الأمينية والبروتينات القابلة للذوبان بنسبة كبيرة جدا وأنه يشير أيضا إلى تراكم عالي جدا من كاروتينويد بالنسبة لفيرمي كومبوست القهوة . ثانيا، فيرمي كومبوست النفايات المنزلية وعصير فيرمي كومبوست لديهما تركيب منخفض من البرولين ومجموع استهلاك السكر بالنسبة لفيرمي كومبوست القهوة والشهيد.

في النهاية، يمكننا أن نستنتج أن فيرمي كومبوست النفايات المنزلية الصلبة أو فيرمي كومبوست السائلة لهما تأثير على النمو والإنتاج وحتى على القياسات البيوكيميائية. عصير فيرمي كومبوست لديه القدرة على مقاومة الجفاف.

**الكلمات المفتاحية:** العقيدات، عصير فيرمي كومبوست، فاصولياء الشائعة ، فيرمي كومبوست أساس القهوة، فيرمي كومبوست النفايات المنزلية.

# **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

# **Chapitre II : Matériel et méthodes**

# **Chapitre III : Résultats et interprétations des résultats**

# **Chapitre IV : Discussion générale**

# **Chapitre V : Conclusion générale et perspectives**

## Chapitre III: Résultats

Le présent travail a porté sur l'évaluation de l'application par épandage de 2 formes de lombricompost solide (déchet ménager et marc de café ) et application foliaire de jus de lombricompost sur les traits de croissance, de production et Les paramètres physiologiques du haricot vert var. Alex en conditions semi-contrôlées sous serre tunnel. Ces mesures permettent d'identifier la capacité d'une bonne nutrition des plantes.

### 1. Evaluation de l'effet des différents types de vermicompost sur les paramètres de croissance de l'haricot vert

La fluctuation temporelle des traits de croissance de l'haricot a été étudiée sous l'effet de deux types de lombricompost. Nous avons considéré la croissance et la biomasse des parties aérienne et souterraine comme paramètres ayant la capacité de dévoiler l'aptitude du lombricompost chez le haricot vert.

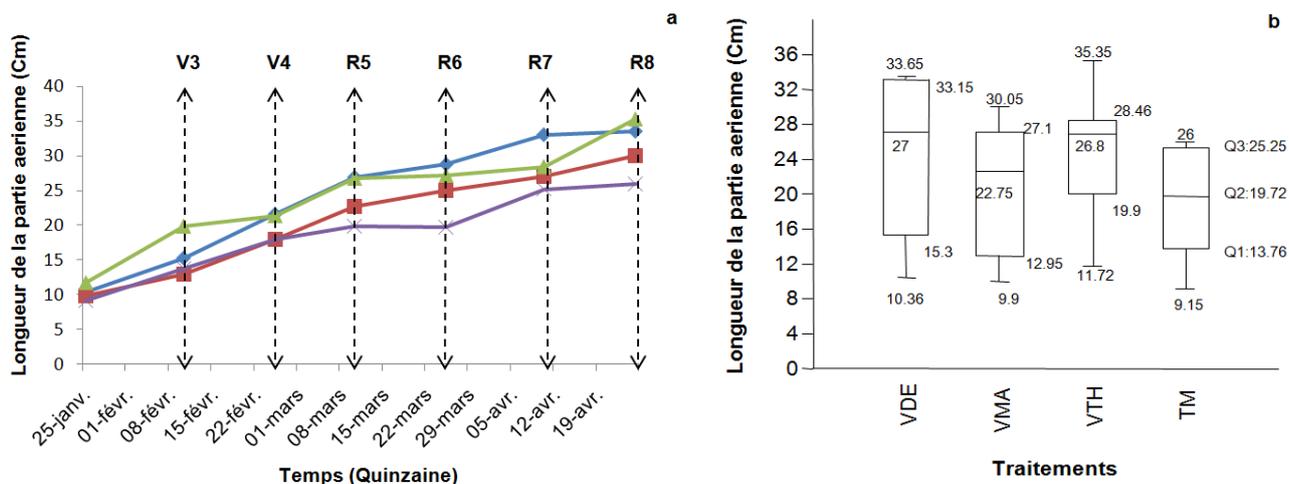
#### 1.1. Fluctuation de la longueur de la partie aérienne sous l'effet des différents types de vermicompost

Nous nous sommes proposés dans ce cadre d'étudier la variation temporelle de la longueur des plants d'haricot, dans un système présentant une hétérogénéité de traitements afin de visualiser l'effet des deux types de vermicompost: lombricompost solides (vermicompost déchet ménager, vermicompost marc de café) et vermicompost liquide (jus de lombricompost).

##### 1.1.1. Evolution temporelle de la croissance de la partie aérienne des plants sous l'effet des différents traitements

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la croissance en longueur des plants du haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.19) montrent que la croissance des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Cependant, il apparaît que l'effet du vermicompost de déchet ménager et du thé de, vermicompost est plus important que celui du vermicompost de marc café durant toutes les phases phénologiques des plants. Cependant, en phases floraison et formation des gousses, l'effet du vermicompost de déchet ménager se détache de celui du thé de vermicompost.

Les résultats de l'effet de traitements sur la croissance en longueur des plants de haricot reporté sur la figure (b.19) signalent que le vermicompost de déchet ménager a un effet remarquable que les autres traitements sur la longueur de la partie aérienne des plants et même par rapport au témoin.

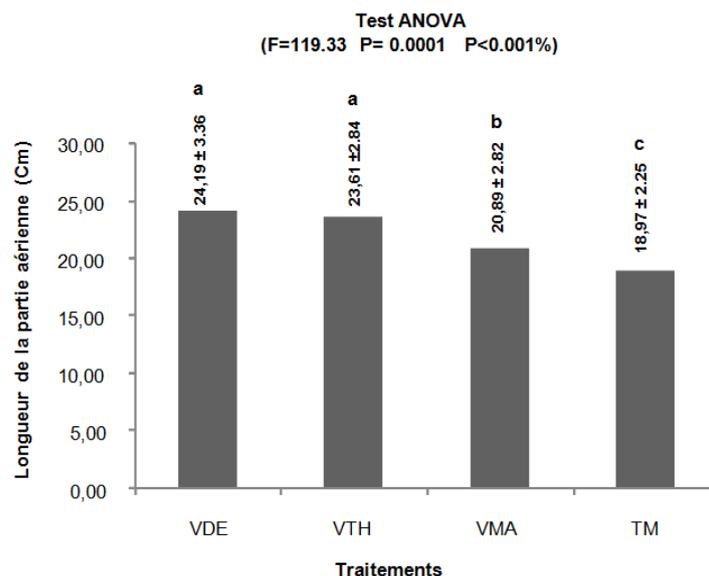


**Figure 19: Effet du vermicompost sur la croissance en longueur de la partie aérienne**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1<sup>er</sup> trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

### 1.1.2. Etude comparée de l'effet des bioproduits sur la croissance de la partie aérienne des plants

Les résultats reportés sur la figure 20 montrent que les traitements des bioproduit ont un effet hautement significatif ( $P = 0,0001$ ;  $P < 0,001$ ) sur la croissance en longueur des plants de haricot. Cependant, il ressort que le vermicompost de déchet ménager et le thé de vermicompost provoquent des effets qui se rapprochent (groupe a), mais qui se distinguent fortement de ceux du vermicompost de marc de café (groupe b) et du témoin (groupe c).



**Figure 20: Effet comparé du vermicompost sur la croissance en longueur de la partie aérienne**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café,  
VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

## 1.2. Fluctuation du poids frais de la partie aérienne sous l'effet des différents types de vermicompost

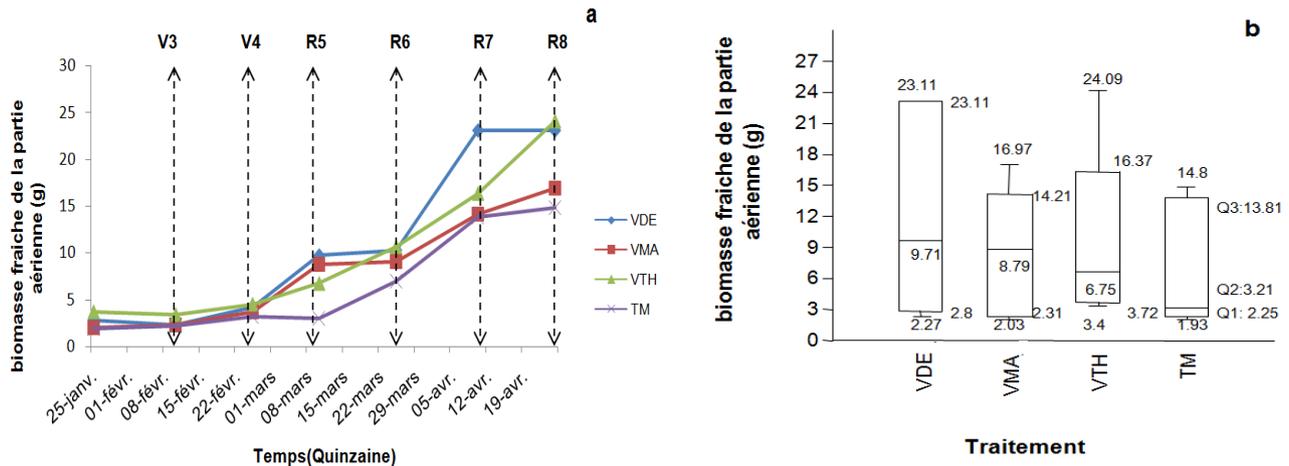
Nous nous sommes proposés d'étudier la variation temporelle de la biomasse aérienne des plants du haricot, dans un système présentant une hétérogénéité de traitements afin de visualiser l'effet des deux types de vermicompost: lombricompost solides (vermicompost déchet ménager, vermicompost marc de café) et vermicompost liquide (jus de lombricompost).

### 1.2.1. Fluctuation du poids frais de la partie aérienne sous l'effet des différents types de vermicompost

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la biomasse fraîche de la partie aérienne des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.21) montrent que le poids de la partie aérienne des plants traités est beaucoup plus favorisé que celle des plants témoins. Cependant, il apparaît que l'effet du vermicompost de déchet ménager et du thé de vermicompost est plus important que celui du vermicompost de marc café durant les phases phénologiques déploiement du 1<sup>er</sup> trifolié, déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, floraison, formation des gousses et le remplissage des gousses. Cependant en phases préfloraison, le vermicompost de déchet ménager et celui

de vermicompost de marc café ont presque un effet similaire sur la biomasse aérienne.

Les résultats de l'effet de différents types de vermicompost sur la biomasse aérienne des plants du haricot reporté sur la figure (b.21) montrent que le vermicompost de déchet ménager et le thé de vermicompost ont un effet remarquable plus, alors que le vermicompost de marc café et le témoin ont un effet similaire sur le poids frais aérien.

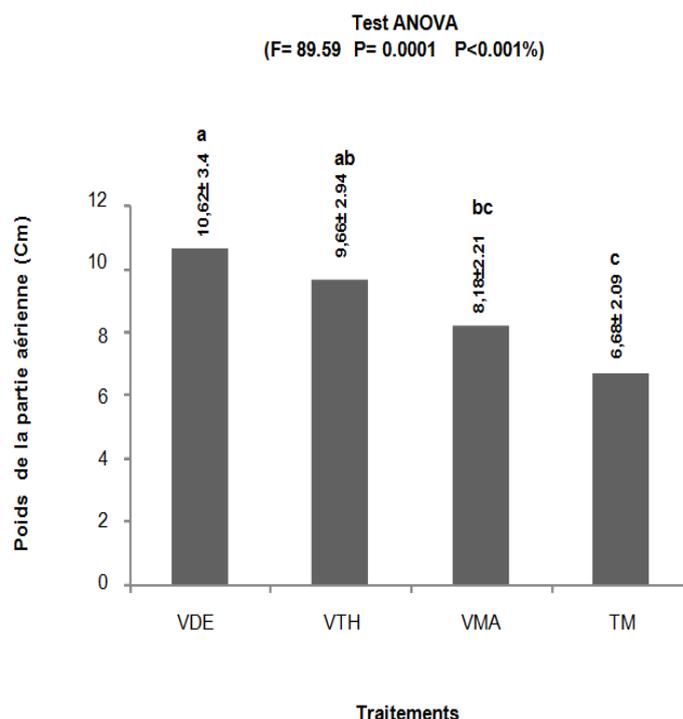


**Figure 21: Effet du vermicompost sur la biomasse fraîche de la partie aérienne**

- VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1<sup>er</sup> trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

### 2.1.2. Etude comparée de l'effet des bioproduits sur le poids frais de la partie aérienne

Les résultats reportés sur la figure 22 montrent que les traitements des bioproduits ont un effet hautement significatif ( $p=0.0001$   $p<0.001$ ) sur le poids frais de la partie aérienne des plants de haricot. Cependant, il ressort que les vermicompost de déchet ménager (groupe a), de thé de vermicompost (groupe ab) ont un effet qui se distingue de celui du témoin (groupe c), qui se rapproche lui-même de celui du vermicompost de marc café (groupe bc) dont l'effet présente une certaine similitude avec celui du vermicompost de déchet ménager (groupe ab).



**Figure 22: Effet du vermicompost sur la biomasse fraîche de la partie aérienne**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

## 2.2. Fluctuation du poids sec de la partie aérienne sous l'effet des différents types de vermicompost

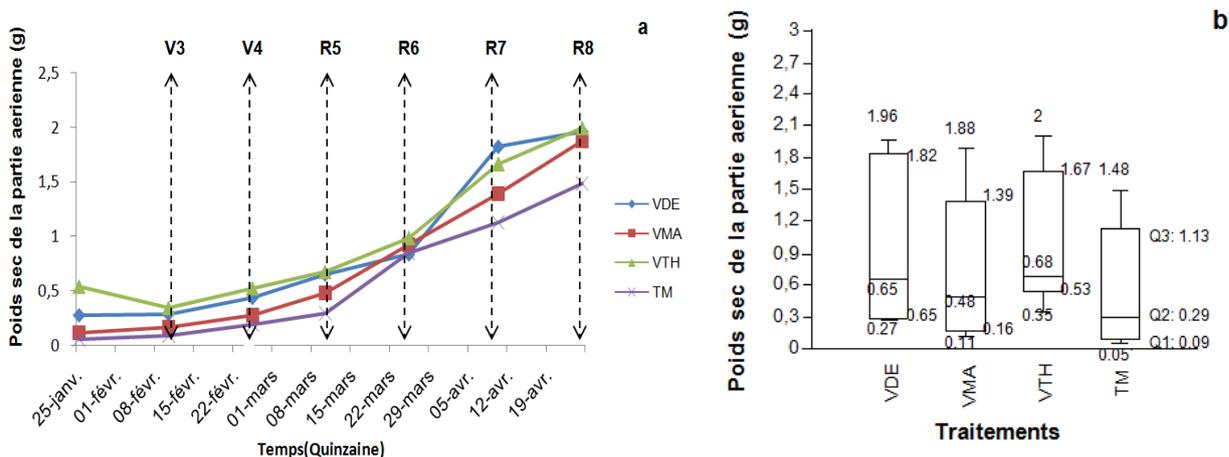
Variation temporelle du poids sec de la partie aérienne du haricot a été examinée sous l'effet des deux types de vermicompost solides et liquide.

### 1.3.1. Evolution temporelle de la biomasse sèche de la partie aérienne des plants sous l'effet des différents régimes

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la biomasse sèche de la partie aérienne des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.23) montrent que la biomasse sèche des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Cependant, il apparaît que l'effet du vermicompost de déchet ménager et du thé de vermicompost est plus important que celui du vermicompost de marc café durant toutes les phases phénologiques des plants. Cependant en phases R6, tous les traitements et même le témoin ont effet similaire sur la biomasse sèche des plants du haricot.

Les résultats de l'effet de traitements sur la croissance de la biomasse sèche de la partie aérienne des plants du haricot reporté sur la figure (b.23) montrent que la biomasse sèche des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des

plants témoins. En outre, il ressort que le vermicompost de déchet ménager a un effet remarquable que les autres traitements (vermicompost de marc café et le thé de vermicompost) sur la biomasse sèche de la partie aérienne des plants du haricot.

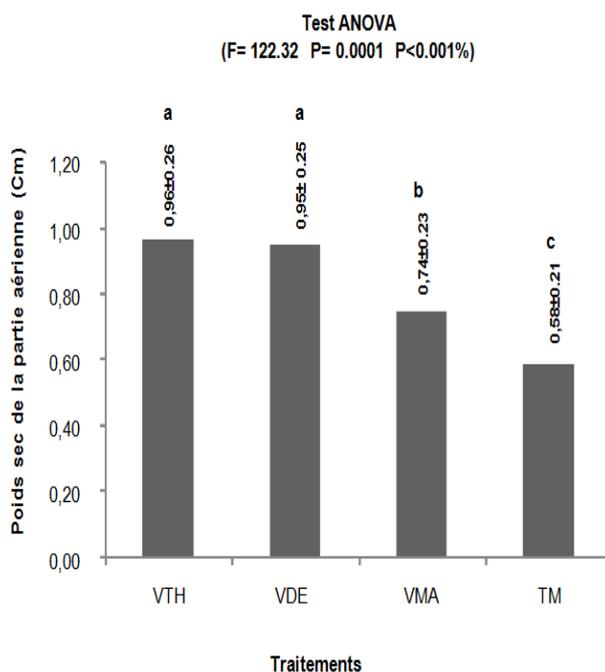


**Figure 23: Effet du vermicompost sur la croissance en poids sec de la partie aérienne**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

### 1.3.2. Etude comparée de l'effet des bioproduits sur le poids sec de la partie aérienne des plants

Les résultats de la figure 24 montrent que les bioproduits ont un effet hautement significatif sur le poids sec de la partie aérienne des plants du haricot. Cependant, il ressort que les résultats en ordre d'efficacité sont le thé de vermicompost et le vermicompost déchet ménager a un effet significatif (groupe a) puis le vermicompost de marc de café (groupe b) en se distinguant fortement de témoin (groupe c).



**Figure 24: Effet de différents types de vermicompost sur le poids sec de la partie aérienne**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café,  
VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

#### 1.4. Fluctuation de la longueur des racines l'effet des différents types de vermicompost

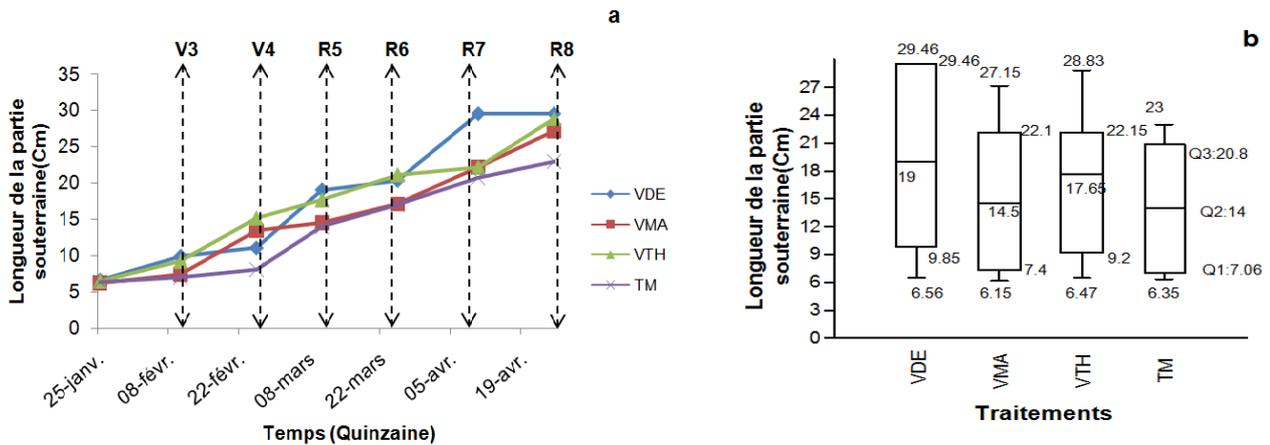
Dans cette partie en illustrent les résultats de la variation en longueur de la partie racinaire des plantules d'haricot à travers l'application de vermicompost solides (vermicompost déchet ménager et lombricompost marc de café) par épandage et l'application foliaire de thé de lombricompost.

##### 1.4.1. Evolution temporelle de la longueur des racines plants sous l'effet des différents traitements

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la croissance en longueur des racines des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.25) montrent que la croissance des racines des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Cependant, il apparait que l'effet du vermicompost de déchet ménager et du thé de vermicompost est plus important que celui du vermicompost de marc café dont le thé de vermicompost a un effet sur la longueur des racines durant les phases phénologiques : déploiement du 1<sup>er</sup> trifolié, déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée et floraison.

. Alors que le déchet ménager est plus efficace durant les phases phénologiques : préfloraison, formation des gousses, remplissage des gousses. Cependant en phases : préfloraison et floraison, l'effet du vermicompost de marc café est similaire du témoin.

Les résultats de l'effet de traitements sur la croissance en longueur des racines des plants de haricot reporté sur la figure (b.25) signalent que le vermicompost de déchet ménager a un effet remarquable sur la longueur de la partie souterraine des plants. Alors que le thé de vermicompost et le vermicompost de marc café et témoin ont un même effet sur la longueur des racines.

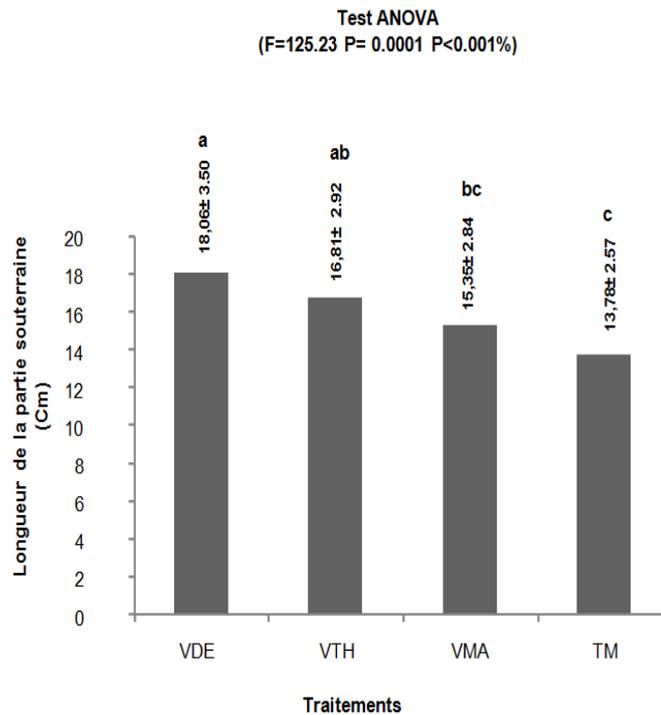


**Figure 25: Effet du vermicompost sur la croissance en longueur de la partie souterraine**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

#### 1.4.2. Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur la longueur de la partie souterraine des plants

La figure 26 fait apparaître l'effet de différents types de vermicompost sur la croissance en longueur racinaire. La croissance racinaire chez les plants traités est significative par rapport aux plants témoin. Le vermicompost de déchet ménagé a un effet hautement significative que les autres traitements sur la longueur des racines (Groupe a). Le thé de vermicompost est moins significatif que le vermicompost de déchet ménager (Groupe ab). Alors que le vermicompost de marc de café et moins significatif que le thé de vermicompost (Groupe bc). Le témoin est faiblement significatif que les autres traitements (Groupe c).



**Figure 26: Effet du vermicompost sur la croissance en longueur de la partie souterraine**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

### 1.5. Fluctuation du poids des racines sous l'effet des différents types de vermicompost

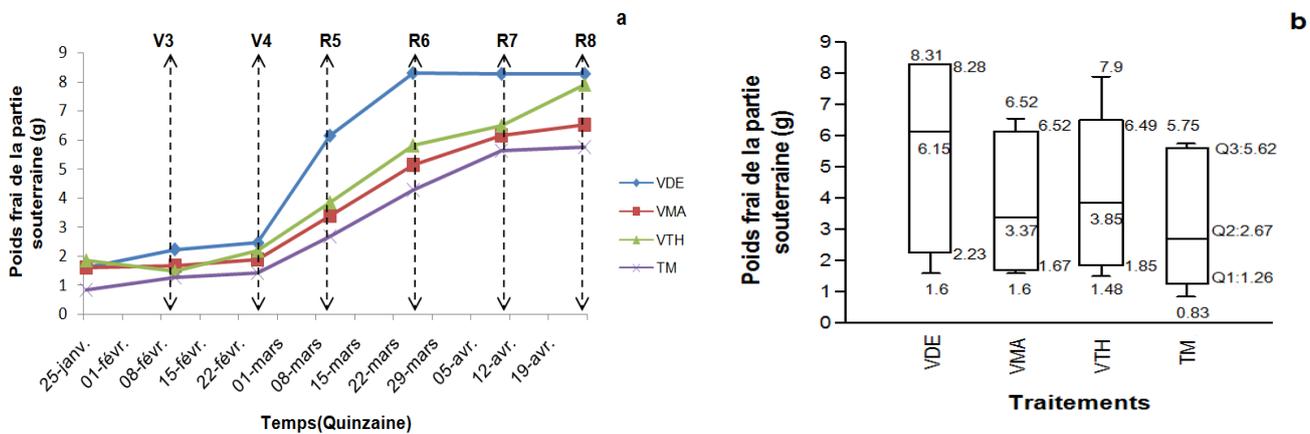
Afin d'évaluer l'effet des deux types de lombricompost sur la vigueur des plants, nous avons étudié la fluctuation temporelle du poids frais et poids sec de la partie souterraine de plantules d'haricot.

#### 1.5.1. Fluctuation du poids frais des racines sous l'effet des différents types de vermicompost

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la biomasse des racines des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.27) montrent que la biomasse fraîche des racines des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Cependant, il apparaît que l'effet du vermicompost de déchet ménager est plus important que celui du vermicompost de marc café et du thé de vermicompost dont le vermicompost de déchet ménager a un effet remarquable sur la biomasse fraîche des racines durant tout les stades phénologiques. Alors que le thé de vermicompost est plus efficace durant les phases phénologiques : préfloraison, floraison, formation des gousses

et remplissage des gousses. Cependant durant les phases phenologiques déploiement du 1er trifolié et déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, l'effet du vermicompost de marc café et du thé de vermicompost sur la biomasse fraiche des racines est similaire.

Les résultats de l'effet de traitements sur la biomasse fraiche des racines des plants de haricot reporté sur la figure (b.27) signalent que la biomasse des racines des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Le vermicompost de déchet ménager a un effet remarquable sur la biomasse fraiche de la partie souterraine des plants. Alors que le thé de vermicompost et le vermicompost de marc café ont presque un même effet.

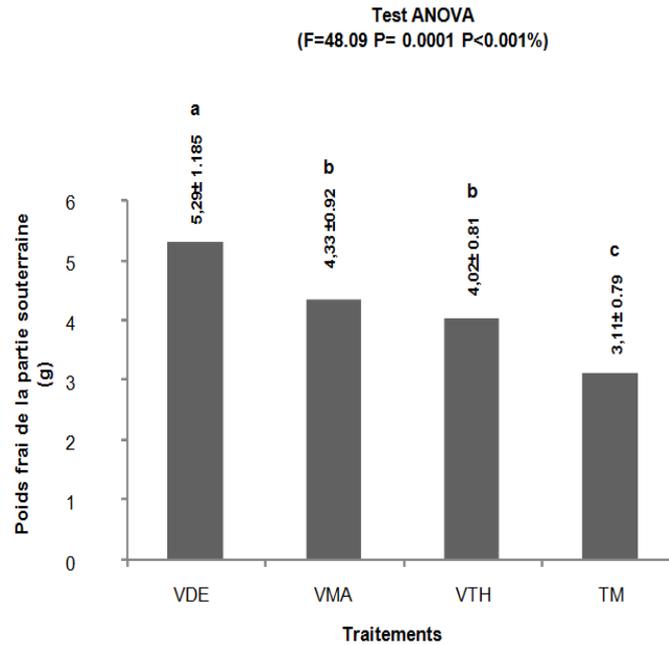


**Figure 27: Effet du vermicompost sur la croissance en poids frais de la partie souterraine**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4 : déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

### 1.5.2. Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur le poids frais de la partie souterraine des plants

Les résultats reportés sur la figure 28 montrent que les traitements des bioproduit ont un effet hautement significatif ( $P= 0,0001$ ;  $P < 0,001$ ) sur la biomasse fraiche des racines des plants de haricot. Cependant, il ressort que le vermicompost de déchet ménager provoquent des effets très significatifs que les autres traitements, le thé de vermicompost et le vermicompost de marc café se rapprochent (groupe b), mais qui se distinguent fortement de ceux du témoin (groupe c).



**Figure 28: Effet du vermicompost sur la croissance en poids frais de la partie souterraine**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

### 1.6. Fluctuation du poids sec des racines sous l'effet des différents types de vermicompost

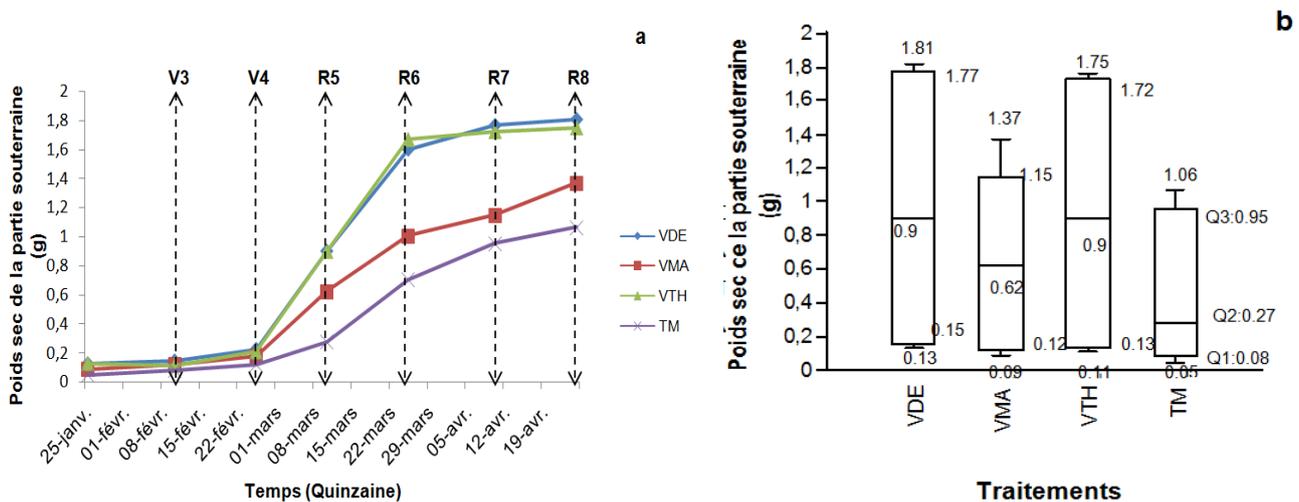
Nous nous sommes proposés dans ce cadre d'étudier la variation temporelle de poids sec des racines des plants d'haricot, dans un système présentant une hétérogénéité de traitements afin de visualiser l'effet des deux types de vermicompost: lombricompost solides (vermicompost déchet ménager, vermicompost marc de café) et vermicompost liquide (jus de lombricompost).

#### 1.6.1. Fluctuation temporelle du poids sec des racines sous l'effet des différents types de vermicompost

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la biomasse sèche des racines des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.29) montrent que la biomasse sèche des racines des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Cependant, il apparaît que l'effet du vermicompost de déchet ménager et du thé de vermicompost est plus important que celui du vermicompost de marc café dont le vermicompost de déchet ménager a un effet remarquable sur la biomasse sèche des racines durant les phases phénologiques : formation des gousses et remplissage des gousses. Alors que le thé de vermicompost est plus efficace durant la phase

phénologique R6. Cependant durant les phases phénologiques V3 et V4, l'effet des traitements (vermicompost de marc café, thé de vermicompost et vermicompost de déchet ménager) sur la biomasse sèche des racines est similaire.

Les résultats de l'effet de traitements sur la biomasse fraîche des racines des plants de haricot reporté sur la figure (b.29) signalent que la biomasse sèche des racines des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Le vermicompost de déchet ménager et le thé de vermicompost ont un effet remarquable sur la biomasse sèche de la partie souterraine des plants. Alors que le vermicompost de marc café a un faible effet sur la biomasse sèche des racines par rapport aux vermicompost de déchet ménager et de thé de vermicompost.

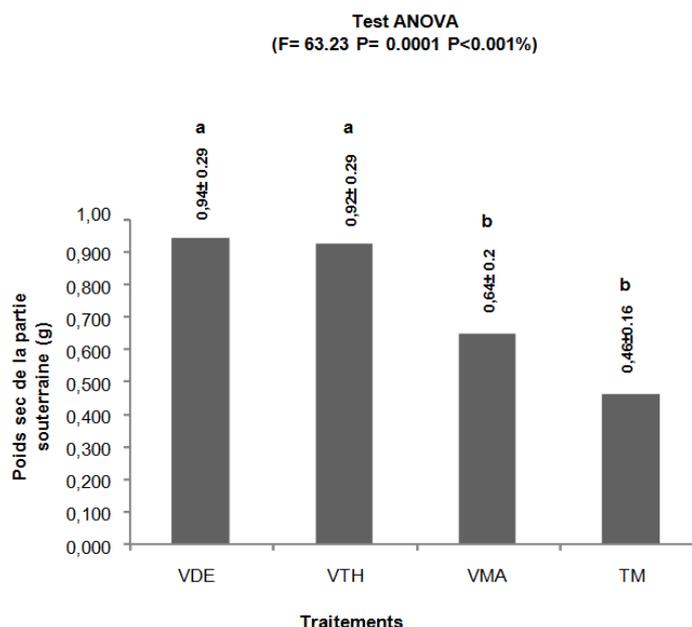


**Figure 29: Effet du vermicompost sur la croissance en poids sec de la partie souterraine**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses)

### 1.6.2. Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur le poids frais de la partie souterraine des plants

Les résultats reportés sur la figure 30 montrent que les traitements des bioproduit ont un effet hautement significatif ( $P= 0,0001$ ;  $P < 0,001$ ) sur la biomasse sèche des racines des plants de haricot. Cependant, il ressort que le vermicompost de déchet ménager et le thé de vermicompost provoquent des effets significatifs qui se rapprochent (groupe a), mais qui se distinguent fortement de ceux du vermicompost de marc de café (groupe b) et du témoin (groupe c).



**Figure 30: Effet du vermicompost sur la croissance en poids sec de la partie souterraine**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

## 2. Evaluation de l'effet des différents types de vermicompost sur les paramètres de production de l'haricot vert

L'évaluation temporelle des traits de production du haricot a été étudiée sous l'effet de différents types de lombricompost. Nous avons considéré la production de l'haricot paramètres ayant la capacité de dévoiler l'aptitude du lombricompost chez le haricot vert.

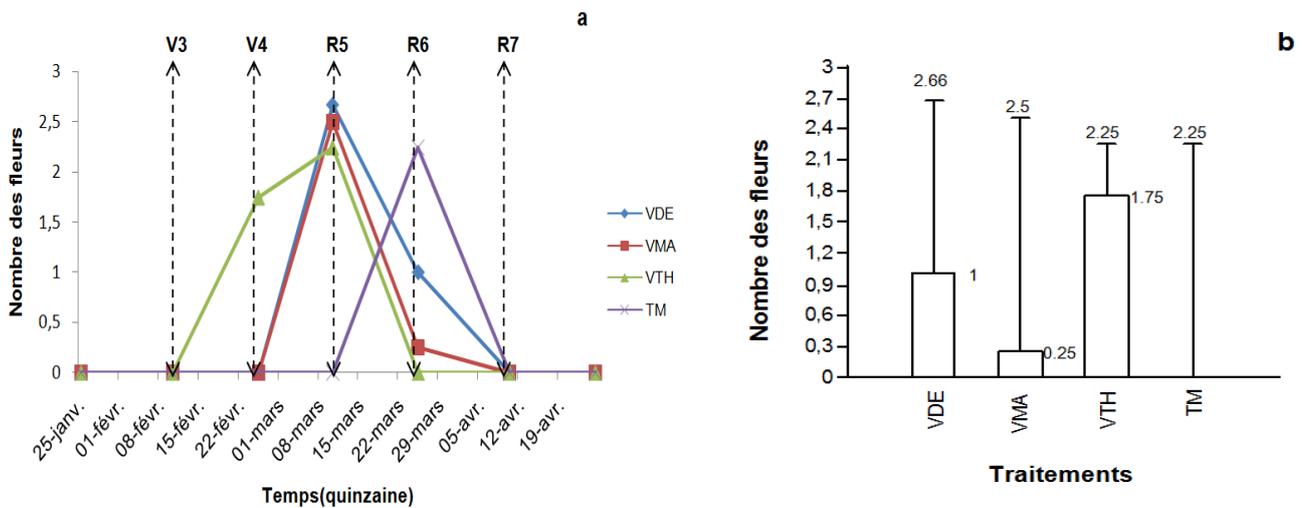
### 2.1. Variation de la production florale sous l'effet de différents types de vermicompost

Nous nous sommes proposés dans ce cadre d'étudier la variation temporelle de la production florale des plants d'haricot, dans un système présentant une hétérogénéité de traitements afin de visualiser l'effet des deux types de vermicompost: lombricompost solides (vermicompost déchet ménager, vermicompost marc de café) et vermicompost liquide (jus de lombricompost).

**2.1.1 Variation temporelle de la production florale de l’haricot sous l’effet des différents types de vermicompost**

Les résultats de l’évolution hebdomadaire de production florale des plants de haricot sous l’effet des différents traitements reportés sur la figure (a.31) montrent que la production florale des plants traités est beaucoup précocée que celle des plants témoins. Cependant, il apparaît que l’effet du thé de vermicompost est précocée que celui du vermicompost de marc café et du vermicompost de déchet ménager (les phases phénologiques : déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée et). Le vermicompost de déchet ménager et le marc de café ont un même effet durant la préfloraison. Cependant il ya une production florale des plants témoin durant la floraison.

Les résultats de l’effet de traitements sur la floraison des plants de haricot reporté sur la figure (b.31) signalent que la production florale des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Le vermicompost de déchet ménager a un effet remarquable sur le nombre des fleurs. Alors que le vermicompost de marc café a un faible effet sur la production florale par apport aux vermicompost de déchet ménager et de thé de vermicompost.

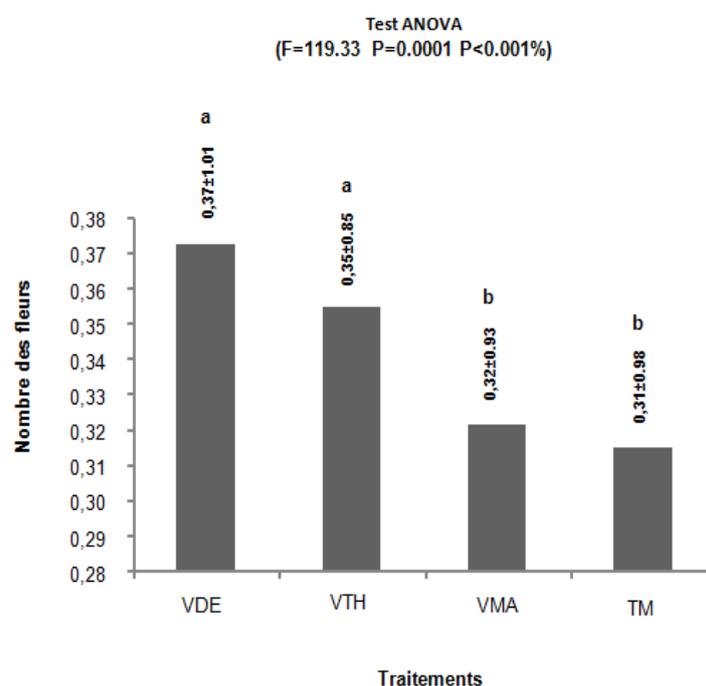


**Figure 31: Effets différents types de vermicompost sur la production florale de l’haricot**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses.

### 2.1.2. Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur la production florale

Les résultats reportés sur la figure 32 montrent que les traitements des bioproduit ont un effet hautement significatif ( $P=0,0001$ ;  $P<0,001$ ) sur le nombre des fleurs des plants de haricot. Cependant, il ressort que le vermicompost de déchet ménager et le thé de vermicompost provoquent des effets significatifs qui se rapprochent (groupe a), mais qui se distinguent fortement de ceux du vermicompost de marc de café (groupe b) et du témoin (groupe b).



**Figure 32: Effets différents types de vermicompost sur la production florale de l'haricot**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

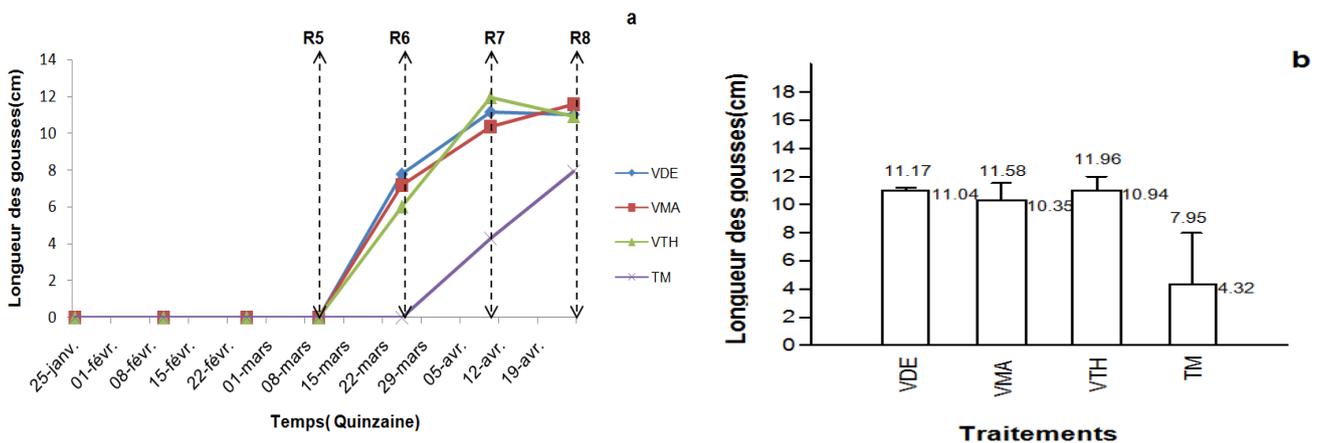
### 2.2. Variation de la fructification de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost

Nous nous sommes proposés d'étudier la variation temporelle de la fructification des plants du haricot, dans un système présentant une hétérogénéité de traitements afin de visualiser l'effet de différents types de vermicompost: vermicompost déchet ménager, vermicompost marc de café et le jus de vermicompost.

**2.2.1. Variation temporelle de la longueur de gousses de l’haricot sous l’effet des différents types de vermicompost**

La figure (a.33) représente la longueur de gousses sous l’effet de différents types de vermicompost L’apparition des gousses est signalés à partir de la phase phénologique R5 chez les différents types de vermicompost par contre chez le témoin est à partir de la phase phénologique R6 .Il ya un gain dans la longueur des gousses chez les différents types de vermicompost la grande valeur en longueur de gousses est marqué chez le déchet ménager dans la phase R6 alors que dans la phase R7 c’est le thé de vermicompost par contre il ya un faible effet sur dans la longueur n des gousses des plants témoin.

Les résultats de l’effet de traitements sur la longueur de gousses des plants de haricot reporté sur la figure (b.33) signalent que la production en longueur des gousses des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Les plants traités par les différents types de vermicompost ont le même effet sur la longueur de gousses.



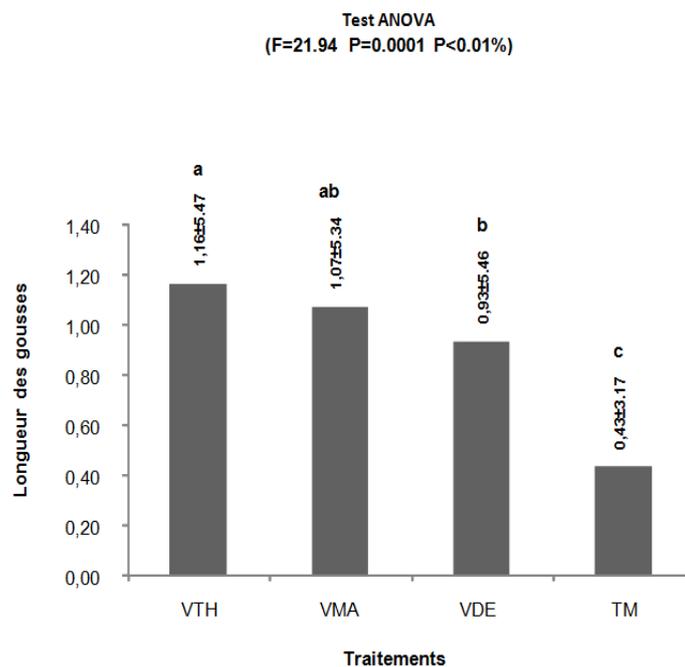
**Figure 33: Effet du vermicompost sur la croissance en longueur des gousses**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses.

### 2.2.2. Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur la croissance en longueur de gousses

Les résultats de l'analyse de test ANOVA montrent que les traitements exercent un effet significatif ( $p=0,0001$ ,  $p<0,01\%$ )

Les résultats apportées sur la figure 34 montrent que le thé de vermicompost a un effet hautement significatif (groupe a) sur la longueur des gousses et même pour le vermicompost de marc café et le vermicompost de déchet ménager presque ils ont un même effet mais il se distingue du témoin qui a un effet moins significatif que les autres traitements (groupe c).



**Figure 34: Effet du vermicompost sur la croissance en longueur des gousses**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

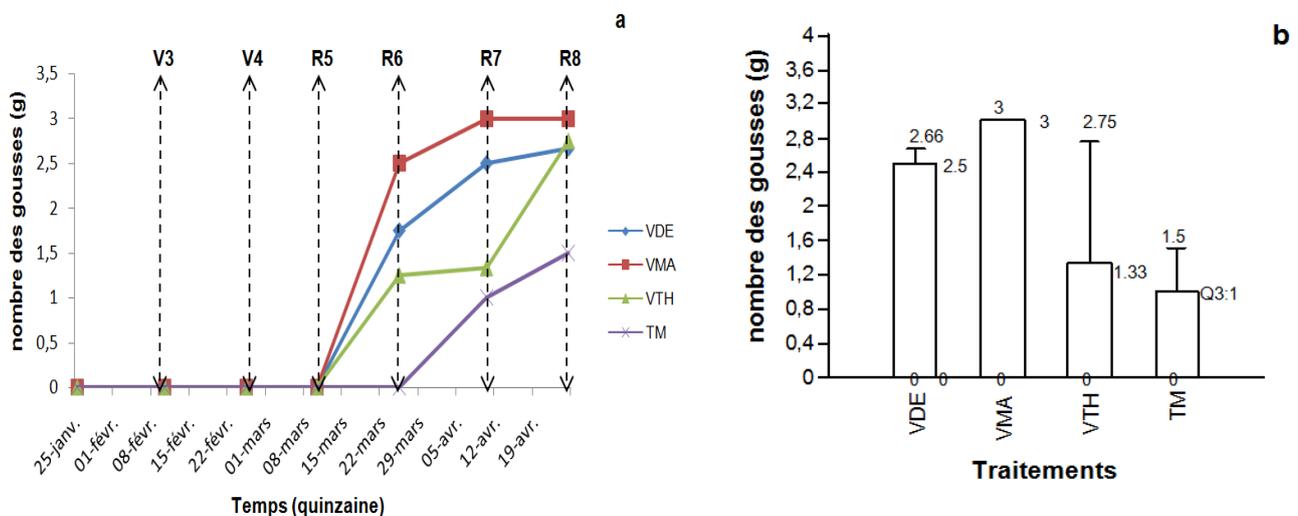
### 2.3. Variation de la production de gousse de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost

Nous nous sommes proposés d'étudier la production temporelle de gousses des plants du haricot, dans un système présentant une hétérogénéité de traitements afin de visualiser l'effet des deux types de vermicompost: lombricompost solides (vermicompost déchet ménager, vermicompost marc de café) et vermicompost liquide (jus de lombricompost).

**2.3.1. Variation temporelle de nombre de gousses de l’haricot sous l’effet des différents types de vermicompost**

La figure (a.35) présentant l’effet de différents types de vermicompost sur le nombre de gousses .les résultats montrent que le nombre de gousse à partir de la phase R5 il ya un gain de gradation jusqu’à la phase R8 pour tout les profils. La production des gousses des plants traités est beaucoup précause que celle des plants témoins. Cependant, il apparait les plants traités par le vermicompost de marc de café produisent beaucoup de gousses que le déchet ménager et le thé de vermicompost. En revanche que le témoin à moins de production en nombre de gousses.

Les résultats de l’effet de traitements sur la production de gousses des plants de haricot reporté sur la figure (b.35) signalent que la production des gousses des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Les plants traités par le vermicompost de marc café a un effet très importants sur la production des gousses de même le vermicompost de déchet ménager. En revanche que, le thé de vermicompost a un faible effet sur le nombre de gousses.



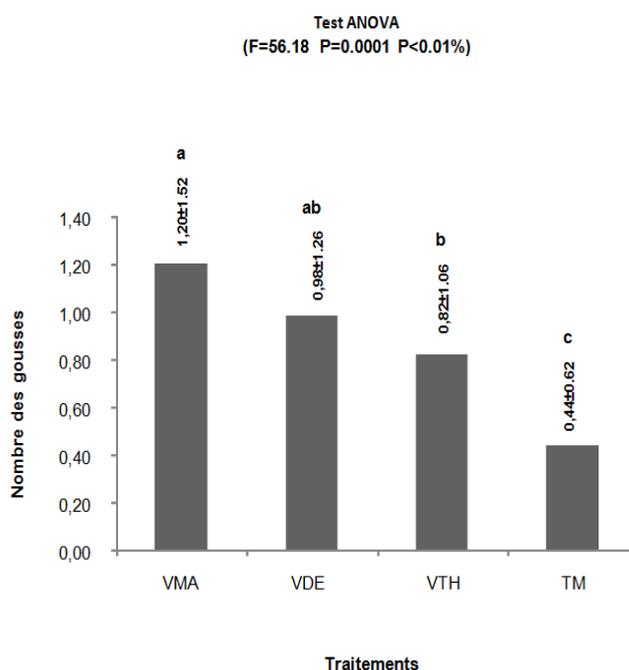
**Figure 35: Effet du vermicompost sur la croissance des gousses**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses.

### 2.3.2. Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur le nombre de gousses

Les résultats de l'analyse de test ANOVA montrent que les traitements exercent un effet significatif ( $p=0,0001$ ,  $p<0,01\%$ ).

La figure 36 montrant que le vermicompost de marc café a un effet très significatif que les autres traitements mais le déchet ménager et le thé de vermicompost ont presque un même effet sur le nombre de gousses, alors que le témoin a un effet faiblement significatif.



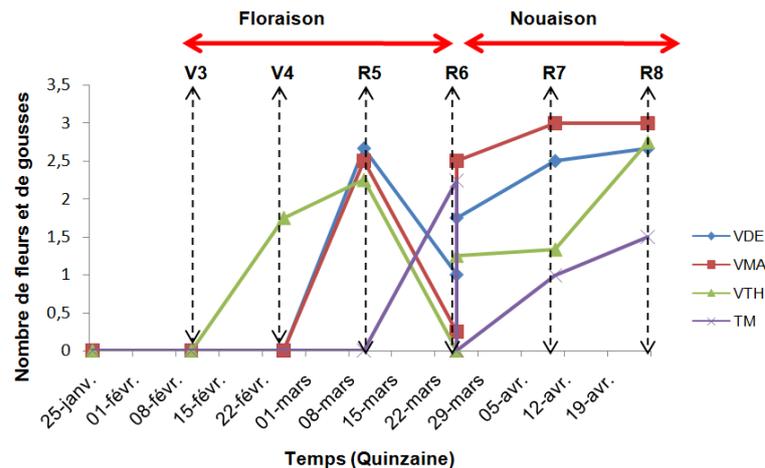
**Figure 36: Effet du vermicompost sur la croissance des gousses**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

### 2.4. Effet différents types de vermicompost sur la relation production florale/fructification

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la relation production florale/fructification des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.37) montrent que la production florale des plants traités est beaucoup précause que celle des plants témoins. Cependant, il apparaît que l'effet du thé de vermicompost est précause que celui du vermicompost de marc de café et du vermicompost de déchet ménager (la phase phénologique V4 et R5). Le vermicompost de déchet ménager et le marc de café ont un même effet

sur la production des fleurs durant la phase phénologique R5. Cependant il ya une production florale des plants témoin durant la phase phénologique R6. Les plants traités sont beaucoup plus productif que les plants témoins. Le vermicompost de marc café a un effet plus important sur la production de gousses durant les phases phénologiques R6, R7, R8.



**Figure 37: Effet différents types de vermicompost sur la relation production florale/fructification**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

### 3. Evaluation de l'effet des différents types de vermicompost sur les physiologiques de l'haricot vert

La fluctuation temporelle des traits biochimiques de l'haricot a été étudiée sous l'effet de différents types de vermicompost. Nous avons considéré l'accumulation de la chlorophylle, des acides aminés, de protéines solubles et l'expression de quelques osmorégulateurs les sucres totaux et la proline comme paramètres pour évaluer l'effet de différents types de vermicompost sur les plants du haricot.

### **3.1. Expression de la synthèse chlorophyllienne du limbe sous l'effet des différents types de vermicompost**

Cette partie est consacrée à la présentation des résultats du remaniement des taux de la chlorophylle a chlorophylle b et chlorophylle totale obtenus à travers l'application des différents types de bio fertilisants (vermicompost déchet ménager, thé de vermicompost et vermicompost de marc de café).

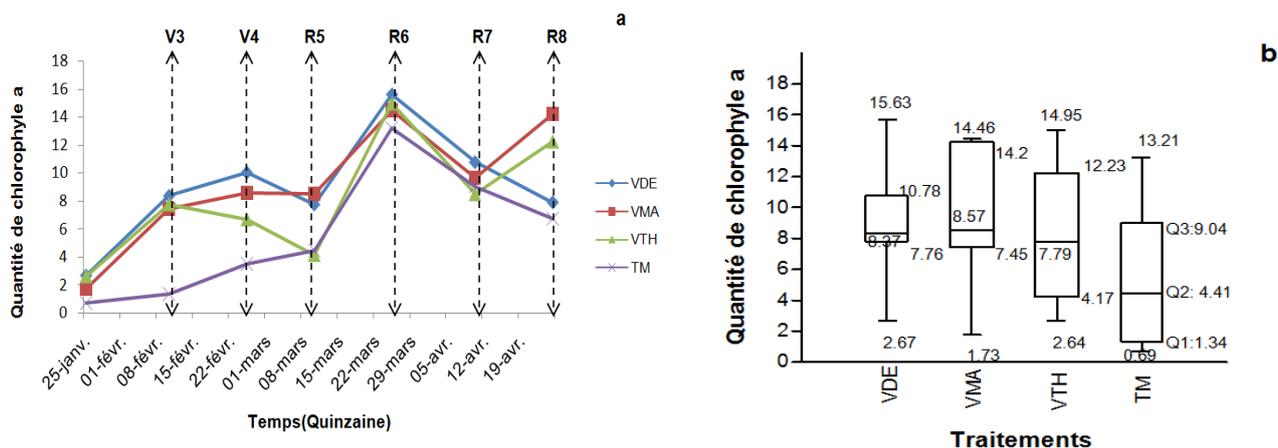
#### **3.1.1. Expression de la synthèse de chlorophylle a sous l'effet des différents types de vermicompost**

Nous nous sommes proposés dans ce cadre d'étudier la variation temporelle de la synthèse de chlorophylle a des plants d'haricot, dans un système présentant une hétérogénéité de traitements afin de visualiser l'effet des deux types de vermicompost: lombricompost solides (vermicompost déchet ménager, vermicompost de marc de café) et vermicompost liquide (jus de vermicompost)

##### **3.1.1.1. Variation temporelle de la synthèse de la chlorophylle a de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost**

La figure (a.38) présente la variation temporelle de l'accumulation chlorophyllienne du limbe sous l'effet de différents types de vermicompost. La fluctuation hebdomadaire d'accumulation de la chlorophylle a chez les plants d'haricot sous l'effet du lombricompost. Les résultats font ressortir que les taux d'accumulations sous l'effet du vermicompost déchet ménager et le vermicompost de marc de café et le jus de vermicompost exposent une même tendance durant le cycle végétatif de l'haricot. La quantité de chlorophylle a la plus importante est signalée chez le vermicompost de déchet ménager durant les phases phénologiques ; déploiement du 1er trifolié, déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, floraison et formation des gousses, mais durant les phases phénologiques : préfloraison et remplissage des gousses le vermicompost de marc café a un effet remarquable sur l'accumulation de chlorophylle a. Par contre, le témoin a marqué une faible accumulation chlorophyllienne par rapport aux plants traités par les différents types de vermicompost.

Les résultats de l'effet de traitements sur la longueur de gousses des plants de haricot reporté sur la figure (b.38) signalent que la production des gousses des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Les plants traités par le vermicompost de marc café a un effet très importants sur l'accumulation de chlorophylle a, le vermicompost de déchet ménager a un faible effet par rapport au thé de vermicompost sur l'accumulation chlorophyllienne.



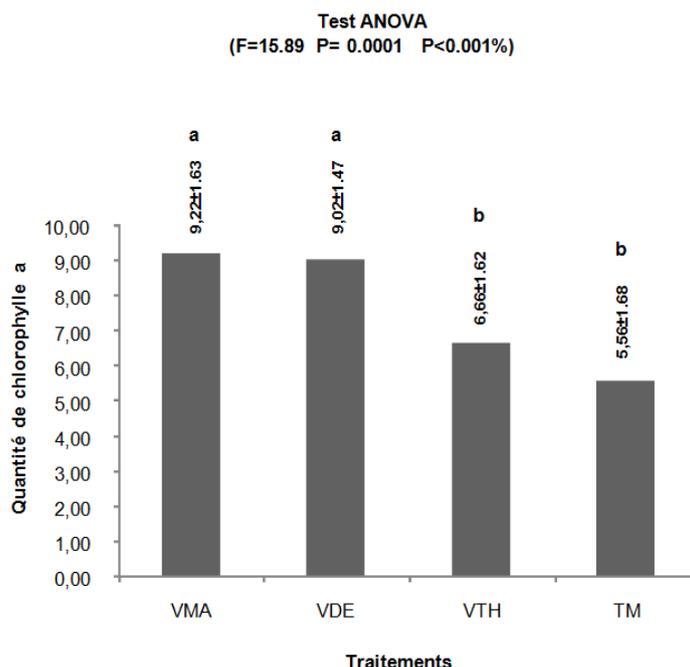
**Figure 38: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de chlorophylle a**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

### 3.1.1.2. Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur l'accumulation chlorophylle a chez les plants du haricot

Les résultats de l'analyse de test ANOVA montrent que les traitements exercent un effet très significatif ( $p=0,0001$ ,  $p<0,01\%$ ).

Les analyses nous informent que le taux d'accumulation de la chlorophylle a chez les plants traités par le vermicompost de déchet ménager et en marc de café sont très importants et leur effet est hautement significatif (Groupe a) que le thé de vermicompost (Groupe b) et le témoin est faiblement significatif sur l'accumulation de chlorophylle a (Groupe b).



**Figure 39: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de chlorophylle a**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

### 3.1.2. Expression de la synthèse de chlorophylle b sous l'effet des différents types de vermicompost

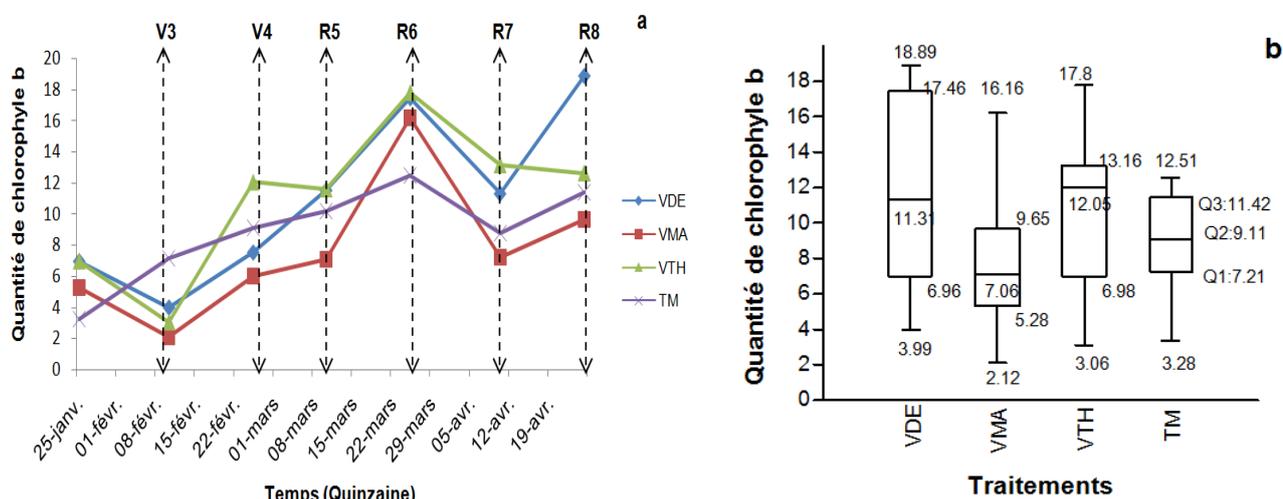
Dans cette section, la variation temporelle de chlorophylle b a été estimée sous les différents traitements adoptés pour la culture de l'haricot.

#### 3.1.2.1. Variation temporelle de la synthèse de la chlorophylle b de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost

La figure (a40) présente l'effet de différents types de vermicompost sur la synthèse de chlorophylle b. La variation temporelle de la synthèse de chlorophylle b. Les plants traités par le vermicompost de déchet ménager et le jus de vermicompost ont un effet sur l'accumulation de chlorophylle b plus importantes que le témoin dans les phases phénologiques : préfloraison, floraison, formation des gousses et remplissage des gousses. Par contre le vermicompost e un effet d'accumulation faible que le témoin et les autre traitements sauf dans la floraison.

Les résultats de l'effet de traitements sur la synthèse de chlorophylle b des plants de haricot reporté sur la figure (b.40) signalent que la synthèse de chlorophylle b des plants traités par le vermicompost de déchet ménager, par le thé de

vermicompost et de témoin beaucoup plus favorisée que celle des plants traités par le vermicompost de marc café. Les plants traités par le vermicompost déchet ménager a un effet plus important sur l'accumulation de chlorophylle b, le vermicompost de marc café a un faible effet par apport au thé de vermicompost sur l'accumulation de chlorophylle b.



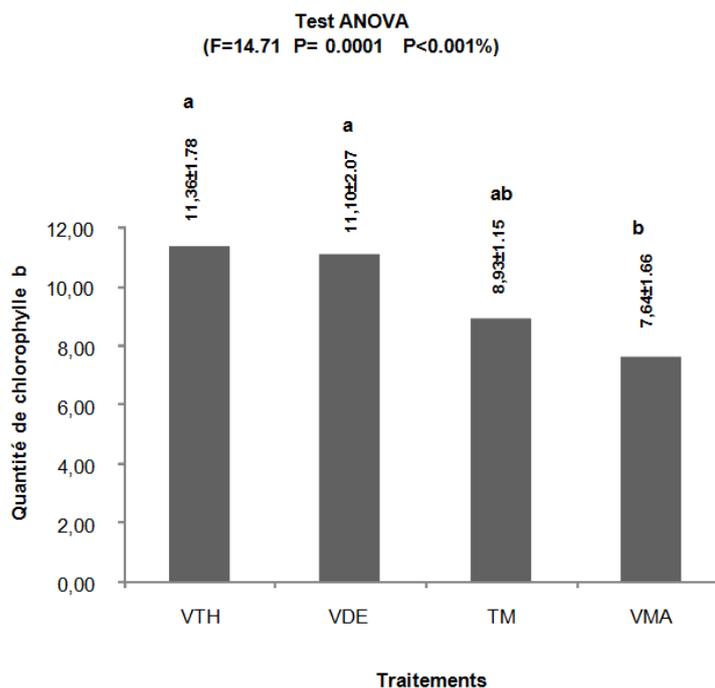
**Figure 40: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de chlorophylle b**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>es</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

**3.1.2.2. Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur l'accumulation chlorophylle b chez les plants du haricot**

Les résultats de l'analyse de test ANOVA montrent que les traitements exercent un effet significatif ( $p=0,0001$ ,  $p<0.01\%$ ).

La figure 41 montre que le thé de vermicompost et le vermicompost de déchet ménager provoquent un effet hautement significatif (groupe a).Le témoin a un effet mais il est moins significatif que les premiers traitements. Alors que, le vermicompost de marc café est faiblement significatif que le témoin.



**Figure 41: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de chlorophylle b**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM : témoin

### 3.1.3. Expression de la synthèse de Caroténoïde sous l'effet des différents types de vermicompost

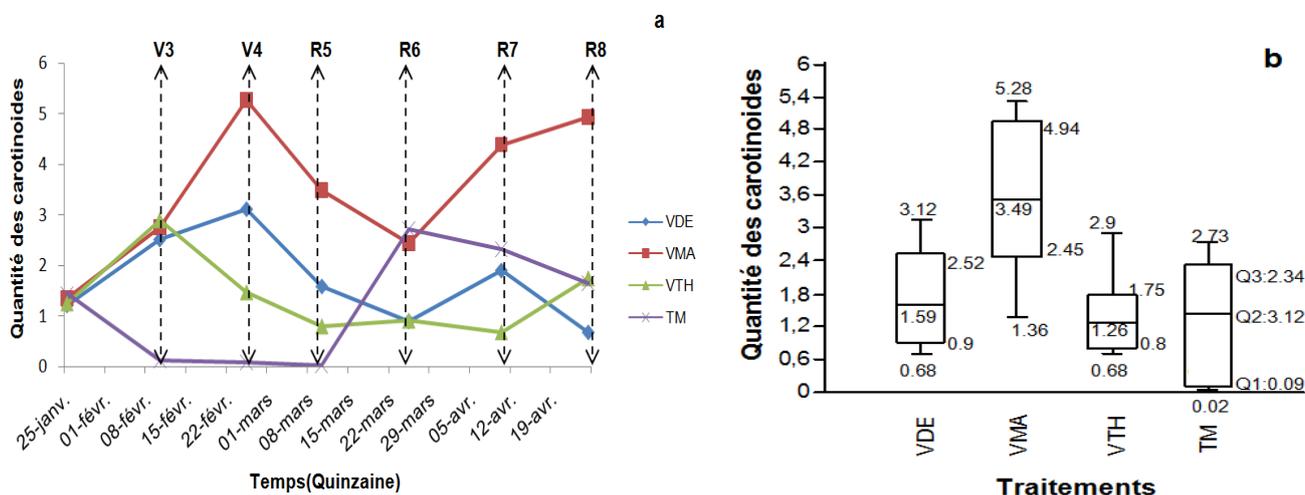
Dans cette partie, la variation temporelle de caroténoïde a été estimée sous les différents traitements adoptés pour la culture de l'haricot

#### 3.1.3.1. Variation temporelle de la synthèse de caroténoïde de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la synthèse de caroténoïde des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.42) montrent que la synthèse de caroténoïde des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins durant le déploiement du 1<sup>er</sup> trifolié, déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée et préfloraison. Cependant, il apparaît que l'effet du vermicompost de marc café est plus important que celui du vermicompost de déchet ménager et du thé de vermicompost durant tout le cycle végétatif. Cependant en phases floraison, il ya un gain dans la synthèse de caroténoïde chez les plants témoin.

Les résultats de l'effet de traitements sur la synthèse de caroténoïde des plants de haricot reporté sur la figure (b.42) signalent que montrent que la synthèse de

caroténoïde des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins dont le vermicompost de marc café a un effet remarquable plus que les autres traitements sur la synthèse de caroténoïde des plants du haricot , le vermicompost de déchet ménager et du thé de vermicompost ont un effet similaire .



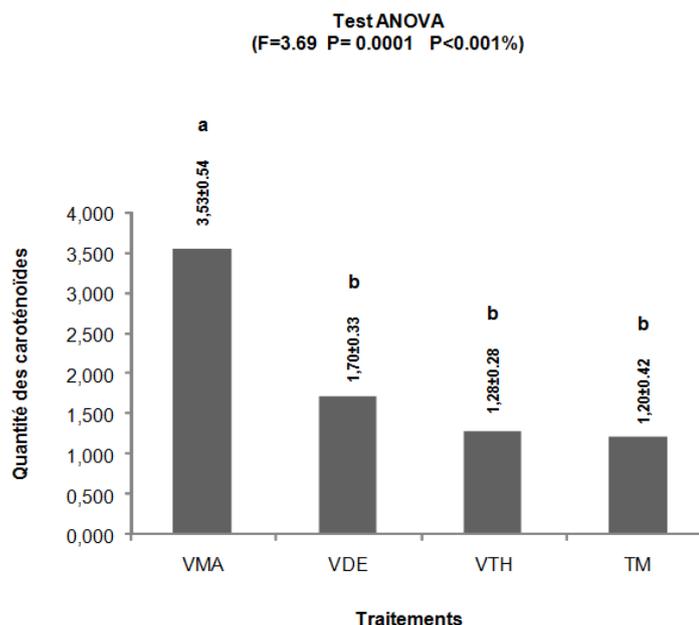
**Figure 42: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de Caroténoïde**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

### 3.1.3.2. Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur l'accumulation caroténoïde chez les plants du haricot

Les résultats de l'analyse de test ANOVA montrent que les traitements exercent un effet significatif ( $p=0,0001$ ,  $p<0.01\%$ ).

Les résultats de la figure 43 montrent que le vermicompost de marc café a un effet très significatif par rapport aux autres traitements et au témoin.



**Figure 43: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de Caroténoïde**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

### 3.1.4. Expression de la synthèse de chlorophylle totale sous l'effet des différents types de vermicompost

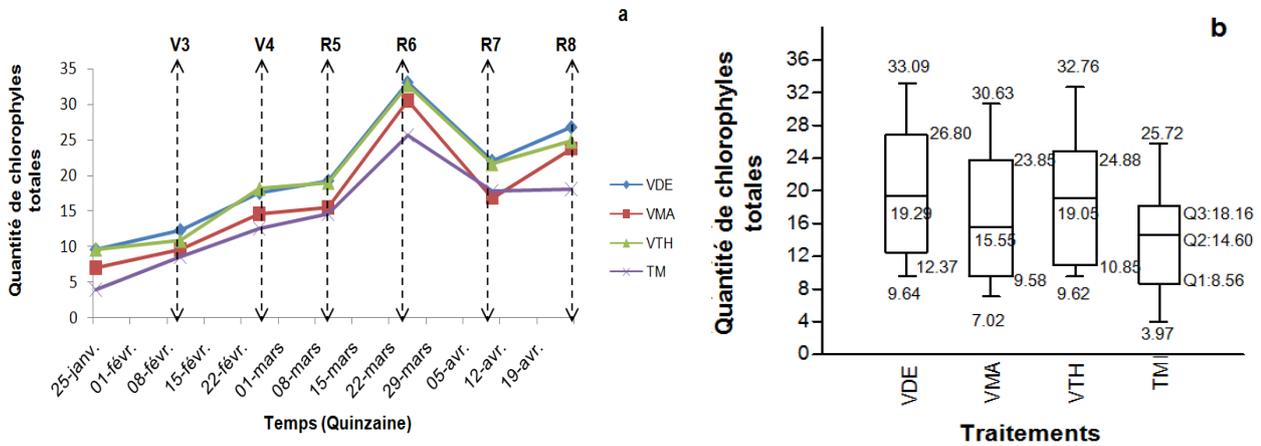
Cette partie est consacrée à la présentation des résultats du remaniement des taux de la chlorophylle totale obtenus à travers l'application des différents types de vermicompost (jus de lombricompost vermicompost de déchet ménager et le vermicompost marc café) sur la plante d'haricot.

#### 3.1.4.1. Variation temporelle de la synthèse de la chlorophylle totale de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la synthèse de chlorophylle total des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.44) montrent que chlorophylle total des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins durant le cycle phénologique. Cependant, il apparaît que l'effet du vermicompost de déchet ménager et du thé de vermicompost sont similaires et ils sont plus importants que celui du vermicompost de marc de café durant tout le cycle végétatif.

Les résultats de l'effet de traitements sur la synthèse de chlorophylles totales des plants de haricot reporté sur la figure (b.44) montrent que la synthèse de

chlorophylle total des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins dont le vermicompost de déchet ménager et le thé de vermicompost ont un effet remarquable plus que le vermicompost de marc café sur la synthèse de chlorophylle totale des plants du haricot .



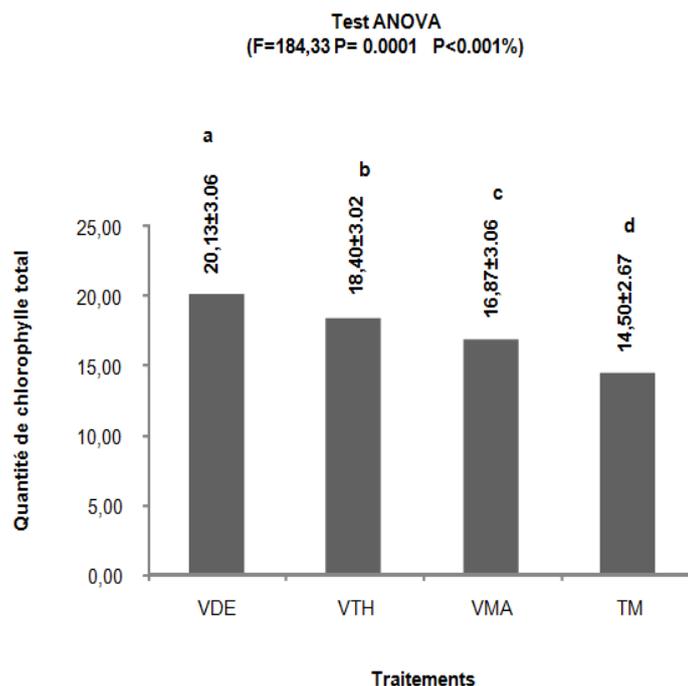
**Figure 44: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des Chlorophylle total**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

### 3.1.4.2. Etude comparée de l'effet des bioproduits sur l'accumulation en chlorophylle totale des plants

Les résultats de l'analyse de test ANOVA montrent que les traitements exercent un effet significatif ( $p=0,0001$ ,  $p<0.01\%$ ).

Les résultats de la figure 45 désignent globalement un effet significatif. En contraste, la production chlorophyllienne des plantules et les probabilités associées confirment cette différence ( $p=0,000$ ,  $p<0.001\%$ ). dont l'effet du vermicompost de déchet ménager est très ressenti en termes d'accumulation de la chlorophylle totale par apport aux autres traitements et le témoin qui a marqué une faible accumulation



**Figure 45: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des Chlorophylle total**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

### **Expression de la synthèse des sucres totaux solubles du limbe sous l'effet des différents types de vermicompost**

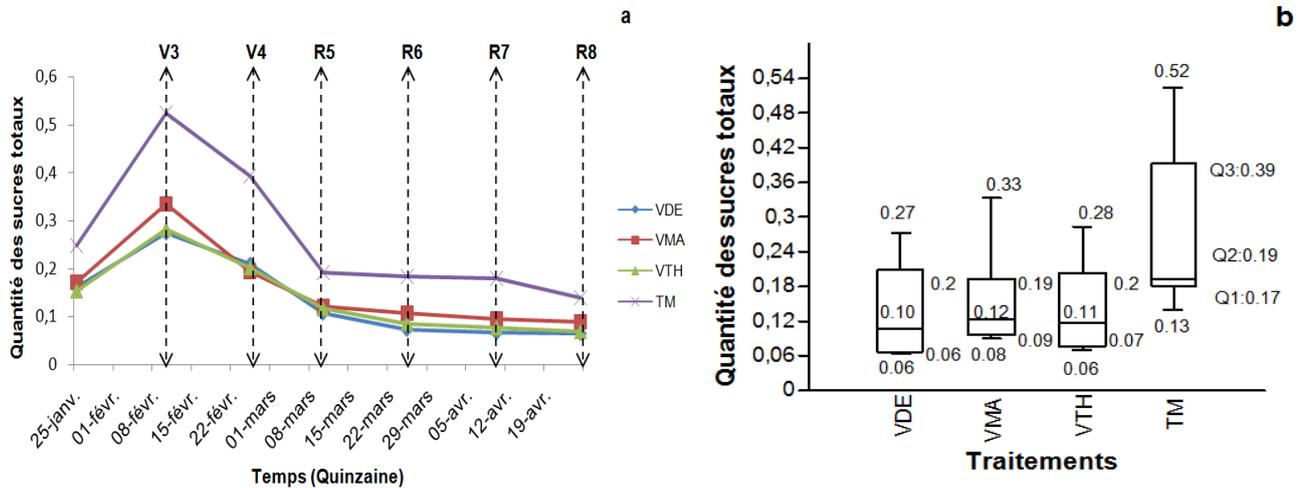
L'expression de l'osmorégulateur-sucres totaux est étudiée sous l'effet des différents types de vermicompost conduite de la culture d'haricot

#### **3.2.1. Variation temporelle de la synthèse sucres totaux solubles de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost**

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la synthèse des sucres totaux des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.46) montrent que la synthèse sucres totaux des plants témoins est beaucoup plus favorisée que celle des plants traités durant tout le cycle phénologique, les grand valeurs est obtenu durant le déploiement du 1er trifolié. Cependant, il apparait que l'effet du vermicompost de déchet ménager et du thé de vermicompost sont similaires et ils sont plus importants que celui du vermicompost de marc de café durant tout le cycle végétatif.

Les résultats de l'effet de traitements sur la synthèse de sucres totaux des plants de haricot reporté sur la figure (b.46) signalent que montrent que la synthèse des sucres totaux des plants témoins est beaucoup plus favorisée que celle des

plants traités dont le vermicompost de déchet ménager et le thé de vermicompost ont un effet similaire mais qui est moins de celui du vermicompost de marc café.



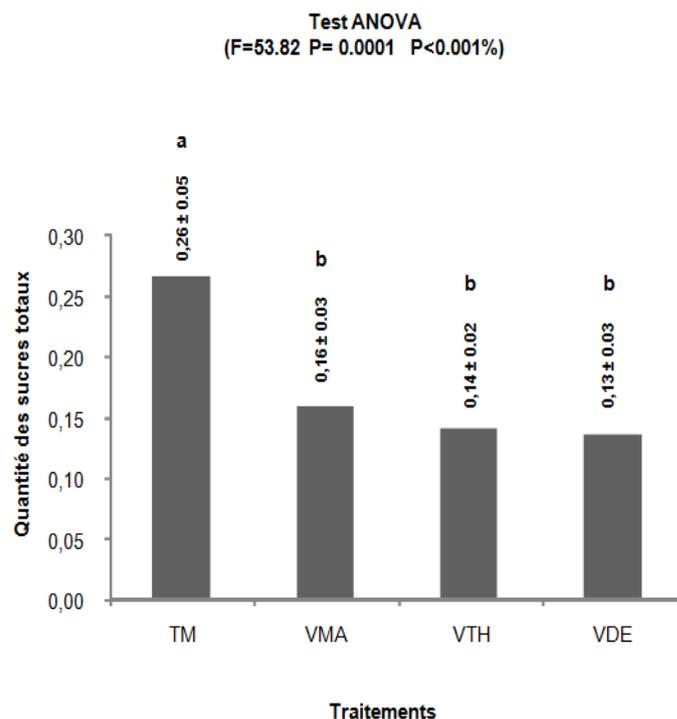
**Figure 46: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des sucres totaux solubles**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1<sup>er</sup> trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

### 3.2.2. Etude comparée de l'effet de différents types de vermicompost sur la synthèse de sucres totaux des plants

Les résultats de l'analyse de test ANOVA montrent que les traitements exercent un effet significatif (  $p=0,0001$ ,  $p<0.01\%$ ).

Les résultats de la figure 47 montrent que le témoin a un effet très significatif par rapport aux autres traitements car la quantité de sucres totaux sécrétés est similaire pour tous les types de vermicompost et elle est moins significative.



**Figure 47: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des sucres totaux solubles**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM : témoin

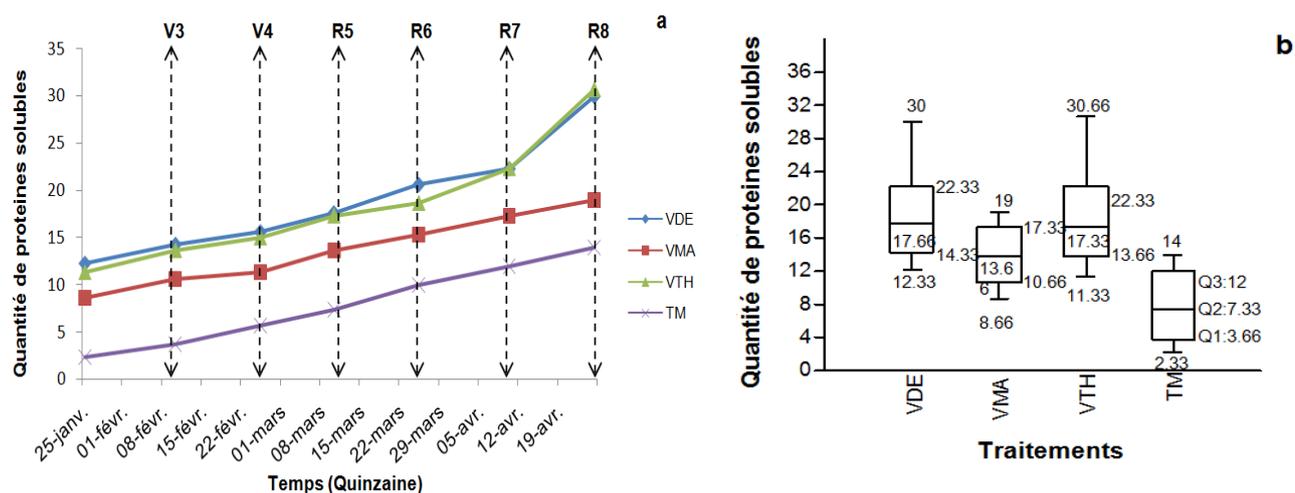
### 3.3. Expression de la synthèse des protéines solubles du limbe sous l'effet des différents types de vermicompost

Dans cette partie est consacrée à la présentation des résultats du remaniement des taux des protéines solubles obtenus à travers l'application des différents types de vermicompost (jus de vermicompost, vermicompost de déchet ménager et le vermicompost de marc café) sur la plante d'haricot.

#### 3.3.1. Variation temporelle de la synthèse des protéines solubles de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la synthèse des protéines solubles des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.48) montrent que la synthèse des protéines solubles des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Cependant, il apparaît que l'effet du vermicompost de déchet ménager et du thé de vermicompost est plus important que celui du vermicompost de marc café durant toutes les phases phénologiques des plants. Cependant en phases floraison, l'effet du vermicompost de déchet ménager se détache de celui du thé de vermicompost.

Les résultats de l'effet de traitements sur la synthèse des protéines solubles des plants de haricot reporté sur la figure (b.48) montrent que la synthèse des protéines solubles des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins cependant il apparaît que le vermicompost de déchet ménager et le thé de vermicompost ont le même effet qui est remarquable par rapport aux autres traitements sur la synthèse des protéines solubles des plants et même par rapport au témoin.



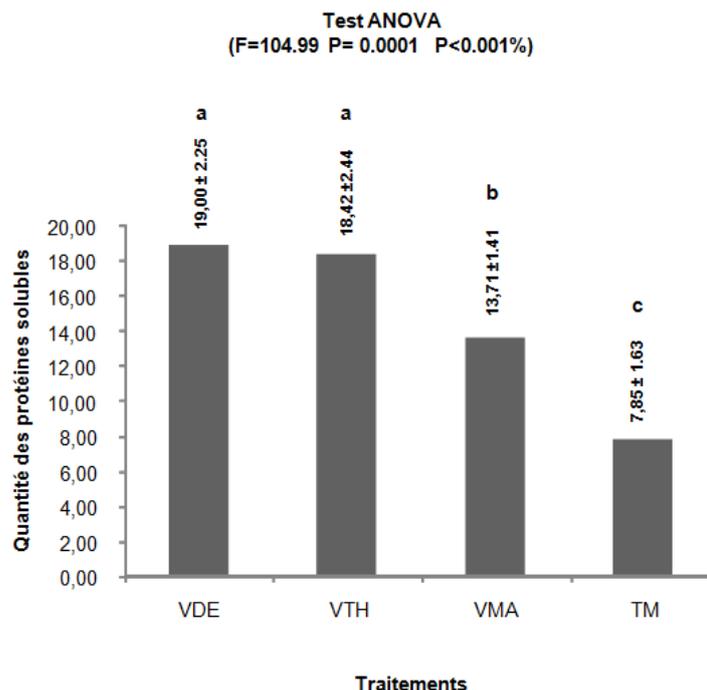
**Figure 48: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des protéines solubles**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1<sup>er</sup> trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses)

### 3.3.2. Etude comparée de l'effet de différents types de vermicompost sur la synthèse de sucres totaux des plants

Les résultats de l'analyse de test ANOVA montrent que les traitements exercent un effet significatif (F-ratio= 104.99,  $p=0,0001$ ,  $p<0.01\%$ ).

Les résultats de la figure 49 indiquent que le vermicompost de déchet ménager et le thé de vermicompost ont le même effet qui est très significatif sur la synthèse de grande quantité de protéines solubles par rapport au vermicompost de marc café et le témoin qui est faiblement significatif.



**Figure 49: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des protéines solubles**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

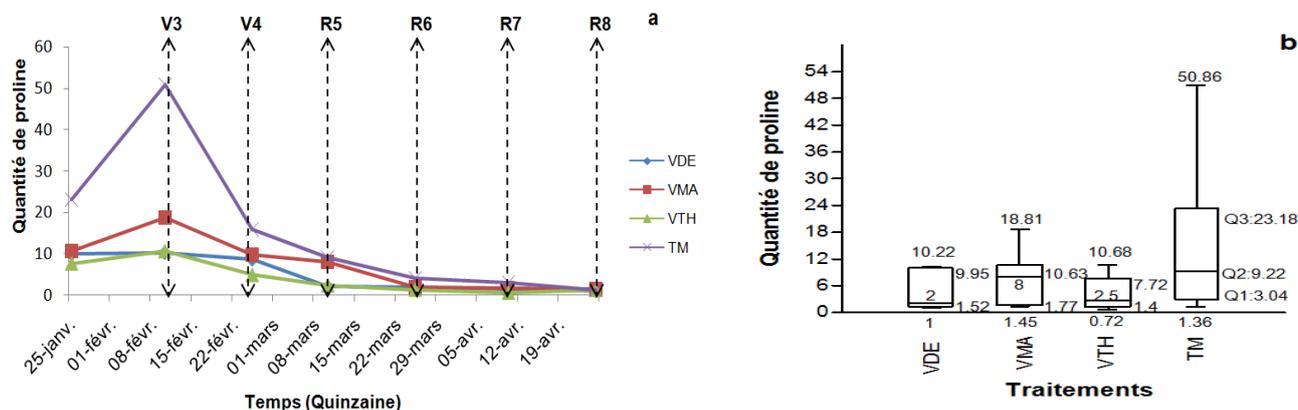
### 3.4.Expression de la synthèse de proline de la racine sous l'effet des différents types de vermicompost

Dans cette section, la variation temporelle de l'osmorégulateur-Proline a été estimée sous les différents types de vermicompost sur la culture de l'haricot.

#### 3.4.1. Variation temporelle de la synthèse de proline de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la synthèse de proline des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.50) montrent que la synthèse de proline des plants témoins est beaucoup plus favorisée que celle des plants traités dont la grande valeur est marqué durant le déploiement du 1<sup>er</sup> trifolié. Cependant, il apparait que l'effet du vermicompost de déchet ménager et du thé de vermicompost est moins important que celui du vermicompost de marc café durant le déploiement du 1<sup>er</sup> trifolié et préfloraison des plants. Cependant durant le déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, l'effet du vermicompost de déchet ménager se détache de celui du thé de vermicompost.

Les résultats de l'effet de traitements sur la synthèse des protéines solubles des plants de haricot reporté sur la figure (b.50) montrent que la synthèse de proline des plants témoins est beaucoup plus favorisée que celle des plants traités. Cependant il apparait que le vermicompost de déchet ménager et le thé de vermicompost ont le même effet qui est moins importants par apport aux vermicompost sur la synthèse de proline.

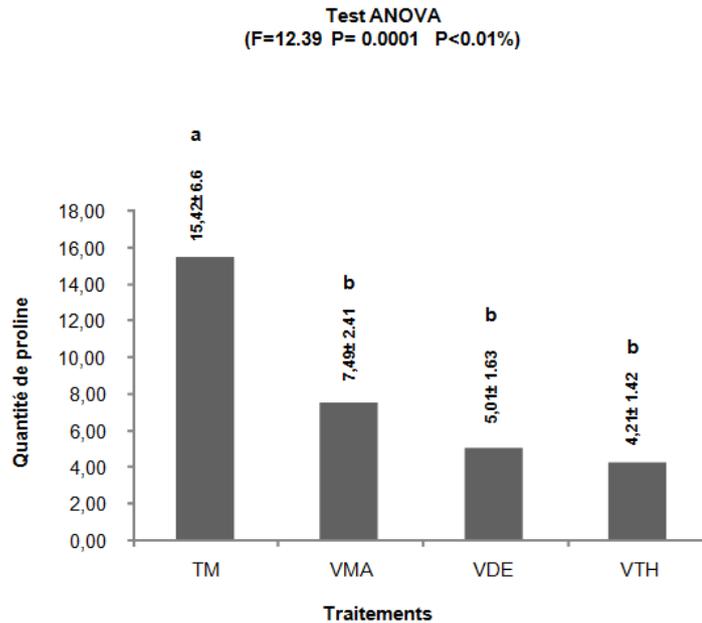


**Figure 50: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de proline**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

### 3.4.2. Etude comparée de l'effet de différents types de vermicompost sur la synthèse de la proline

Les résultats de l'analyse de test ANOVA montrent que les traitements exercent un effet significatif ( $p=0,0001$ ,  $p<0.01\%$ ). Les résultats montrent que le témoin synthétise une quantité très significatif de proline par apport aux autre types de vermicompost en qui ont un même effet sur la synthèse de proline .



**Figure 51: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de proline**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

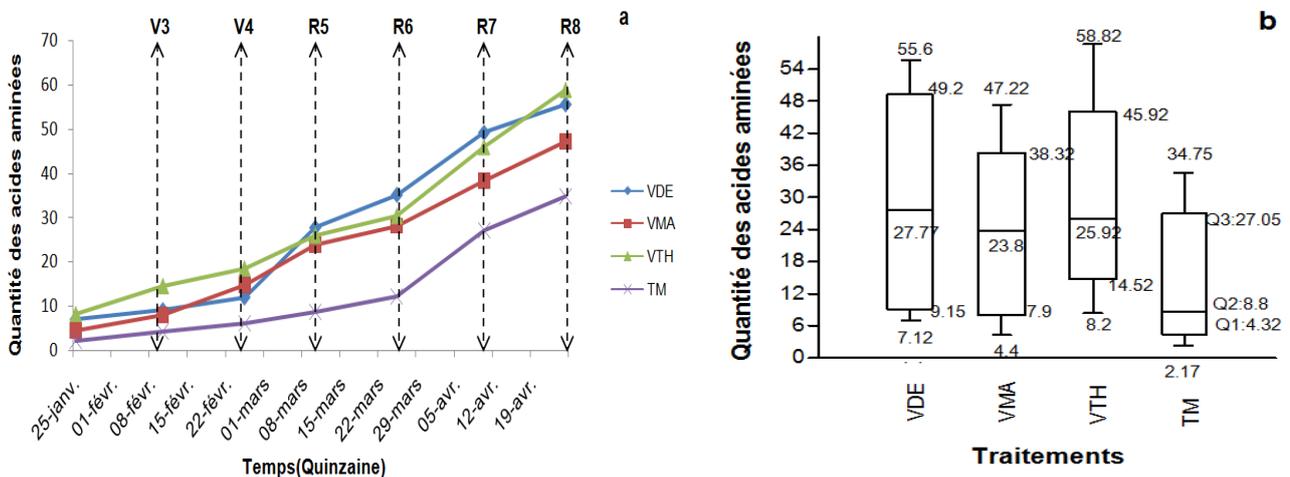
### 3.5. Expression de la synthèse des acides aminés de la racine sous l'effet des différents types de vermicompost

Cette partie est consacrée à la présentation des résultats du remaniement de l'expression de la synthèse des acides aminés obtenus à travers l'application des différents types de vermicompost (jus de vermicompost, vermicompost de déchet ménager et le vermicompost de marc café) sur la plante d'haricot.

#### 3.5.1. Variation temporelle de la synthèse des acides aminés de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la synthèse des acides aminés des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.52) montrent que la synthèse des acides aminés des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoin. Cependant, il apparaît que l'effet du thé de vermicompost est plus important durant le déploiement du 1<sup>er</sup> trifolié, déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, et remplissage des gousses. Alors que le vermicompost de déchet ménager est plus remarquable durant la préfloraison, floraison et la formation des gousses.

Les résultats de l'effet de traitements sur la synthèse des protéines solubles des plants de haricot reporté sur la figure (b.52) montrent que la synthèse des acides aminés des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Cependant il apparait que le vermicompost de déchet ménager a un effet plus important par rapport aux autres traitements.



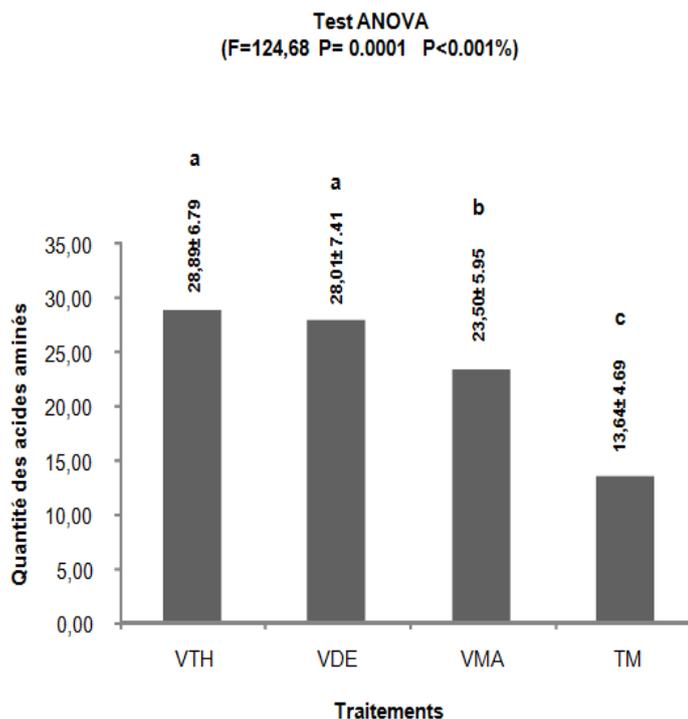
**Figure 52: Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des acides aminés**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

### 3.5.2. Etude comparée de l'effet de différents types de vermicompost sur la synthèse des acides aminés

Les résultats de l'analyse de test ANOVA montrent que les traitements exercent un effet significatif ( $p=0,0001$ ,  $p<0.001\%$ )

Les résultats de la figure 53 montrent que le thé de vermicompost et le vermicompost de déchet ménager ont un effet très significatif sur la synthèse des acides aminés que le vermicompost de marc de café. Par contre le témoin a un effet faiblement significatif sur la synthèse des acides aminés.



**Figure 53: Effet de différents types de vermicompost sur la synthèse des acides aminés**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin

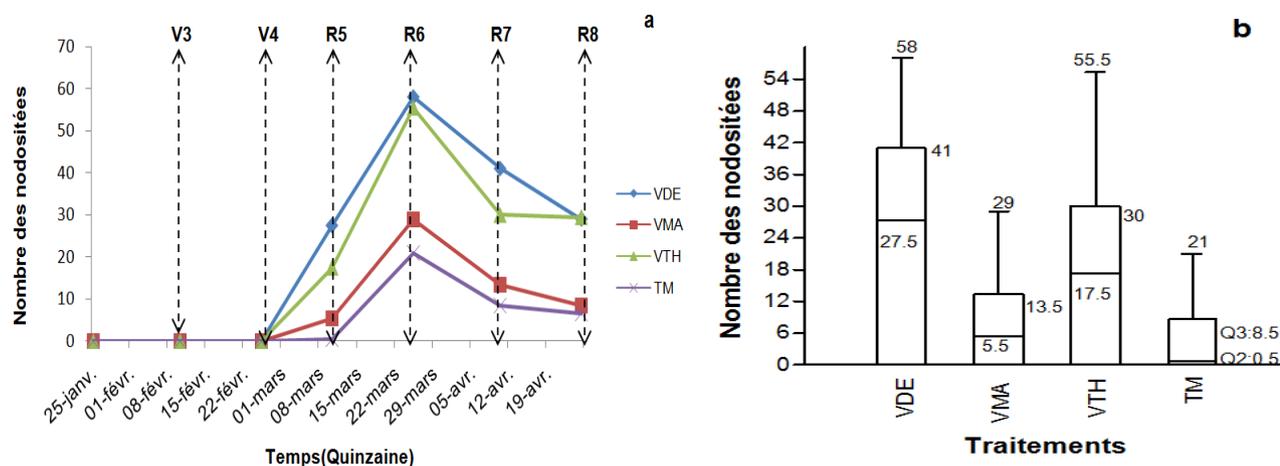
### 3.6. Variation de la production de nodosités sous l'effet des différents types de vermicompost

Cette partie est consacrée à la production de nodosité obtenus a travers l'application des différents types de vermicompost (jus de vermicompost, vermicompost de déchet ménager et le vermicompost de marc café) sur la plante d'haricot.

#### 3.6.1. Variation temporelle de la production de nodosités de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost

Les résultats de l'évolution hebdomadaire de la production de nodosités des plants de haricot sous l'effet des différents traitements reportés sur la figure (a.54) montrent que la production de nodosités des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoin. Cependant, il apparait que l'effet de vermicompost de déchet ménager est plus important durant la préfloraison, floraison, formation de gousses et le remplissage de gousses. Les grandes valeurs sont marquées durant la floraison pour tous les profils.

Les résultats de l'effet de traitements sur la synthèse des protéines solubles des plants de haricot reporté sur la figure (b.54) montrent que la production des nodosités des plants traités est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins. Cependant il apparait que le vermicompost de déchet ménager a un effet plus important par rapport aux autres traitements.



**Figure 54: Effet des différents types de vermicompost sur la production de nodosités**

VDE: vermicompost déchets ménager, VMA: vermicompost marc café, VTH: jus de vermicompost, TM: témoin, V3: déploiement du 1er trifolié, V4: déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, R5: préfloraison, R6: floraison, R7: formation des gousses, R8: remplissage des gousses

### 3.7. Effet différents types de vermicompost sur la relation activité physiologique/production de nodosités

La relation des traits biochimiques de l'haricot et la production de nodosités a été étudiée sous l'effet de différents types de vermicompost. Nous avons considéré l'accumulation de la chlorophylle, des acides aminés, de protéines solubles et l'expression de quelques osmorégulateurs les sucres totaux et la proline comme paramètres pour évaluer l'effet de différents types de vermicompost sur la production de nodosités des plants du haricot.

#### 3.7.1. Effet de vermicompost de déchet ménager sur la relation activité physiologique/production de nodosités

Dans cette partie, la relation de l'activité physiologique et la production de nodosités a été signalée sous l'effet de vermicompost de déchet ménager sur les plants du haricot.

**Tableau 1 : Effet de vermicompost de déchet ménager sur la relation activité physiologique /production de nodosités**

VDE	Longueur de la partie aérienne		Longueur de la partie souterraine		Nombre de nodosités		Nombre de gousses	
	C.C.	$p$	C.C.	$p$	C.C.	$p$	C.C.	$p$
<b>Chlorophylle a</b>	0,592	0,1612 <sup>NS</sup>	-0,636	0,5683 <sup>NS</sup>	0,719	0,0688*	0,438	0,3256 <sup>NS</sup>
<b>Chlorophylle b</b>	0,802	0,0299*	-0,011	0,0711*	0,809	0,0275*	0,778	0,0395*
<b>Caroténoïde</b>	-0,340	0,4557 <sup>NS</sup>	-0,489	0,2969 <sup>NS</sup>	-0,586	0,1669 <sup>NS</sup>	-0,543	0,2080 <sup>NS</sup>
<b>Chlorophylle Totale</b>	0,830	0,0208*	-0,313	0,1439 <sup>NS</sup>	0,896	0,0064**	0,739	0,0575*
<b>Proline</b>	-0,936	0,0019**	0,150	0,0189*	-0,886	0,0079**	-0,765	0,0451*
<b>Acides Aminés</b>	0,935	0,0020**	-0,042	0,0002**	0,766	0,0445*	0,935	0,0020**
<b>Protéines Solubles</b>	0,878	0,0094**	-0,095	0,0048**	0,624	0,1339 <sup>NS</sup>	0,896	0,0063**
<b>Sucres Totaux</b>	-0,788	0,0354*	-0,240	0,0288*	-0,842	0,0175*	-0,785	0,0365*

C.C. : Coefficient de corrélation de Pearson,  $p$  : Probabilité associée NS : Non significative, \* : Significative à 5-8%, \*\* : Significative à 1%.

Les résultats de l'effet de la nutrition organique vermicompost de déchet ménager sur les paramètres physiologiques et de production sont reportés dans le Tableau 1. Les interactions montrent qu'il existe une corrélation positive très marquée entre le taux de chlorophylle totale et le nombre de nodosités ( $r=0,896$ ;  $p=0,0064$ ). La fluctuation des taux des acides aminés et l'accumulation des protéines solubles influencent significativement les mesures en longueur de la partie aérienne ( $r=0,935$ ;  $p=0,0020$ ), ( $r=0,878$ ;  $p=0,0094$ ) et la production de gousses ( $r=0,935$ ;  $p=0,0020$ ), ( $r=0,896$ ;  $p=0,0063$ ). Par contre, le taux de proline fait ressortir une corrélation négative très marquée avec la longueur de la partie aérienne ( $r=-0,936$ ;  $p=0,0019$ ) et le nombre de nodosités ( $r=-0,886$ ;  $p=0,0079$ ). Les autres paramètres physiologiques présentent une faible corrélation ou pas avec les paramètres de production.

### 3.7.2. Effet de vermicompost de marc de café sur la relation activité physiologique/production de nodosités

Dans cette partie, la relation de l'activité physiologique et la production de nodosités a été signalée sous l'effet de vermicompost de marc de café sur les plants du haricot.

**Tableau 2: Effet de vermicompost de marc de café sur la relation activité physiologique /production de nodosités**

VMA	Longueur de la partie aérienne		Longueur des racines		Nombre de nodosités		Nombre de gousses	
	CC	<i>p</i>	CC	<i>p</i>	CC	<i>p</i>	CC	<i>p</i>
Chlorophylle a	0,858	0,0132 *	0,794	0,0326*	0,7142	0,0713*	0,741	0,0713*
Chlorophylle b	0,629	0,1295 <sup>NS</sup>	0,526	0,2245 <sup>NS</sup>	0,9158	0,0037**	0,647	0,0037**
Caroténoïde	0,605	0,1492 <sup>NS</sup>	0,670	0,0992 <sup>NS</sup>	0,082	0,8606 <sup>NS</sup>	0,320	0,8606 <sup>NS</sup>
Chlorophylle Totale	0,799	0,0309*	0,709	0,0741*	0,877	0,0094**	0,746	0,0094**
Proline	0,853	0,0146*	0,844	0,0168*	0,711	0,0731*	0,843	0,0731*
Acides Aminés	0,974	0,0002**	0,990	1,7963E-05**	0,538	0,2121 <sup>NS</sup>	0,883	0,2121 <sup>NS</sup>
Protéines Solubles	0,976	0,0001**	0,975	0,0001**	0,591	0,1614 <sup>NS</sup>	0,898	0,1614 <sup>NS</sup>
Sucres Totaux	0,759	0,0477*	0,738	0,0578*	0,575	0,1765 <sup>NS</sup>	0,669	0,1765 <sup>NS</sup>

C.C. : Coefficient de corrélation de Pearson, *p* : Probabilité associée NS : Non significative, \* : Significative à 5-8%, \*\* : Significative à 1%,

Les résultats de l'effet de la nutrition organique vermicompost de marc de café sur les paramètres physiologiques et de production sont reportés dans le Tableau 2. Les interactions montrent qu'il existe une corrélation positive très marquée entre le taux de chlorophylle totale, chlorophylle a, chlorophylle b, et le nombre de nodosités ( $r=0,877$ ;  $p=0,0064$ ), ( $r=0,714$ ;  $p=0,0713$ ), ( $r=0,915$ ;  $p=0,0037$ ). La fluctuation des taux de chlorophylle a ( $r=0,858$ ;  $p=0,0132$ ), chlorophylle b ( $r=0,629$ ;  $p=0,1295$ ), caroténoïde ( $r=0,605$ ;  $p=0,1492$ ), chlorophylle totale ( $r=0,799$ ;  $p=0,0309$ ), acides aminés ( $r=0,974$ ;  $p=0,0002$ ) et l'accumulation des protéines solubles ( $r=0,976$ ;  $p=0,0001$ ) influencent significativement les mesures en longueur de la partie aérienne ( $r=0,935$ ;  $p=0,0020$ ), ( $r=0,878$ ;  $p=0,0094$ ) et la longueur de la partie souterraine. Cependant il ya une corrélation très marquée entre le taux des chlorophylles (ch a, chb, ch T), proline, acides aminés, protéines solubles, les sucres totaux et la production de gousses

Les autres paramètres physiologiques présentent une faible corrélation ou pas avec les paramètres de production.

### 3.7.3. Effet du jus de vermicompost sur la relation activité physiologique/production de nodosités

Dans cette partie, la relation de l'activité physiologique et la production de nodosités a été signalée sous l'effet de vermicompost de déchet ménager sur les plants du haricot.

**Tableau 3: Effet du jus de vermicompost de marc de café sur la relation activité physiologique /production de nodosités**

VTH	Longueur de la partie aérienne		Longueur des racines		Nombre de nodosités		Nombre de gousses	
	CC	<i>p</i>	CC	<i>p</i>	CC	<i>p</i>	CC	<i>p</i>
<b>Chlorophylle a</b>	0,862	0,0124*	0,929	0,0024**	0,782	0,0375*	0,883	0,0085**
<b>Chlorophylle b</b>	0,679	0,0934 <sup>NS</sup>	0,734	0,0601*	0,881	0,0087**	0,511	0,2413 <sup>NS</sup>
<b>Caroténoïde</b>	-0,447	0,3135 <sup>NS</sup>	-0,468	0,2887 <sup>NS</sup>	-0,786	0,0360*	-0,173	0,7102 <sup>NS</sup>
<b>Chlorophylle Totale</b>	0,829	0,0211*	0,875	0,0098**	0,890	0,0072**	0,679	0,0935 <sup>NS</sup>
<b>Proline</b>	-0,786	0,0360*	-0,871	0,0106 <sup>NS</sup>	-0,779	0,0389*	-0,654	0,1107 <sup>NS</sup>
<b>Acides Aminés</b>	0,920	0,0032**	0,953	0,0009**	0,627	0,1312 <sup>NS</sup>	0,928	0,0026**
<b>Protéines Solubles</b>	0,916	0,0037**	0,944	0,0013**	0,579	0,1731 <sup>NS</sup>	0,945	0,0013**
<b>Sucres Totaux</b>	-0,642	0,1200 <sup>NS</sup>	-0,764	0,0455*	-0,762	0,0461*	-0,703	0,0782*

C.C. : Coefficient de corrélation de Pearson, *p* : Probabilité associée NS : Non significative, \* : Significative à 5-8%, \*\* : Significative à 1%.

Les résultats de l'effet de la nutrition organique jus de vermicompost sur les paramètres physiologiques et de production sont reportés dans le Tableau 3. Les interactions montrent qu'il existe une corrélation positive très marquée entre le taux de chlorophylle totale ( $r=0,829$ ;  $p=0,0211$ ), ( $r=0,875$ ;  $p=0,0098$ ), chlorophylle a ( $r=0,862$ ;  $p=0,0124$ ), ( $r=0,929$ ;  $p=0,0024$ ), chlorophylle b ( $r=0,679$ ;  $p=0,0934$ ), ( $r=0,734$ ;  $p=0,0601$ ) et la longueur de la partie aérienne, et même sur la partie souterraine. La fluctuation des taux des acides aminés ( $r=0,920$ ;  $p=0,0032$ ), ( $r=0,953$ ;  $p=0,0009$ ) et l'accumulation des protéines solubles ( $r=0,916$ ;  $p=0,0037$ ), ( $r=0,944$ ;  $p=0,0013$ ) influencent significativement les mesures en longueur de la partie aérienne et de la partie souterraine. La fluctuation des taux des acides aminés et l'accumulation des protéines solubles influencent significativement la production de nodosités ( $r=0,627$ ;  $p=0,1312$ ), ( $r=0,576$ ;  $p=0,1731$ ) et de gousses ( $r=0,928$ ;  $p=0,0026$ ), ( $r=0,945$ ;  $p=0,0013$ ). Cependant il ya une corrélation négative très marquée entre le taux de proline, les sucres totaux ( $r=0,642$ ;  $p=0,12$ ) et longueur de la partie aérienne ( $r=-0,786$ ;  $p=0,0360$ ), ( $r=0,642$ ;  $p=0,1200$ ); longueur la partie souterraine ( $r=-0,871$ ;  $p=0,0106$ ), ( $r=-0,764$ ;  $p=0,0455$ ); production de nodosités ( $r=-0,779$ ;  $p=0,0389$ ), ( $r=-0,762$ ;  $p=0,0461$ ) et le nombre de gousses ( $r=-0,654$ ;  $p=0,1107$ ), ( $r=-0,703$ ;  $p=0,0782$ ). Les autres paramètres physiologiques présentent une faible corrélation ou pas avec les paramètres de production.

#### 3.7.4. La relation activité physiologique/production de nodosités chez les plants témoins

Dans cette partie, la relation de l'activité physiologique et la production de nodosités a été signalée sous l'effet de vermicompost de déchet ménager sur les plants du haricot.

**Tableau 4: la relation activité physiologique /production de nodosités dans les plants témoins**

TM	Longueur de la partie aérienne		Longueur des racines		Nombre de nodosités		Nombre de gousses	
	CC	<i>p</i>	CC	<i>p</i>	CC	<i>p</i>	CC	<i>p</i>
<b>Chlorophylle a</b>	0,666	0,1020 <sup>NS</sup>	0,747	0,0534*	0,945	0,0013**	0,313	0,4947 <sup>NS</sup>
<b>Chlorophylle b</b>	0,776	0,0399*	0,696	0,0821*	0,637	0,1231 <sup>NS</sup>	0,316	0,4895 <sup>NS</sup>
<b>Caroténoïde</b>	0,361	0,4256 <sup>NS</sup>	0,618	0,1391 <sup>NS</sup>	0,833	0,0198*	0,426	0,3405 <sup>NS</sup>
<b>Chlorophylle Totale</b>	0,753	0,0503*	0,770	0,0428*	0,869	0,0110*	0,333	0,4656 <sup>NS</sup>
<b>Proline</b>	-0,720	0,0679*	-0,775	0,0407*	-0,530	0,2206 <sup>NS</sup>	-0,510	0,2428 <sup>NS</sup>
<b>Acides Aminés</b>	0,888	0,0074**	0,934	0,0020**	0,377	0,4040 <sup>NS</sup>	0,965	0,0004**
<b>Protéines Solubles</b>	0,955	0,0008**	0,984	0,0001**	0,590	0,1624 <sup>NS</sup>	0,820	0,0240*
<b>Sucres Totaux</b>	-0,566	0,1847 <sup>NS</sup>	-0,764	0,0455*	-0,504	0,2488 <sup>NS</sup>	-0,521	0,2308 <sup>NS</sup>

C.C. : Coefficient de corrélation de Pearson, *p* : Probabilité associée NS : Non significative, \* : Significative à 5-8%, \*\* : Significative à 1%,

Les résultats de paramètres physiologiques et de production sont reportés dans le Tableau 4. Les interactions montrent qu'il existe une corrélation positive très marquée entre le taux de chlorophylle totale ( $r=0,753$ ;  $p=0,0503$ ), ( $r=0,770$ ;  $p=0,0428$ ) ; ( $r=0,869$ ;  $p=0,0110$ ), chlorophylle a ( $r=0,666$ ;  $p=0,1020$ ) ; ( $r=0,747$ ;  $p=0,0534$ ) ; ( $r=0,945$ ;  $p=0,0013$ ), chlorophylle b ( $r=0,776$ ;  $p=0,0399$ ) ; ( $r=0,696$ ;  $p=0,0821$ ) ; ( $r=0,637$ ;  $p=0,1231$ ) et la longueur de la partie aérienne, même sur la partie souterraine et la production de nodosités. La fluctuation des taux des acides aminés ( $r=0,888$ ;  $p=0,0074$ ), ( $r=0,934$ ;  $p=0,0020$ ), ( $r=0,965$ ;  $p=0,0004$ ) et l'accumulation des protéines solubles ( $r=0,955$ ;  $p=0,1847$ ), ( $r=0,984$ ;  $p=0,0001$ ), ( $r=0,820$ ;  $p=0,0240$ ) influencent significativement les mesures en longueur de la partie aérienne et de la partie souterraine et la production de gousses. L'accumulation des protéines solubles influencent significativement la production de nodosités ( $r=0,590$ ;  $p=0,1624$ ). Cependant il ya une corrélation négative très marqué entre le taux de proline, les sucres totaux et longueur de la partie aérienne; longueur la partie souterraine; production de nodosités et le nombre de gousses. Les autres paramètres physiologiques présentent une faible corrélation ou pas avec les paramètres de production.

## Table de matières

Remerciement	
Sommaire	
Liste de figures	
Liste des abréviations	
Résumé	
Abstract	
الملخص	
Introduction.....	01
Chapitre I : Présentation du haricot et du compost de lombric.....	03
Introduction.....	03
1. Le haricot.....	03
1.1. Origine, répartition et description.....	03
1.1.1. Origine et répartition.....	03
1.1.2. Description .....	03
1.1.2.1. Systématique.....	03
1.2. Botanique.....	03
1.3. Importance agronomique et exigences nutritionnelles.....	04
1.3.2. Exigences nutritionnelles et les maladies physiologiques.....	04
1.3.2.1. Les éléments nutritifs majeurs.....	05
1.3.2.1.1. L'azote.....	05
1.3.2.1.2. Le phosphore.....	05
1.3.2.2. Les éléments nutritifs secondaires.....	06
1.3.2.2.1. Le calcium.....	06
1.3.2.2.2. Le magnésium.....	06
1.3.2.2.3. Le soufre.....	06
1.3.2.3. Les oligoéléments.....	07
1.3.2.3.1. Le Fer.....	07
1.3.2.3.2. Le zinc.....	07
1.3.2.3.3. Le bore.....	07
1.3.2.3.4. Le molybdène.....	07
1.4. Etat phytosanitaire.....	07
1.4.1. Principales maladies.....	07
1.4.1.1. Maladies fongiques.....	08
1.4.1.2. Maladies virales.....	08
1.4.1.3. Maladies bactériennes.....	08
1.4.2. Les ravageurs.....	08
2. Généralités sur Lombricompost.....	10
Introduction.....	10
2.1. Les différents types de Compostières.....	10
2.1.1. Compostière horizontale.....	10
2.1.2. Compostières verticale.....	11
2.2. Elevage des vers de terre.....	12
2.3. Lombricompost solide.....	12
2.3.1. Lombricompost des déchets ménagers frais.....	12
2.3.1.1. Généralités.....	12
2.3.1.1. Composition.....	13

2.3.2.	Lombricompost du marc de café.....	13
2.3.2.1.	Généralités.....	13
2.3.2.2.	Propriétés physico-chimiques.....	14
2.3.2.2.1.	Propriétés physiques.....	14
2.3.2.2.2.	Propriétés chimiques.....	14
2.3.2.2.3.	Propriétés bioactives.....	14
2.3.2.3.	Composition.....	15
2.4.	Lombricompost liquide.....	15
2.4.1.	Le jus de lombricompost.....	15
2.4.2.	Les composants actifs.....	15
2.5.	Intérêts.....	16
2.5.1.	Capacité de vermicompost à promouvoir les paramètres physiologique .....	16
2.5.2.	Capacité de vermicompost à promouvoir les paramètres de croissance et de production.....	16
2.5.3.	La capacité de vermicompost à promouvoir l'état phytosanitaire des végétaux.....	17
2.5.3.1.	Capacité de vermicompost à repousser et éliminer les ravageurs .....	17
2.5.3.2.	Capacité de vermicompost à résister contre les maladies.....	18
2.5.4.	Capacité de vermicompost à résister contre le stress hydrique....	18
2.5.5.	Le vermicompost comme bio fertilisant et inducteur du système de défense chez les plantes.....	19
Chapitre II : Matériels et méthodes.....		20
1.	Objectifs.....	20
2.	Présentation du site d'étude et conditions expérimentales.....	20
3.	Matériels d'étude.....	21
3.1.	Présentation du matériel.....	21
3.1.1.	Matériel végétal.....	21
3.1.2.	Matériel pour les traitements.....	21
3.1.3.	Autre matériels.....	21
4.	Méthodes d'étude.....	21
4.1.	Méthodes de préparation et d'application des traitements.....	21
4.1.1.	Obtention des plantules du haricot.....	21
4.1.2.	Préparation des traitements.....	22
4.1.2.1.	Lombricompost solide .....	22
4.1.2.1.1.	Lombricompost de déchet ménager.....	22
4.1.2.1.2.	Lombricompost de Marc café.....	23
4.1.2.2.	Lombricompost liquide.....	24
4.1.2.2.1.	Jus de lombricompost.....	24
4.1.3.	Application des traitements.....	25
4.2.	Dispositif expérimental et conduite de l'essai.....	25
4.3.	Evaluation de l'effet des traitements sur le haricot.....	26
4.3.1.	Mesure de la croissance en longueur de la partie aérienne et souterraine.....	26
4.3.2.	Mesure du poids frais de la partie aérienne et souterraine.....	26
4.3.3.	Nombre et poids des nodosités et des gousses.....	27

4.3.4.	Quantification des chlorophylles a, b, caroténoïde et chlorophylle total au niveau des feuilles.....	27
4.3.5.	Quantification des sucres totaux.....	27
4.3.6.	Quantification et Dosage des acides aminés solubles et de la proline.....	28
4.3.6.1.	Acides aminés solubles.....	28
4.3.6.2.	Proline.....	28
4.3.7.	Quantification et Dosage des protéines solubles.....	28
4.4.	Analyses statistique des données.....	29
4.4.1.	Evaluation temporelle des facteurs.....	29
4.4.2.	Analyse de la variance (xlSTAT 2009).....	30
Chapitre III : Résultats et interprétations des résultats.....		31
1.	Evaluation de l'effet des différents types de vermicompost sur les paramètres de croissance de l'haricot vert.....	31
1.1.	Fluctuation de la longueur de la partie aérienne sous l'effet des différents types de vermicompost.....	31
1.1.1.	Evolution temporelle de la croissance de la partie aérienne des plants sous l'effet des différents traitements.....	31
1.1.2.	Etude comparée de l'effet des bioproduits sur la croissance de la partie aérienne des plants.....	32
1.2.	Fluctuation du poids frais de la partie aérienne sous l'effet des différents types de vermicompost.....	33
1.2.1.	Fluctuation du poids frais de la partie aérienne sous l'effet des différents types de vermicompost.....	33
1.2.2.	Etude comparée de l'effet des bioproduits sur le poids frais de la partie aérienne.....	34
1.3.	Fluctuation du poids sec de la partie aérienne sous l'effet des différents types de vermicompost.....	35
1.3.1.	Evolution temporelle de la biomasse sèche de la partie aérienne des plants sous l'effet des différents régimes.....	35
1.3.2.	Etude comparée de l'effet des bioproduits sur le poids sec de la partie aérienne des plants.....	36
1.4.	Fluctuation de la longueur des racines l'effet des différents types de vermicompost.....	37
1.4.1.	Evolution temporelle de la longueur des racines plants sous l'effet des différents traitements.....	37
1.4.2.	Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur la longueur de la partie souterraine des plants.....	38
1.5.	Fluctuation du poids des racines sous l'effet des différents types de vermicompost.....	39
1.5.1.	Fluctuation du poids frais des racines sous l'effet des différents types de vermicompost.....	39
1.5.2.	Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur le poids frais de la partie souterraine des plants.....	40
1.6.	Fluctuation du poids sec des racines sous l'effet des différents types de vermicompost.....	41
1.6.1.	Fluctuation temporelle du poids sec des racines sous l'effet des différents types de vermicompost.....	41
1.6.2.	Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur le poids frais de la partie souterraine des plants.....	42

2.	Evaluation de l'effet des différents types de vermicompost sur les paramètres de production de l'haricot vert.....	43
2.1.	Variation de la production florale sous l'effet de différents types de vermicompost.....	43
2.1.1.	Variation temporelle de la production florale de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	43
2.1.2.	Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur la production florale.....	44
2.2.	Variation de la fructification de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	45
2.2.1.	Variation temporelle de la longueur de gousses de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	45
2.2.2.	Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur la croissance en longueur de gousses.....	46
2.3.	Variation de la production de gousse de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	47
2.3.1.	Variation temporelle de nombre de gousses de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	48
2.3.2.	Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur le nombre de gousses.....	48
2.4.	Effet différents types de vermicompost sur la relation production florale/fructification.....	49
3.	Evaluation de l'effet des différents types de vermicompost sur les physiologiques de l'haricot vert.....	50
3.1.	Expression de la synthèse chlorophyllienne du limbe sous l'effet des différents types de vermicompost.....	50
3.1.1.	Expression de la synthèse de chlorophylle a sous l'effet des différents types de vermicompost.....	50
3.1.1.1.	Variation temporelle de la synthèse de la chlorophylle a de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	51
3.1.1.2.	Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur l'accumulation chlorophylle a chez les plants du haricot.....	52
3.1.2.	Expression de la synthèse de chlorophylle b sous l'effet des différents types de vermicompost.....	52
3.1.2.1.	Variation temporelle de la synthèse de la chlorophylle b de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	53
3.1.2.2.	Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur l'accumulation chlorophylle b chez les plants du haricot.....	53
3.1.3.	Expression de la synthèse de Caroténoïde sous l'effet des différents types de vermicompost.....	54
3.1.3.1.	Variation temporelle de la synthèse de caroténoïde de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	54
3.1.3.2.	Etude comparée de l'effet des différents types de vermicompost sur l'accumulation caroténoïde chez les plants du haricot.....	55

3.1.4.	Expression de la synthèse de chlorophylle totale sous l'effet des différents types de vermicompost.....	56
3.1.4.1.	Variation temporelle de la synthèse de la chlorophylle totale de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	56
3.1.4.2.	Etude comparée de l'effet des bioproduits sur l'accumulation en chlorophylle totale des plants.....	56
3.2.	Expression de la synthèse des sucres totaux solubles du limbe sous l'effet des différents types de vermicompost.....	58
3.2.1.	Variation temporelle de la synthèse sucres totaux solubles de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	58
3.2.2.	Etude comparée de l'effet de différents types de vermicompost sur la synthèse de sucres totaux des plants.....	59
3.3.	Expression de la synthèse des protéines solubles du limbe sous l'effet des différents types de vermicompost.....	60
3.3.1.	Variation temporelle de la synthèse des protéines solubles de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	60
3.3.2.	Etude comparée de l'effet de différents types de vermicompost sur la synthèse de sucres totaux des plants.....	61
3.4.	Expression de la synthèse de proline de la racine sous l'effet des différents types de vermicompost.....	62
3.4.1	Variation temporelle de la synthèse de proline de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	62
3.4.2.	Etude comparée de l'effet de différents types de vermicompost sur la synthèse de la proline.....	63
3.5.	Expression de la synthèse des acides aminés de la racine sous l'effet des différents types de vermicompost.....	64
3.5.1.	Variation temporelle de la synthèse des acides aminés de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	64
3.5.2.	Etude comparée de l'effet de différents types de vermicompost sur la synthèse des acides aminés.....	65
3.6.	Variation de la production de nodosités sous l'effet des différents types de vermicompost.....	66
3.7.	Effet différents types de vermicompost sur la relation activité physiologique/production de nodosités.....	67
3.7.1.	Effet de vermicompost de déchet ménager sur la relation activité physiologique/production de nodosités.....	67
3.7.2.	Effet de vermicompost de marc de café sur la relation activité physiologique/production de nodosités.....	68
3.7.3.	Effet du jus de vermicompost sur la relation activité physiologique/production de nodosités.....	69
3.7.4.	La relation activité physiologique/production de nodosités chez les plants témoins.....	70
Chapitre IV : Discussion générale.....		72
1.	Effets des bio fertilisants sur les paramètres physiologiques du haricot.....	72
2.	Effets des bio fertilisants sur la croissance du haricot.....	73
3.	Effets des bio fertilisants sur la production du haricot.....	74
Chapitre V : Conclusion générale et perspectives.....		76
Références bibliographiques		



## Chapitre II: Matériel et méthodes

### 1. Objectif:

Nous avons choisi comme culture pour la réalisation de notre expérimentation, le haricot var. **Alex** en raison de son importance parmi les légumineuses. Ce travail consiste à étudier :

L'effet bio fertilisant de différents types de lombricompost (**Lombricompost de déchet ménager, vermicompost de marc café et le jus de lombricompost**) et ses influences à promouvoir la croissance, la reproduction et l'état phytosanitaire sur la culture du haricot.

### 2. Présentation du site d'étude et conditions expérimentales

La germination a été réalisée durant la période 28/11/2016-10/12/2016 dans une serre de 60 m<sup>2</sup> de surface en polycarbonate, sous des conditions semi-contrôlées, d'exposition nord-sud. L'éclairage est celui du jour, la température varie au cours de la journée et d'une saison à l'autre et elle est mesurée par un thermomètre placé au milieu de la serre, l'aération est assurée par plusieurs fenêtres placées latéralement de part et d'autre de la serre sur une longueur de 10 mètres. L'expérimentation a été réalisée au niveau de la serre en face de la serre en verres de laboratoire de biotechnologie de l'Université de Blida 1 (Fig.11) durant la période étalée entre le 20/11/2016 et le 28/04/2017. Le dispositif a été conduit sous un abri serre tunnel (6m x 10). Les essais de la présente étude ont été réalisés au niveau du laboratoire de phytopharmacie appliquée de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Blida 1 durant la période 13/11/2016-28/04/2017.



Figure 11 : Présentation du site expérimental (Google earth, 2017).

### 3. Matériel d'étude

#### 3.1. Présentation du matériel

L'utilisation du matériel nécessaire durant l'expérimentation:

##### 3.1.1. Matériel végétal

- Des pots en plastique
- Des semences d'haricot var.Alex

##### 3.1.2. Matériel pour les traitements

- Lombricomposteur verticale
- Déchet ménager (sauf oignon et l'ail)
- Marc de café
- Ver de terre *Eisenia foetida*

##### 3.1.3. Autre matériel

- ✓ Un mètre afin de mesurer périodiquement la longueur des plants.
- ✓ Balance à précision
- ✓ Un pulvérisateur à main de 1000 ml est utilisé pour l'application du traitement foliaire de jus de lombricompost
- ✓ Tube à essai
- ✓ Tube de centrifugation en verre
- ✓ La centrifugeuse
- ✓ Spectrophotomètre
- ✓ Etuve
- ✓ Bain marie
- ✓ Réfrigérateur

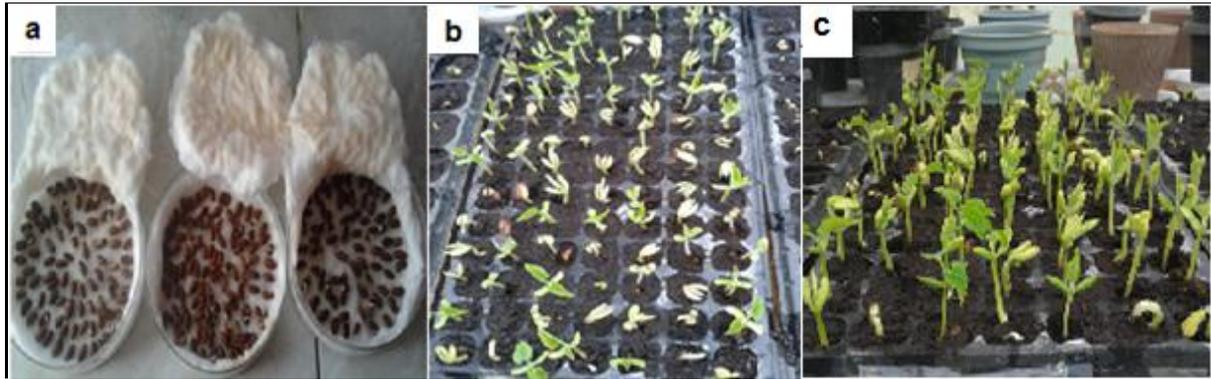
### 4. Méthodes d'étude

#### 4.1. Méthodes de préparation et d'application des traitements

##### 4.1.1. Obtention des plantules du haricot

L'expérimentation a été menée sur des plantules d'haricot vert *Phaseolus vulgaris* L. d'une variété **Alex** à croissance déterminée (naine), appartenant au groupe des haricots mange-tout et destinés pour la consommation en frais.

Les graines du haricot sont imbibées dans l'eau pendant 24 h, la pré-germination a été effectuée dans trois boîtes de pétri en verre pendant 5 jours (Fig.12b) la germination a été effectuée le 10/12/2016 dans des alvéoles noires en plastiques remplies de terreau à raison de 1 graine par cellule (Fig.12 a,c). Au stade 2 feuilles, les plantes du haricot ont été transplantées dans les pots en plastiques de 16 cm de hauteur et 13 cm de diamètre.



**Figure 12: plantation du haricot**

a :Prégermination ,b :Germination ,c : La levé du haricot

#### 4.1.2. Préparation des traitements

La réalisation de l'essai a mis en œuvre deux formes de traitements a base de lombricompost à savoir:

##### 4.1.2.1. Lombricompost solide

##### 4.1.2.1.1. Lombricompost de déchet ménager

L'élevage de vers de terre anécique « *Eisina foetida* » sur des déchets ménagés produit deux types d'engrais; le lombricompost solide et le jus. Pour obtenir un lombricompost, il faut utiliser un système de casier (Fig.13a) qu'on superpose l'un sur l'autre et en mettant de dans les lombrics et les déchets ménagés (Fig.13b) et de la terre a fin qu'il puisse dégrader ses déchets en un engrais biologique, lorsque le lombricompost est prêt, on enlève les vers de terre et on met le lombricompost sur un journal pour les séchés (Fig.14) puis on les utilisé.



**Figure 13: Dispositif de l'obtention de vermicompost déchet ménager**

a: Les lombrics, b: Les déchets ménagers

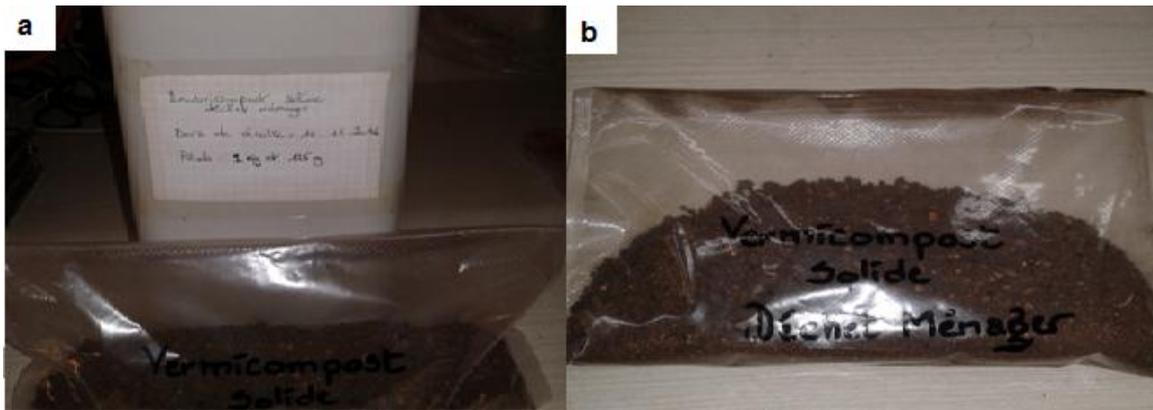


Figure 14: Vermicompost déchets ménager après séchage

#### 4.1.2.1.2. Lombricompost de Marc café

L'élevage de vers de terre anécique « *Eisina foetida* » sur les marcs café. Pour obtenir un lombricompost, il faut utiliser un système de casier qu'on superpose l'un sur l'autre et en mettant de dans les lombrics et des marcs de café et de la terre a fin qu'il puise dégrader ses marc en un engrais biologique sans odeur, lorsque le vermicompost est prêt, on enlève les vers de terre et on met le vermicompost (Fig.15) sur un journal pour les séchés puis on les utilisé.



Figure 15: Vermicompost de marc café après séchage

#### 4.1.2.2. Lombricompost liquide

##### 4.1.2.2.1. Jus de lombricompost de déchets ménager

En récoltant un liquide qu'on appel le thé du lombric (jus de lombricompost) (Fig.16a).Le jus de lombricompost récupéré dans le fond du lombricomposteur (Fig.16b), provient essentiellement de l'eau contenue dans les déchets de cuisine (environ 80 % de leur masse) chargée des nutriments minéraux et oligo-éléments assimilés lors de l'écoulement dans le lombricompost. Pour le jus du lombricompost,

nous avons apporté la forte dilution D10. Cette dernière est obtenue par le mélange jus de lombricompost/eau (V/10V).



**Figure 16: dispositif d'obtention du jus de lombricompost**

a : le jus de lombrics dilué.

b: le jus de lombricompost récolté après l'égouttage

#### 4.1.3. Application des traitements

L'application des traitements solides: marc de café et vermicompost de déchet ménager sur sol par épandage alors que l'application de traitement sous forme liquide: Le thé de vermicompost par pulvérisation sur feuilles jusqu'à l'égouttage c'est-à-dire application foliaire.

#### 4.2. Dispositif expérimental et conduite de l'essai

L'essai est réalisé en bloc aléatoire complet, le dispositif (Fig.17) composé de 4 blocs à raison de 28 plants par traitement (112 plants =unité expérimentale) comme suivant:

Bloc 1: Témoin

Bloc 2: jus de lombricompost

Bloc 3: lombricompost solide à base de déchet ménager

Bloc 4: lombricompost solides à base de marc de café

Les blocs sont distants de 50cm les uns des autres. Les plantules sont irriguées régulièrement selon leur besoin en eau du robinet pendant 15 jours, puis nous appliquons les traitements dans les blocs 2<sup>ème</sup> jus de lombricompost a application foliaire jusqu' à l'égouttage, le 3<sup>ème</sup> lombricompost de déchet ménager et le 4<sup>ème</sup> bloc lombricompost de marc café; application par épandage selon des quantités précis

dont 3.02 g dans chaque pot et on continue l'irrigation normale selon les besoins en eau de la plante.

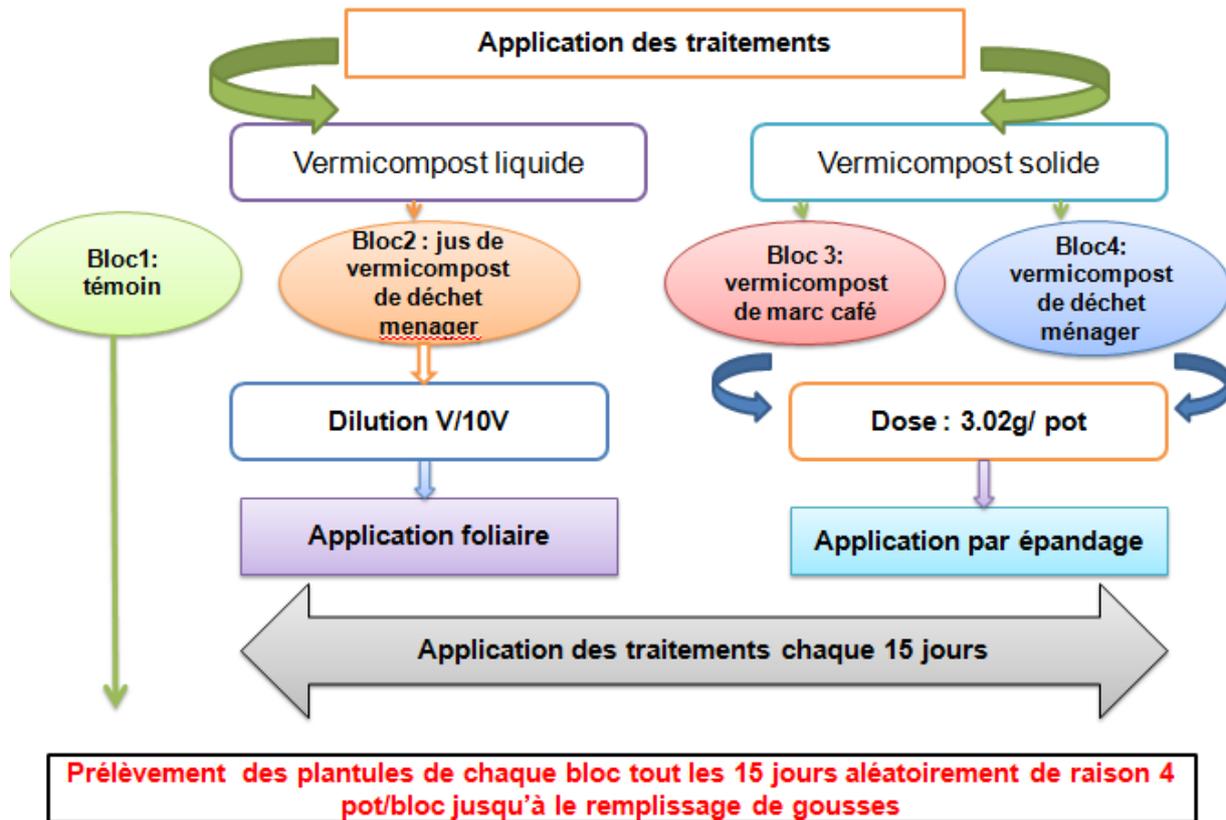


Figure 17: Dispositif expérimental et la conduite de l'essai

## 4.2. Evaluation de l'effet des traitements sur le haricot

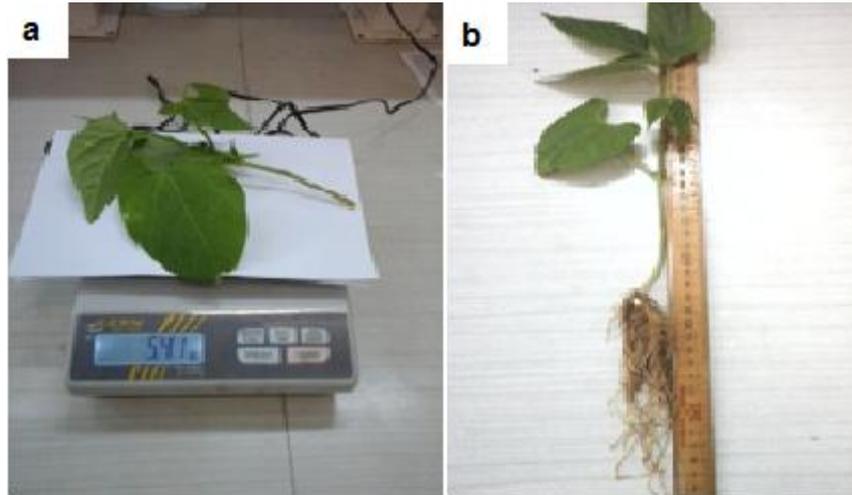
### 4.3.1. Mesure de la croissance en longueur de la partie aérienne et souterraine

La croissance en longueur de la partie aérienne et racinaire est évaluée après le prélèvement de quatre échantillons aléatoires de chaque bloc, lavé soigneusement les plantes avant de les mesurer.

La longueur de la tige, la partie aérienne et des racines sont mesurée à l'aide d'une feuille de papier millimétrique (cm) (Fig.18b).

### 4.3.2. Mesure du poids frais de la partie aérienne et souterraine

La biomasse fraîche de la partie aérienne et souterraine exprimée en gramme a été effectuée par pesée les deux parties séparément avec une balance de précision (Fig.18a)



**Figure 18 : Estimation des paramètres de croissance des plantules  
(Original, 2017)**

a: poids

b: longueur

#### 4.3.3. Nombre et poids des nodosités et des gousses

Le poids des nodosités est exprimée en milligramme a été effectuée par pesée chaque nodosité avec une balance de précision spéciale pour les petites pesées. Le poids des gousses est exprimée en milligramme a été effectuée par pesée chaque gousse avec une balance de précision.

#### 4.3.4. Quantification des chlorophylles a, b, caroténoïde et chlorophylle total au niveau des feuilles

La méthode proposée par **Lichtenthaler (1987)** a été utilisé pour mesurer la chlorophylle et les caroténoïdes. Feuilles fraîches (0,1 g) ont été mélangés à 4 ml 80 % d'acétone et centrifugés à 3000 tr/min pendant 10 min. l'absorbance du surnageant a été lu à 647, 664, et 470 nm à l'aide d'un spectrophotomètre, et la chlorophylle a, la chlorophylle b, caroténoïdes, et le contenu en chlorophylle totale, respectivement, ont été déterminés comme suit:

$$\text{Chla} = 12,21 (A_{664}) - 2,79 (A_{647})$$

$$\text{Chlb} = 21,21 (A_{647}) - 5,1 (A_{664})$$

$$\text{Carotenoïde} = (1000 * A_{470} - 1,8 * \text{Chla} - 85,02 * \text{Chlb}) / 198$$

$$\text{ChIT} = \text{Chla} + \text{Chlb}$$

#### 4.3.5. Quantification des sucres totaux

Les solubles totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode de **Dubois et al. (1956)**. Elle consiste à additionner 3 ml d'éthanol à 80 % à 100mg de matière végétale fraîche. Le mélange est mis à température ambiante pendant 48 heures. Au moment du dosage, l'éthanol est évaporé par passage à l'étuve à 80°C. L'extrait obtenu est additionné à 10 ml d'eau distillée.

Une prise d'essai de 0.5 ml de la solution analyser est mélangée à 0.5ml de phénol 5%. Dont on ajoute rapidement 2.5ml d'acides sulfurique concentré 96%, le mélange vire en couleur jaune orange.après homogénéisation au vortex, l'échantillon est placé au bain-marie pendant 10à20min à une température de 30°C. La couleur de la solution est stable pendant plusieurs heures. L'absorbance est lu à 485nm.les valeurs obtenues sont reportés sur la gamme étalon, à l'aide de l'équation suivant:

$$Y=4,3918x-0.1946$$

Avec:

Y: étant l'absorbance.

X: étant la quantité des sucres totaux exprimée en mg/g.m.f.

#### 4.3.6. Quantification et Dosage des acides aminés solubles et de la proline

L'extraction a été réalisée selon la méthode décrite par **Naidu (1998)** : 50mg d'échantillon ont été placés dans des tubes de centrifugation contenant 5ml d'un mélange (*méthanol : chloroforme : eau*) (60 : 25 : 15 ml). Les tubes scellés ont été chauffés au bain marie (60°C) durant 02 h et centrifugés à 5000 G pendant 10 mn. Le surnageant a servi ensuite aux dosages des acides aminés solubles et de la proline.

##### 4.3.6.1. Acides aminés solubles

Un (01) millilitre de solution tampon acide acétique /acétate de sodium (pH= 4,3) et 1ml de Ninhydrine (5% dans l'éthanol) ont été additionnés à 1ml de surnageant. Les échantillons ont été agités puis chauffés au bain marie (95°C) pendant 15mn. L'absorbance des essais a été déterminée à 570nm.

##### 4.3.6.2. Proline

La proline a été déterminée par une méthode développée par **Singh (1973)**: 1ml de surnageant, 4ml de solution de Ninhydrine, 4ml d'acide acétique glacial et 1ml d'eau distillée sont placés dans des tubes de centrifugation de 10 ml. Ce mélange a été chauffé au bain marie (90°C) pendant 45mn et refroidi à la température ambiante. L'absorbance a été lue à 520 nm.

#### 4.3.7. Quantification et Dosage des protéines solubles

Dans le cadre de notre étude, nous avons retenu la méthode proposée par **BRADFORD (1976)**, qui consiste en premier lieu à la:

- **Préparation des solutions tampon:** La méthode exige la préparation de deux tampons phosphate (0,1M) pour l'extraction des protéines cytoplasmiques et qui sont désignées par les solutions A et B. La solution A est obtenue après avoir dissoudre 13,6 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dans 1000 ml d'eau distillée. Alors que la solution B est obtenue après avoir dissoudre 17,4 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dans 1000 ml d'eau distillée. Le but fixé ci-dessus n'est pas abordable qu'après avoir mélanger les deux solutions A et B de façon à obtenir une solution à  $\text{pH} = 7$ . En ce qui concerne l'extraction des protéines pariétales la méthode préconise un tampon plus salée comparée au tampon phosphate, pour y remédier nous avons ajouté (0,1 M) de KCl soit 119,3 g de KCl dans 1000 ml d'eau distillée.
  - **Extraction des protéines solubles :** Peser 3 g de matière fraîche de racine tout en respectant l'âge et l'espèce végétale considérée; Broyer les feuilles fraîches à l'aide d'un mortier sur une plaque froide, puis ajouter 5 ml de solution tampon phosphate à  $\text{pH} = 7$  dans le but de provoquer une bonne dissolution de la matière végétale ; Introduire une prise d'essai de 5 ml suivant la contenance du tube dans une centrifuge réfrigérée réglée à  $-4^\circ$  pendant 15 min à 4500 tr/min; Séparer le surnageant du culot, pour une éventuelle extraction des protéines cytoplasmique (il est appelé communément surnageant 1 );Récupérer le culot dans son tube, procéder à un lavage avec 5 ml d'eau distillée; Centrifuger pendant 15 min à 4500 tr/min à  $-4^\circ\text{C}$ ; Eliminer le surnageant 2, et ajouter sur le culot 5ml de tampon phosphate + KCl à  $\text{pH}=7$ ;Centrifuger pendant 15 min à 4500 tr/min à  $-4^\circ\text{C}$ ; Eliminer le culot, toute en gardant le surnagent qui est appelée communément surnageant3 et qui doit faire l'objet de l'extraction des protéines pariétales.
- **Dosage des protéines solubles:**
    - Diluer les surnageant 1 et 3 au  $10^{-2}$  (soit 2 fois 1 ml par 9ml d'eau distillée).
    - Prenez 0.05ml de l'extrait obtenu dans un tube à essaie.
    - Ajouter 0.05 ml d'eau distillée et 5 ml de réactif de BRADFORD.
    - Agiter pendant une heure.
    - Régler la sensibilité du spectrophotomètre sur l'émission  $\lambda = 595 \text{ nm}$ .

#### 4.4. Analyses statistique des données:

##### 4.4.1. Evaluation temporelle des facteurs

Les résultats présentés sous forme de courbes, ont été réalisés par l'application Excel. Les données sont représentées par les valeurs moyennes ( $\pm$ SD).

##### 4.4.2. Analyse de la variance (xlSTAT 2009)

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (accumulation en molécules, croissance en longueur), il est préconisé de réaliser une analyse de variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour *ANalysis Of VAriance*), la distribution de la variable quantitative doit être normale. Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé XLSTAT, 2009. Ensuite, afin de voir les différentes valeurs statistiques des paramètres de chaque traitement, la représentation graphique de la statistique descriptive sous forme de boîte à moustache a été adoptée.

## Table de figures

Figure1	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.....	4
Figure2	Symptômes des carences en phosphore sur le haricot.....	6
Figure3	Le bruche du haricot adulte.....	7
Figure4	Symptômes (a) et adulte(b) de la mouche des semis sur le haricot.....	7
Figure5	<i>Aphis fabae</i> .....	8
Figure6	Compostière verticale.....	11
Figure7	Compostière horizontale.....	11
Figure8	Vers de terre.....	12
Figure9	Déchet ménager.....	13
Figure10	vermicompost de marc café.....	14
Figure11	Présentation du site expérimental.....	20
Figure12	Plantation du haricot.....	22
Figure13	Dispositif de l'obtention de vermicompost déchet ménager.....	23
Figure14	Vermicompost déchet ménager après séchage.....	23
Figure15	Vermicompost de marc café après séchage.....	24
Figure16	Dispositif d'obtention du jus de vermicompost.....	24
Figure17	Dispositif expérimental et la conduite de l'essai.....	26
Figure18	Estimation des paramètres de croissance des plantules.....	27
Figure19	Effet du vermicompost sur la croissance en longueur de la partie aérienne.....	31
Figure20	Effet comparé du vermicompost sur la croissance en longueur de la partie aérienne.....	32
Figure21	Effet du vermicompost sur la biomasse fraîche de la partie aérienne.....	33
Figure22	Effet du vermicompost sur la biomasse fraîche de la partie aérienne.....	34
Figure23	Effet du vermicompost sur la croissance en poids sec de la partie aérienne.....	35
Figure24	Effet comparé du vermicompost sur le poids sec de la partie aérienne.....	36
Figure25	Effet du vermicompost sur la croissance en longueur de la partie souterraine.....	37
Figure26	Effet du vermicompost sur la croissance en longueur de la partie souterraine.....	38
Figure27	Effet du vermicompost sur la croissance en poids frais de la partie souterraine.....	39
Figure28	Effet du vermicompost sur la croissance en poids frais de la partie souterraine.....	40
Figure29	Effet du vermicompost sur la croissance en poids sec de la partie souterraine.....	41
Figure30	Effet du vermicompost sur la croissance en poids sec de la partie souterraine.....	42
Figure31	Effets différents types de vermicompost sur la production florale de l'haricot.....	43
Figure32	Effets différents types de vermicompost sur la production florale de	

	l'haricot.....	44
Figure33	Effet du vermicompost sur la croissance en longueur des gousses.....	45
Figure34	Effet du vermicompost sur la croissance en longueur des gousses.....	46
Figure35	Effet du vermicompost sur la croissance des gousses.....	47
Figure36	Effet du vermicompost sur la croissance des gousses.....	48
Figure37	Effet différents types de vermicompost sur la relation production florale/fructification.....	49
Figure38	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de chlorophylle a.....	50
Figure39	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de chlorophylle a.....	51
Figure40	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de chlorophylle b.....	52
Figure41	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de chlorophylle b.....	53
Figure42	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de Caroténoïde.....	54
Figure43	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de Caroténoïde.....	55
Figure44	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des Chlorophylle total.....	56
Figure45	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des Chlorophylle total.....	57
Figure46	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des sucres totaux solubles.....	58
Figure47	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des sucres totaux .....	59
Figure48	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des protéines solubles.....	60
Figure49	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des protéines solubles.....	61
Figure50	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de proline.....	62
Figure51	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse de proline.....	63
Figure52	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des acides aminés.....	64
Figure53	Effet des différents types de vermicompost sur la synthèse des acides aminés.....	65
Figure54	Effet des différents types de vermicompost sur la production de nodosités.....	66

## Liste de tableaux

Tableau1	Effet de vermicompost de déchet ménager sur la relation activité physiologique /production de nodosités.....	67
Tableau2	Effet de vermicompost de marc café sur la relation activité physiologique /production de nodosités.....	68
Tableau3	Effet de jus de vermicompost sur la relation activité physiologique /production de nodosités.....	69
Tableau4	la relation activité physiologique /production de nodosités sur les plants témoins.....	70

## Liste des abréviations

<b>Ca :</b>	Calcium
<b>K :</b>	Potassium
<b>Mg :</b>	Magnésium
<b>NO<sub>3</sub> :</b>	Nitrate
<b>PO<sub>4</sub> :</b>	Phosphate
<b>R5 :</b>	Stade préfloraison.
<b>R6 :</b>	Stade floraison.
<b>R7 :</b>	formation des gousses.
<b>R8 :</b>	remplissage des gousses.
<b>S :</b>	Soufre
<b>TM :</b>	Témoin
<b>V3 :</b>	déploiement du 1 <sup>er</sup> trifolié.
<b>V4 :</b>	déploiement de la 3 <sup>er</sup> trifoliée.
<b>VDR :</b>	Vermicompost de déchet ménager
<b>VMA :</b>	Vermicompost de marc café.
<b>VTH :</b>	Thé de vermicompost

## RESUME

Effet de différents types de vermicompost sur les paramètres de croissance, et l'état phytosanitaire d'une culture d'haricot.

L'importance agronomique et économique des légumineuses nous a dirigé à mener ce travail dont l'objectif principal est de tester l'efficacité de différents types de vermicompost sur la croissance, la production et la phytochimie du haricot vert. Pour cela, un essai a été mené en quatre blocs aléatoire complets tous les 15 jours. Au cours de l'expérimentation, trois traitements ont été effectués; vermicompost solides (vermicompost de déchet ménager, vermicompost de marc café) et le vermicompost liquide (jus de vermicompost) dont les paramètres étudiés sont les paramètres de croissance, paramètres de production et paramètres physiologiques.

Les résultats montrent que le vermicompost de déchet ménager et de jus de vermicompost ont un effet bénéfique sur la croissance en longueur de la partie aérienne et racinaire, et en poids frais et sec de la partie racinaire et aérienne des plants du haricot. Cependant, le jus de vermicompost a un effet remarquable sur la production des nodosités et sur la précocité de la floraison par rapport aux vermicompost de déchet ménager et de vermicompost de marc de café par contre le vermicompost de marc de café a un effet sur la production de gousses.

Par ailleurs, les résultats relatifs aux paramètres biochimiques exposent une importante accumulation en chlorophylle totale sous l'effet du jus de vermicompost et de vermicompost de déchet ménager contrairement au vermicompost de marc de café. L'accumulation des acides aminés et de protéines solubles montre que sous l'effet de vermicompost de déchet ménager et de jus de vermicompost affiche nettement un taux très important que le vermicompost et ce dernier signale aussi une accumulation très élevée de caroténoïde par rapport aux autres traitements. Autre part, le vermicompost de déchet ménager et le jus de vermicompost ont une faible synthèse de proline et de sucre totaux par rapport aux vermicompost de marc de café et de témoin.

Au final, nous pouvons conclure que le vermicompost de déchet ménager solide ou liquide a un effet sur la croissance, la production et même sur les paramètres biochimique. Le jus de vermicompost a une capacité de la tolérance face à un stress.

**Mot clé :** Jus de vermicompost, nodosités, *Phaseolus vulgaris*, vermicompost de déchet ménager, vermicompost de marc café.

## Abstract

Effect of different types of vermicompost on the parameters of growth and phytosanitary state on a bean crop.

The agronomic and economic importance of legumes has led us to conduct this work whose main objective is to test the effectiveness of different types of vermicompost on the growth, production and phytochemistry of green beans. Been conducted in four complete random blocks every 15 days. During the experiment, three treatments were carried out; Vermicompost solids (vermicompost of household waste, vermicompost of marc coffee) and the vermicompost liquid (vermicompost juice) whose parameters studied are the parameters of growth, production parameters and physiological parameters.

The results show that the vermicompost of house hold waste and vermicompost juice have a beneficial effect on the growth in length of the aerial and root part and in fresh and dry weight of the root and aerial parts of the bean plants. However, vermicompost juice has a remarkable effect on the production of nodosities and on the precaution of flowering by supplying the vermicompost of house hold waste and of vermicompost of coffee grounds, on the other hand the vermicompost of coffee grounds has an effect on the production Of pods.

Moreover, the results relative to the biochemical parameters expose a large accumulation in total chlorophyll under the effect of the vermicompost and vermicompost juice of household waste unlike the vermicompost of coffee grounds. The accumulation of amino acids and soluble proteins shows that under the effect of vermicompost of household waste and of vermicompost juice there is clearly a very high rate that the vermicompost and the latter also indicates a very high accumulation of carotenoid by contribution to others treatments. On the other hand, the household waste vermicompost and vermicompost juice has a low synthesis of total proline and sugar by supplying the coffee grounds and control vomicompost.

In conclusion, we can conclude that the solid or liquid household waste vermicompost has an effect on growth, production and even on biochemical parameters. The vermicompost juice has a capacity for tolerance in the face of stress.

**Keyword:** Nodules, *Phaseolus vulgaris*, Vermicompost juice, vermicompost of coffee grounds, vermicompost of household waste,

## الملخص

تأثير أنواع مختلفة من فيرمي كومبوست على معايير النمو والحالة الصحية النباتية على محصول الفاصوليا.

الأهمية الزراعية والاقتصادية للبقوليات أدى بنا للقيام بهذا العمل الذي هو اختبار فعالية أنواع مختلفة من فيرمي كومبوست على النمو الإنتاج والمعايير الكيميائية النباتية. الهدف الرئيسي، تم تنفيذ ثلاثة علاجات. فيرمي كومبوست الصلبة (فيرمي كومبوست النفايات المنزلية ، فيرمي كومبوست اساس القهوة) والفيرمي كومبوست السائل (عصير الفيرمي كومبوست) و تطبيقه على محصول الفاصوليا مع دراسة تأثيره على النمو، الإنتاج وعلى المعايير الفسيولوجية. خلال التجربة كان تطبيق هذه الأنواع المختلفة من فيرمي كومبوست في أربع مجموعات ويكون اختيار اربعة شجيرات عشوائيا من كل مجموعة مع الشاهد عيان كل 15 يوما.

وأظهرت النتائج أن فيرمي كومبوست النفايات المنزلية و عصير الفيرمي كومبوست يكون لها تأثير واضح على النمو في طول الجزء العلوي والجذور وعلى الوزن الرطب والجاف من الجذور وجزء العلوي للنباتات الفاصوليا. ومع ذلك عصير فيرمي كومبوست له تأثير ملحوظ على إنتاج العقيدات والإزهار المبكر اكبر من فيرمي كومبوست النفايات المنزلية وفيرمي كومبوست اساس القهوة. اما هذا الاخير له تأثير على إنتاج القرون.

وعلاوة على ذلك فإن نتائج القياسات البيوكيميائية عصير فيرمي كومبوست و فيرمي كومبوست النفايات المنزلية لهما تأثير كبير على التراكم في الكلوروفيل الإجمالي وعلى عكس فيرمي كومبوست القهوة. ويوضح أنه في ظل تأثير فيرمي كومبوست النفايات المنزلية وعصير فيرمي كومبوست يظهر تراكم الأحماض الأمينية والبروتينات القابلة للذوبان بنسبة كبيرة جدا وأنه يشير أيضا إلى تراكم عالي جدا من كاروتينويد بالنسبة لفيرمي كومبوست القهوة . ثانيا، فيرمي كومبوست النفايات المنزلية وعصير فيرمي كومبوست لديهما تركيب منخفض من البرولين ومجموع استهلاك السكر بالنسبة لفيرمي كومبوست القهوة والشهود.

في النهاية، يمكننا أن نستنتج أن فيرمي كومبوست النفايات المنزلية الصلبة أو فيرمي كومبوست السائلة لهما تأثير على النمو والإنتاج وحتى على القياسات البيوكيميائية. عصير فيرمي كومبوست لديه القدرة على مقاومة الجفاف.

**الكلمات المفتاحية:** العقيدات، فاصولياء الشائعة، عصير فيرمي كومبوست، فيرمي كومبوست النفايات المنزلية ، فيرمي كومبوست أساس القهوة،

# **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

# **Chapitre II : Matériels et méthodes**

# **Chapitre III : Résultats et interprétations des résultats**

# **Chapitre IV : Discussion générale**

# **Chapitre V : Conclusion générale et perspectives**

## Chapitre V: Discussion générale

La pauvreté, l'insécurité alimentaire et la dégradation de l'environnement sont étroitement liées. Le développement de la fertilisation est l'un des éléments clés de la révolution agricole. Le niveau de fertilisation est encore nettement insuffisant dans la plupart des pays du tiers monde. Cela est particulièrement le cas en Algérie où l'utilisation excessive d'engrais chimiques et la réduction de la période de jachère sont responsables de la dégradation des sols et de l'environnement. Il est donc urgent de définir des stratégies agricoles plus durables. La fertilisation est indispensable pour améliorer les rendements. Elle doit être correctement évaluée pour se situer à l'optimum économique. Dans cette optique la présente étude vise à mettre en évidence l'effet des différents types de vermicompost (vermicompost de déchet ménager, thé de vermicompost et le vermicompost de marc de café) sur les traits morphologiques de croissance et de production ainsi que sur les paramètres physiologiques du haricot. Les résultats de l'évaluation de l'effet de différents types de vermicompost sur les traits du cycle végétatif du haricot vert var. Alex nous ont permis de dégager les hypothèses suivantes.

### 1. Effets des bio fertilisants sur les paramètres physiologiques du haricot

Les résultats affichent que le vermicompost de déchet ménager et le thé de vermicompost ont un effet remarquable sur la synthèse chlorophyllienne par comparaison à l'effet du vermicompost de marc café. Concernant l'effet des traitements sur la synthèse des caroténoïdes, les taux les plus importants sont enregistrés sous vermicompost de marc café. Les résultats obtenus nous permettent d'avancer l'hypothèse que le vermicompost de déchet ménager et le jus de vermicompost ont la même composition et qui sont riche en élément minéraux et organique qui permet une production plus importante de l'activité photosynthétique. L'hypothèse avancée, rejoint l'étude d'**Atiyeh et al. (2000)** touchant à la synthèse de chlorophylle et de caroténoïdes chez les plantes traités par le vermicompost. Ils confirment que l'apport du vermicompost contribue probablement à l'augmentation de la chlorophylle des feuilles et de caroténoïdes qui abouti à l'augmentation de l'efficacité photosynthétique.

Les résultats signalent que les plants traités au vermicompost de déchet ménager et au thé de vermicompost exposent un effet similaire sur la synthèse des sucres totaux, des protéines solubles, des acides aminés et de la proline. Par visualisation des fluctuations des métabolites primaires et secondaires sous l'effet de différents types de vermicompost, nous estimons que la composition de différents types de vermicompost agit sur l'enrichissement du contenu métabolique. On se basant sur l'hypothèse avancée, nous pouvons l'accordée avec les travaux de plusieurs chercheurs dont ils signalent que l'effet stimulateur du vermicompost sur la production des métabolites secondaires peuvent être liés à l'amélioration de la nutrition minérale ou l'amélioration de l'activité photosynthétique (**Amooaghaie et**

**Golmohammadi, 2017**). Le jus du vermicompost contient des substances qui peuvent promouvoir la croissance des plantes, le rendement et la qualité nutritive (acides humique, acide fulvique et autre acide organique; des auxines; et des cytokinines) (**Khan et al., 2014**). Par ailleurs, le lombricompost enrichit l'horizon assimilable du sol. Il augmente ainsi le taux en réserve humifère du sol. Par rapport au sol environnant, le lombricompost est 5 fois plus riche en azote disponible pour les plantes, 7 fois plus riche en phosphate soluble, 11 fois plus riche en potasse et 2 fois plus riche en magnésium (**Anonyme, 2017**). D'après **Amiri et al. (2017)**, ont signalé que l'application de compost a augmenté la quantité d'eau disponible pour une plante, son contenu en eau des feuilles, et la biomasse des plantes sous stress de sécheresse. Une étude sur le maïs et le soja a fait observer que l'application des sols modifiés, comme le compost et vermicompost, amélioration de la tolérance à la sécheresse sous l'eau stress déficit. Le lombricompost, par l'intermédiaire du CAH qu'il contient, améliore la structure du sol par la formation des agrégats. Ceci entraîne ainsi une amélioration de l'aération et de la capacité de rétention en eau du sol (**Anonyme, 2017**).

## 2. Effets des bio fertilisants sur la croissance du haricot

Les résultats concernant la croissance en longueur de la partie aérienne et souterraine des plants d'haricot affichent nettement une gradation temporelle positive sous l'effet du jus de vermicompost et de vermicompost de marc café mais elle est plus marquée sous l'effet de vermicompost de déchet ménager. Cependant, les gains en poids frais de la partie aérienne durant les phases phénologiques déploiement du 1<sup>er</sup> trifolié, déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, floraison, formation des gousses et remplissage des gousses apparaît lié à l'effet du vermicompost de déchet ménager et du thé de vermicompost par rapport à l'effet du vermicompost de marc café. En revanche, durant la phase préfloraison, le vermicompost de déchet ménager et celui de vermicompost de marc café enregistrent un effet similaire en termes d'accroissement de la biomasse aérienne. Les résultats concernant le poids frais des racines affichent nettement une gradation temporelle positive sous l'effet du vermicompost de déchet ménager et du jus de vermicompost et négative sous l'effet de vermicompost de marc café, mais elle est plus marquée sous l'effet de vermicompost de déchet ménager. Les résultats concernant le poids sec de la partie aérienne, font ressortir que le vermicompost de déchet ménager se distingue des autres traitements (vermicompost de marc café et le jus de vermicompost) en termes d'évolution de la biomasse sèche de la partie aérienne des plants du haricot. Les mêmes résultats signalent que le vermicompost de déchet ménager a un effet remarquable sur la biomasse sèche des racines durant les phases phénologiques formation de gousses et remplissage de gousses. Alors que le thé de vermicompost est plus efficace durant la floraison. Cependant durant les phases phénologiques déploiement du 1<sup>er</sup> trifolié et déploiement de la 3<sup>er</sup> trifoliée, l'ensemble des traitements (vermicompost de marc café, thé de vermicompost et vermicompost de déchet ménager) affichent des effets similaires. Ce constat conduit à l'hypothèse

suivante: Ces biofertilisants riches en azote et en hormones, stimulent la multiplication du parenchyme qui conduit à l'augmentation de la croissance de la phytomasse des plantes. Selon **El hassani (1986)**, l'origine de la production de la phytomasse en l'occurrence la genèse des futurs organes de la plante - comme les feuilles, les tiges et les racines prennent leur origine dans la zone de croissance active, caractérisée par une division cellulaire intense au niveau des méristèmes apicaux. Le stade ultime de cette activité méristématique est l'initiation des primordia de feuilles et des autres organes qui sont des ébauches de ces organes. Les propos avancés rejoignent les conclusions de **Danso et Eskew (1984)**, qui signalent que parmi les éléments nutritifs apportés aux cultures, le plus important est souvent l'azote, auquel on peut imputer, dans certains cas, 75% de l'augmentation observée des rendements. En effet, il participe au développement et à la croissance de toutes les parties de la plante: feuilles, tiges et racines. L'azote joue un rôle essentiel dans la synthèse de la matière vivante. Il entre, avec d'autres éléments (carbone, oxygène, hydrogène...), dans la composition des acides aminés formant les protéines. L'azote est un élément essentiel pour la constitution des cellules et la photosynthèse (chlorophylle). C'est le principal facteur de croissance des plantes et un facteur de qualité qui influe sur le taux de protéines des végétaux (**Anon, 2005**). Il a des effets bénéfiques sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol et de l'absorption des éléments nutritifs (**Amooaghaie et Golmohammadi, 2017**). L'augmentation des paramètres de croissance pourrait aussi être expliquée simplement par suite de l'efficacité de la photosynthèse. De même, il stimule la croissance de la surface foliaire, des parties aériennes, du poids secs et frais et l'augmentation de la productivité (**Atiyeh et al., 2000; Amooaghaie et Golmohammadi, 2017**).

Aussi, les travaux de **Muraleedharan et al. (2010)**, signalent que les biofertilisants produisent des hormones et des anti-métabolites qui favorisent la croissance des racines et fixent l'azote atmosphérique dans le sol et dans les nodosités des racines des cultures légumineuses. Le jus de vermicompost contient des macroéléments nutritifs disponibles sous forme de  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ , Ca, K, Mg et S et des micronutriments qui présentent des effets similaires sur la croissance et le rendement des plantes (**Singh et al., 2008**). **Visvanathan et al. (2005)** signalent que seulement 5 à 10% du matériel digéré est absorbé par le corps du lombric, le reste est excrété sous la forme d'un fin mucus lié des agrégats granulaires, riches en NPK (nitrates, phosphates et potassium), micronutriments et de microorganismes bénéfiques pour le sol. Il s'agit de microorganismes beaucoup plus aptes à transformer les éléments nutritifs et à les rendre plus facilement assimilables par les végétaux que ceux que l'on trouve dans le compost (**Edwards, 1999**). Le vermicompost contient également de grandes quantités de substances humiques, et certains des effets de ces substances sur la croissance des plantes sont très importantes (**Amooaghaie et Golmohammadi, 2017**).

### 3. Effets des bio fertilisants sur la production du haricot

Les résultats montrent que la production florale est très précoce sous l'effet du thé de vermicompost par apport au vermicompost de marc de café et le vermicompost de déchet ménager. Concernant le nombre de gousses, les résultats affichent nettement une gradation temporelle positive sous l'effet du vermicompost de déchet ménager et du thé vermicompost, elle est plus marquée sous l'effet de vermicompost de marc de café. Par référence aux fluctuations des paramètres de production du haricot sous l'effet de différents types de vermicompost, nous estimons que la composition de différents types de vermicompost agit sur l'induction florale et la formation du fruit. On se basant sur l'hypothèse avancée, nous pouvons l'accorder avec les travaux de **Nielson (1965)**, qui a isolé les substances de l'indole à partir de vers de terre et a signalé une augmentation de la croissance des petits pois en raison d'extraits de la terre. Il a aussi un extrait des substances qui stimulent la croissance des plantes à partir de *Apprectodea terrestris*, *Dendrobaena rubidus* et *Lumbricus longa*, mais ses expériences n'a pas exclu la possibilité de substances de croissance qu'il a trouvé est venue de micro-organismes qui vivent dans la terre courage et de tissus. Vermicompost est un produit d'un programme accéléré de biooxydation de la matière organique par l'utilisation de populations de vers sans passer d'utres- mophilic l'étape a été suggéré au début comme un substitut à la tourbe dans des substrats. Plusieurs études ont évalué l'effet des amendements en substrats sur la croissance et les rendements des plants de tomates cultivées dans des serres (**Arancon et al., 2004**). Cependant, jusqu'à présent, seule une étude des effets de l'habillé de lombricompost sur la qualité des fruits de culture biologique des tomates dans le champ et il n'est pas certain que les modifications dans les substrats de semis. Le vermicompost a un impact sur les rendements de la tomate et de la qualité des fruits lorsque les plants ont été transplantés dans des sols sur le terrain (**Zaller, 2007**).

## Introduction

Dans les années à venir, la production agricole devra faire face à un double défi, répondre aux besoins croissants de la population mondiale tout en préservant l'environnement et les ressources naturelles. Elle devra alors être significativement plus élevée. Les surfaces agricoles ayant atteint leur limite dans de nombreux pays, cette augmentation ne pourra se faire que par une augmentation des rendements. L'augmentation des rendements a pu se faire essentiellement par l'amélioration variétale et les techniques culturales associées.

Le fort ensoleillement et la faible pluviométrie ont obligé les agriculteurs à irriguer en quantité importante, et souvent à une eau saumâtre. De plus, les ressources en eau douce sont de plus en plus limitées (**Shalhevet et Hsiao, 1986; Handy, 1999**).

L'effet des facteurs abiotique nous a repoussé à travers la culture des légumineuses alimentaires en particulier le haricot a un intérêt national car c'est une source de protéines diététiques dans beaucoup de pays en développement, quant au secteur de culture, l'haricot représente la troisième plus importante récolte de la légumineuse dans le monde (**Aydin et al., 1997**). Bien que la production locale de ces espèces reste toujours faible pour satisfaire les besoins exprimés par la population locale, qui ne cessent de progresser. Ceci constitue une obligation intégrant notre pays parmi ceux dépendants des marchés mondiaux. Il faut noter dans ce contexte que la facture d'importation de ces produits coûte annuellement, 355 millions de dollars (**Stat. Canada, 2007**). L'Etat souhaite développer la production afin de mieux satisfaire les besoins, de réduire les importations et de limiter la dépendance économique vis-à-vis de l'étranger.

Dans le cadre de la préservation du milieu, l'augmentation quantitative et qualitative de la production, l'agriculture durable doit gérer les interactions complexes entre le sol, l'eau, les plantes, les animaux, le climat soumis à l'effet des pratiques culturales. Dans un contexte, de nombreuses méthodes de lutte alternatives et/ou complémentaires sont développées afin de minimiser le recours à l'utilisation des insecticides de synthèse, dont les effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine sont reconnus et identifiés. Les méthodes actuellement étudiées sont celles qui tendent à développer l'utilisation des molécules bioactives à effets fertilisant, pesticide et stimulateur des systèmes de défense chez les plantes. Le recours à ces méthodes constitue une des voies qui pourrait réviser complètement les règles régissant la lutte contre les ennemis des cultures. Cette approche, consiste à donner aux plantes les moyens de se défendre elles-mêmes, ou renforcer leurs propres moyens de défense, plutôt que de combattre directement l'agresseur (**Fravel et al., 1999**). Le lombricompostage est un procédé de biooxydation et stabilisation de la matière organique grâce à l'action combinée des microorganismes et des lombriciens, il donne un compost qui ne requiert pas de phase thermophile caractéristique du compostage. Ce compost appelé lombricompost est de haute

qualité notamment en raison de son excellente structure granulaire (**Nagavallema et al., 2004**). Le lombricompostage permet, par une approche intégrée d'estimation des besoins, d'assurer une nutrition adéquate et équilibrée en considérant la parcelle et le système de culture, et de limiter les pertes et même repousser les ravageur et éliminer les maladies . L'objectif est de maintenir et d'améliorer la fertilité du milieu sans nuire à l'environnement, tout en assurant une production à rendement quantitatif et qualitatif élevé.

Pour cela nous avons émis quelques hypothèses auxquelles nous allons essayer de répondre et qui se résument dans:

- Quelle est l'influence de ces traitements de vermicompost sur les paramètres morphologiques et physiologiques de l'haricot ?
- Est-ce que les différents types de vermicompost ont un effet sur le contenu métabolique du haricot ?



## Sommaire

Introduction.....	01
Chapitre I: Présentation du haricot et du compost de lombric.....	03
1. Le haricot.....	03
1.1. Origine, répartition et description.....	03
1.2. Botanique.....	03
1.3. Importance agronomique et exigences nutritionnelles.....	04
1.4. Etat phytosanitaire.....	07
2. Généralités sur Lombricompost.....	10
2.1. Les différents types de Compostières.....	10
2.2. Elevage des vers de terre.....	12
2.3. Lombricompost solide.....	12
2.3.1. Lombricompost des déchets ménagers frais.....	12
2.3.2. Lombricompost du marc de café.....	13
2.4. Lombricompost liquide.....	15
2.4.1. Le jus de lombricompost.....	15
2.5. Intérêts.....	16
Chapitre II : Matériels et méthodes.....	20
1. Objectifs.....	20
2. Présentation du site d'étude et conditions expérimentales.....	20
3. Matériels d'étude.....	21
4. Méthodes d'étude.....	21
4.1. Méthodes de préparation et d'application des traitements.....	22
4.2. Dispositif expérimental et conduite de l'essai.....	24
4.3. Evaluation de l'effet des traitements sur le haricot.....	26
4.4. Analyses statistique des données.....	29
Chapitre III : Résultats et interprétations des résultats.....	31
1. Evaluation de l'effet des différents types de vermicompost sur les paramètres de croissance de l'haricot vert.....	31
1.2. Fluctuation du poids frais de la partie aérienne sous l'effet des différents types de vermicompost.....	33
1.3. Evolution de la biomasse sèche de la partie aérienne des plants sous l'effet des différents régimes.....	35
1.4. Fluctuation de la longueur des racines l'effet des différents types de vermicompost.....	37
1.5. Fluctuation du poids des racines sous l'effet des différents types de vermicompost.....	39
1.6. Fluctuation du poids sec des racines sous l'effet des différents types de vermicompost.....	41
2. Evaluation de l'effet des différents types de vermicompost sur les paramètres de production de l'haricot vert.....	43
2.1. Variation de la production florale sous l'effet de différents types de vermicompost.....	43
2.2. Variation de la fructification de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	45
2.3. Variation de la production de gousse de l'haricot sous l'effet des différents types de vermicompost.....	47

2.4.	Effet différents types de vermicompost sur la relation production florale/fructification.....	49
3.	Evaluation de l'effet des différents types de vermicompost sur les physiologiques de l'haricot vert.....	50
3.1.	Expression de la synthèse chlorophyllienne du limbe sous l'effet des différents types de vermicompost.....	50
3.2.	Expression de la synthèse des sucres totaux solubles du limbe sous l'effet des différents types de vermicompost.....	58
3.3.	Expression de la synthèse des protéines solubles du limbe sous l'effet des différents types de vermicompost.....	60
3.4.	Expression de la synthèse de proline de la racine sous l'effet des différents types de vermicompost.....	62
3.5.	Expression de la synthèse des acides aminés de la racine sous l'effet des différents types de vermicompost.....	64
3.6.	Variation de la production de nodosités sous l'effet des différents types de vermicompost.....	66
3.7.	Effet différents types de vermicompost sur la relation activité physiologique/production de nodosités.....	67
	Chapitre IV : Discussion générale.....	72
1.	Effets des bio fertilisants sur les paramètres physiologiques du haricot.....	72
2.	Effets des bio fertilisants sur la croissance du haricot.....	73
3.	Effets des bio fertilisants sur la production du haricot.....	74
	Chapitre V : Conclusion et perspectives.....	76

## Chapitre I: Présentation du haricot et du compost de lombric

### Introduction

Le haricot est une légumineuse dont la culture peut présenter un intérêt dans l'alimentation humaine et animale pour la richesse de ses graines en protéines et lipides. Mais, dont la production peut être limitée par des maladies physiologiques, des agents phytopathogènes et des ravageurs. Dans l'objectif d'une agriculture durable, les bio composts peuvent être préconisés comme bio fertilisant, bio pesticide et stimulateur de la défense naturelle de la plante.

### 1. Le haricot

#### 1. 1. Origine, répartition et description

##### 1.1.1. Origine et répartition

Le haricot est originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud (Ande) (**Marx, 1986; Diaw, 2002**). La domestication de l'espèce *Phaseolus vulgaris* L. remonte à 7600 av. J-C dans la région andine (**Chaux et Foury, 1994**). Son introduction en Europe est signalée entre le 16<sup>ème</sup> et le 17<sup>ème</sup> siècle. Sa culture se fait en Italie dès le 17<sup>ème</sup> siècle, puis en Grèce, en Turquie et en Iran (**Marx, 1986**). Son aire d'extension s'étend rapidement aux zones méditerranéennes et subtropicales (**Prost, 1996**). D'après **Nyabyenda, (2005)**, le haricot a été introduit en Afrique par les portugais au XX<sup>e</sup> siècle.

##### 1.1.2. Description

###### 1.1.2.1. Systématique

Le haricot appartient à l'embranchement des Spermaphytes, le sous embranchement des Angiospermes, la classe des Dicotylédones, l'ordre des Fabales, la famille des Fabacées (**Guignard, 1998**), la tribu des Phaseolae à 2n=22 chromosomes (**Chaux et Foury, 1994**), comprenant le genre *Phaseolus* dont 4 espèces sont cultivées parmi les 56 espèces signalées par **Deboucq (1988)**.

### 1.2. Botanique

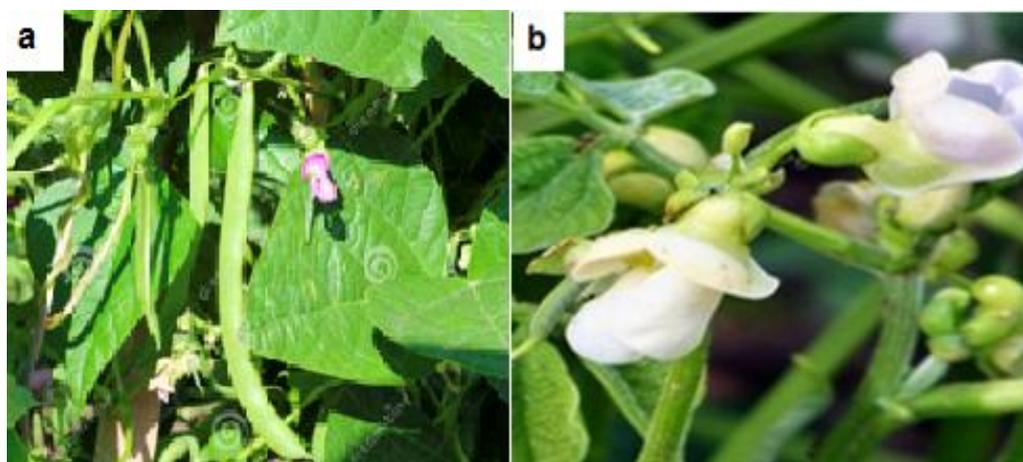
Le haricot est une plante herbacée, annuelle, qui peut prendre plusieurs types de port selon les variétés. Les haricots grimpants (dits haricots à rames), au port volubile, qui sont proches du type original, et les haricots nains à port érigé et plus ramifié (**Dagba, 1988**). Son cycle végétatif s'étale sur 90 à 120 jours (**Peron, 2004**). Le système racinaire du haricot commun est constitué de plusieurs ramifications latérales qui ne dépassent pas les 20 premiers centimètres de profondeur. La racine principale n'est pas longtemps dominante et sa croissance peut être facilement stoppée par les obstacles du sol (**Nyabyenda, 2005**). Les racines

latérales sont nombreuses, peu inclinées, souvent horizontales sur plus de 10 cm et ont un développement qui dépasse en longueur celui de la racine principale (**Chaux et Foury, 1994**)

Les deux premières feuilles sont simples, les suivantes sont trifoliées; lancéolées. Les fleurs sont portées sur des grappes axillaires courtes, de 4 à 10 fleurs, blanches ou violettes, dont la corolle est du type papilionacé (fig. 1b) (**Chaux et Foury, 1994**). La floraison sous forme de grappe, est terminale sur la tige et les rameaux (**Peron, 2006**).

Le fruit est une gousse à deux valves, d'une longueur de 4 à 25 cm (**Chaux et Foury, 1994**), contenant en général 4 à 10 graines (fig. 1a) (**Nyabyenda, 2005**).

Les graines sont réniformes, arrondies à ovales ou plus ou moins allongées ; à section circulaire ou plus ou moins aplatie (**Peron, 2006**), de type ex albuminé (**Chaux et Foury, 1994**).



**Figure 1 : *Phaseolus vulgaris* L.**

a: Inflorescences de *Phaseolus vulgaris* L. (**Chaux et Foury, 1994**)

b: fructification de *Phaseolus vulgaris* L. (**Anonyme, 2017**)

Elles sont revêtues d'un épiderme plus ou moins épais (**Laumonier, 1979**), qui peut être noir, blanc ou revêtu de différentes nuances de jaune, brun, rouge ou rose, unicolore diversement marbré ou panaché (**Chaux et Foury, 1994**).

Les réserves se trouvent concentrées dans les deux volumineux cotylédons qui occupent presque tout le volume de la graine (**Laumonier, 1979**), qui est riche en protéines (25-30%) et en glucides (58-63%) (**Peron, 2006**).

### 1.3. Importance agronomique et exigences nutritionnelles

#### 1.3.1. Importance agronomique

En tant que légumineuse, sur le plan agronomique, le haricot parmi d'autres légumineuses peut s'intégrer dans les systèmes de production biologique utilisé dans des rotations (**Edward et al., 2003**).

Le haricot commun constitue un bon précédent cultural dans les systèmes de culture, grâce à sa capacité à fixer l'azote atmosphérique en symbiose avec des bactéries Rhizobia du sol (**Pochon, 1981**). L'azote fixé contribue à une plus importante croissance des végétaux par rapport à celui des engrais azotés (**Danso, 1995**). Il contribue pour 50 à 60% de l'azote des légumineuses à graines, 70 à 80% de l'azote des légumineuses fourragères. La réserve en azote stockée dans les feuilles, les nodules, reste plus longtemps disponible dans les sols comparativement à l'azote minéral qui est facilement et fortement lixivié par les eaux de ruissellement (**Marx, 1986; Voltaire, 2009**). Le haricot permet d'économiser des tonnes d'engrais azotés. De plus, la culture de légumineuse s'accompagne également d'une amélioration de la structure du sol (**Cavaillès, 2009**). Il favorise également le développement des mycorhizes qui améliorent la nutrition phosphatés des plantes lors d'une carence en phosphore, et également le degré d'infestation des autres plantes par ces microorganismes (**Latati, 2012**).

La déficience d'azote minéral dans le sol constitue un facteur limitant de la croissance des plantes (**Masson et Gintzburger, 2000**).

#### 1.3.2. Exigences nutritionnelles et les maladies physiologiques

En plus des éléments nutritifs majeurs, l'azote, le phosphore et le potassium, la plante doit trouver dans le sol d'autres éléments, tels que :

- Des éléments nutritifs secondaires; le soufre, le calcium et le magnésium.
- Des oligoéléments tels que le fer, le manganèse, le cuivre, le zinc, le bore et le molybdène dont les prélèvements se mesurent en grammes par hectare.

##### 1.3.2.1. Les éléments nutritifs majeurs

###### 1.3.2.1.1. L'azote

Le haricot n'est pas une culture très exigeante en azote car c'est une légumineuse capable de fixer l'azote de l'air au niveau de ses racines (**Pochon, 1981**). La teneur recommandée en azote est de 60kg/ha pendant les premiers stades jusqu'à la floraison (**Marx, 1986**). L'excès d'azote favorise les maladies comme le botrytis ou la rouille, Il peut aussi entraîner la coulure des fleurs ou être défavorable à la nouaison (**Chaux et Foury, 1994**).

### 1.3.2.2. Le phosphore

Toutes les mesures d'exportation révèlent une faible consommation du haricot en cet élément dont les besoins varient entre 40 et 60kg/ha (**Chaux et Foury, 1994**). L'excès provoque l'apparition de jeunes feuilles, de petite taille, de couleur vert-foncé. Les feuilles plus âgées vieillissent prématurément. Les plantes présentent des entre-nœuds courts et des ramifications réduites (**Allen et al., 1996**). La tige peut également prendre une couleur rougeâtre (**Anonyme a, 2015**).



**Figure 2: Symptômes des carences en phosphore sur le haricot (Anonyme a, 2015)**

### 1.3.2.2. Les éléments nutritifs secondaires

#### 1.3.2.2.1. Le calcium

La présence de calcium est très importante dans le sol en trace (**Anonyme, 2016**). Un excès de calcium peut causer des carences en magnésium, potassium, manganèse ou fer (**Anonyme, 2017**). Parmi les symptômes de la carence en calcium, l'arrêt de la croissance apicale, les jeunes feuilles prennent la forme d'un bol ou sont déformées (**Chaux et Foury, 1994**).

#### 1.3.2.2.2. Le magnésium

Le magnésium entre dans la composition de composés organiques essentiels Comme la chlorophylle, la phytine, la pectine, la quantité de magnésium est de 50 kg/ha (**Chaux et Foury, 1994**). Les carence causent des Chloroses internervaires dans les feuilles basses, les nervures restant vert-foncé (**Allen et al., 1996**).

### 1.3.2.2.3. Le soufre

Le soufre est un élément important constitutif des végétaux, surtout en protéines (**Allen et al., 1996**). En cas de carence, il y a excès d'hydrates de carbone provoqué par la perturbation de la synthèse des protéines. Les parois cellulaires s'épaississent. L'excès par contre, provoque la chlorose des nervures foliaires et des feuilles. Les nervures sont en général plus claires que les tissus internervaires. Les feuilles sont moins larges et la pousse a un aspect ligneux (**Anonyme a, 2015**).

### 1.3.2.3. Les oligoéléments

#### 1.3.2.3.1. Le Fer

Le fer est nécessaire à la synthèse de la chlorophylle. Il entre dans la composition de certaines enzymes (**Chaux et Foury, 1994**).

La carence ralentit la synthèse des hydrates de carbone et des protéines. En cas de carence aiguë, les feuilles deviennent presque blanches et dépérissent. L'excès provoque la chlorose des jeunes feuilles (**Allen et al., 1996**).

#### 1.3.2.3.2. Le zinc

Le manque de zinc manifeste à partir de la 4<sup>ème</sup> ou 5<sup>ème</sup> semaine de végétation, la croissance est retardée, les feuilles se déforment et deviennent épaisses et dures et marquées de larges taches chlorotiques (**Allen et al., 1996**).

#### 1.3.2.3.3. Le bore

Les symptômes de carence en bore sont observés très tôt avant que le système racinaire ne soit bien développé. La tige s'épaissit, les jeunes feuilles se froissent et éventuellement le bourgeon terminal et les bourgeons latéraux meurent (**Allen et al., 1996**).

#### 1.3.2.3.4. Le molybdène

Le molybdène est un composant de différentes enzymes. Lorsque l'apport d'azote se fait sous forme nitrique, la plante a davantage besoin de molybdène. Il joue un rôle important dans la fixation biologique de l'azote par les bactéries des nodosités des légumineuses et intervient dans le métabolisme du phosphore (**Anonyme, 2016**).

En cas de carence, la croissance ainsi que la photosynthèse sont diminuées. On peut également constater une accumulation d'azote nitrique dans la plante (**Allen et al., 1996**).

## 1.4. Etat phytosanitaire

### 1.4.1. Principales maladies

#### 1.4.1.1. Maladies fongiques

Les principales maladies cryptogamiques sont:

- la maladie des taches anguleuses délimitées par les nervures sur les feuilles et des taches arrondies rougeâtres sur les gousses (**Nyabyenda, 2005**).

- l'Anthracnose dont les symptômes apparaissent d'abord à la surface inférieure des feuilles sous forme de lésions allant du rouge foncé au noir le long des nervures (**Chaux et Foury, 1994**). Les lésions sur les gousses sont typiquement déprimées et contiennent des masses de conidies de couleur rose-saumon (**Allen et al., 1996**).

- l'Ascochytose qui provoque de grandes taches brunâtres sur les feuilles et les gousses (**Anonyme, 2016**).

- la rouille du haricot qui provoque des petites pustules arrondies, avec des spores au centre et entourées d'un halochlorotique circulaire (**Nyabyenda, 2005**).

#### 1.4.1.2. Maladies virales

La principale maladie virale est la mosaïque commune du haricot BCMV qui provoque la déformation des gousses, la déformation, le recroquevillement des feuilles qui deviennent cloquées ou plissées. Les plantes sont de petites tailles (**Allen et al., 1996**).

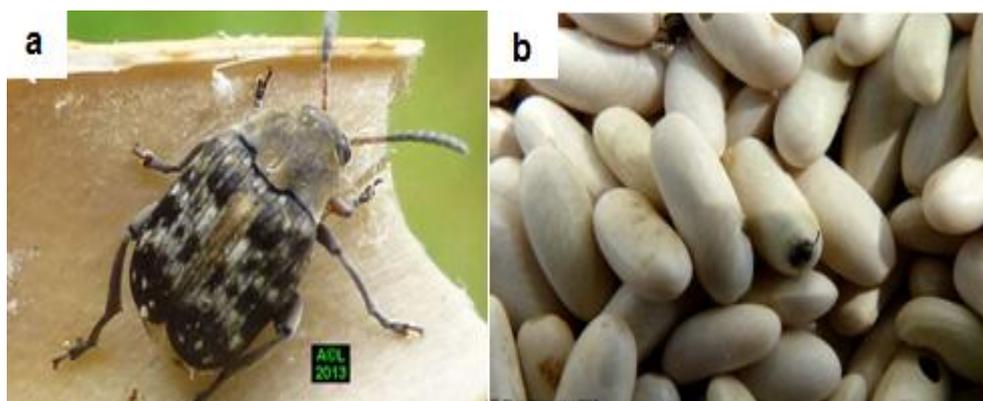
#### 1.4.1.3. Maladies bactériennes

Parmi les bactéries, la plus commune est *Xanthomonas campestris* qui provoque des lésions brunâtres à brun clair irrégulières, limitées par une bordure jaune sur les feuilles, des taches circulaires de couleur vert foncé sur les gousses (**Anonyme, 2016**).

### 1.4.2. Les ravageurs

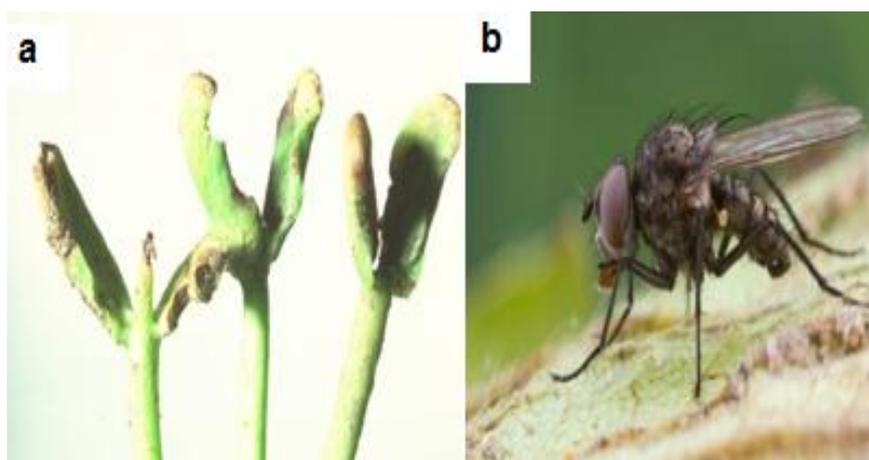
Les principaux ravageurs du haricot sont:

**La bruches du haricot** *Acanthoscelides obtectus*, *Zabrotes subfasciatus*: Présence de plusieurs trous sur toutes les faces des graines conservées (fig3.a),(fig3.b) (**Nyabyenda, 2005**).



**Figure 3:** a: la bruche du haricot adulte (Lequet, 2013)  
b: Graines de haricots parasitées par la bruche (Anonyme a, 2013)

**La mouche du haricot** *Ophiomyia phaseoli*: C'est au stade larvaire que cette espèce cause des dommages .elles se nourrissent aussi des racines causant un dépérissement des parties aériennes et parfois la mort des plants (fig4.a),(fig4.b) (Légaré et Moisan, 2015).



**Figure 4:** Symptômes (a) et adulte(b) de la mouche des semis sur le haricot (Anonyme b, 2013)

**Le puceron noir de la fève** *Aphis fabae*: Réduise considérablement la vigueur des plantes, provoquent des avortements des boutons floraux et la déformation et L'envahissement des gousses et la production de miellat secrété favorise le développement des champignons. Par ailleurs, ces pucerons sont vecteurs de viroses (Anonyme, 2017).



**Figure 5: Aphis fabae (Anonyme, 2017)**

## **2. Généralités sur Lombricompost**

### **Introduction**

Des approches nouvelles et intéressantes ont été explorées pour la suppression des maladies des plantes par des moyens naturels tels que l'utilisation de compost et de jus de vermicompost (**Garg et al., 2012**). La lombriculture représente une technologie appropriée pour valoriser les résidus de culture ainsi que d'autres déchets végétaux mélangés aux déjections animales provenant de l'exploitation agricole (**Hassan et al., 2010**). Il s'agit notamment d'un système technologique à faible coût lorsqu'il est mis en œuvre en fonction des matières organiques disponibles localement. L'intérêt pour le lombricompost s'est intensifié au cours des 20 dernières années (**Van Lenteren, 2006**).

### **2.1. Les différents types de Compostières**

Différents systèmes de lombriculture ont été conçus afin de traiter biologiquement des déchets organiques et de produire de grandes quantités de vers comme nourriture potentielle de diverses espèces animales (**Sabine, 1983**).

#### **2.1.1. Compostière horizontale**

Les Compostières sont coupées en deux parties par une séparation verticale trouée (**Hassan et al., 2010**). La récupération du compost est beaucoup plus facile dans celle-ci. Vous mettez vos déchets d'un côté (**Donea et Simus, 2002**). Lorsque vous voulez récolter le compost, vous n'alimentez plus ce côté et vous mettez les nouvelles matières organiques dans l'autre partie (**Hassan et al., 2010**).



**Figure 6: Compostières horizontale (Hassan *et al.*, 2010).**

### **2.1.2. Compostières verticale**

Un robinet au fond du fût est intéressant pour récupérer le jus issu du compostage. Dilué 10 fois, ce jus est un excellent engrais naturel pour les plantes vertes (Fig.) (Hassan *et al.*, 2010). On utilisera pour ce faire des bacs de rangement en plastique. On choisira les bacs assez épais et opaques afin qu'ils ne laissent pas passer la lumière. Le bac du bas sert à récolter les jus. Le fond du ou des bac(s) supérieur(s) est percé d'une quinzaine de trous de drainage (diamètre 8 à 10mm) permettant l'évacuation de l'eau excédentaire. Un couvercle surmonte le tout: il empêchera les vers de sortir et évitera qu'ils ne soient dérangés par la lumière, mais il aura surtout un rôle dans le maintien de l'humidité du bac. L'eau d'évaporation se condensera sur le couvercle et les parois et ruissellera dans le substrat (Donea et Simus, 2002).



**Figure 7: Compostières verticales (Hassan *et al.*, 2010).**

## 2.2. Elevage des vers de terre

Il existe dans la nature beaucoup d'espèces de vers mais seules quelques-unes peuvent être mises dans la Compostière (**Caseellato, 1987**). Les lombrics de compost sont des vers de surface qui se trouvent au maximum à 10 cm de profondeur. Ils se reproduisent très vite et se nourrissent de matière décomposée (**Hassan et al., 2010**). On estime à 1800 le nombre d'espèces de vers de terre, parmi lesquelles:

*Eisenia foetida* (Savigny) également connu sous les noms de «ver du fumier», «ver du compost», «ver du terreau», «ver composteur», «ver zébré», «ver rouge» et «eisénie» (Fig 8.a). (**Edwards et Lofty, 1972**).

*Eisenia andrei* (fig 8.b) appelé ver rouge qui préfère les matières fraîches (**Hassan et al., 2010**).

Ces vers aiment être au calme et à l'obscurité. Un seul lombric peut avoir 500 descendants par an. Pour commencer un vermicompost, il faut, en poids de vers, au moins le double de la quantité de déchets apportée par jour (**Hassan et al., 2010**).

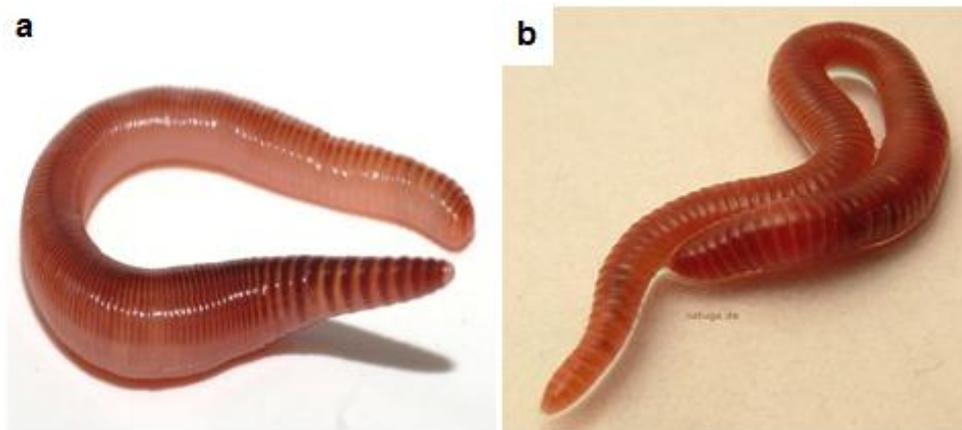


Figure 8: Adulte d'*Eisenia foetida* (a) et d'*E. andrii* (b) (Anonyme, 2017)

## 2.3. Lombricompost solide

### 2.3.1. Lombricompost des déchets ménagers frais

#### 2.3.1.1. Généralités

Le lombricompost est un processus biologique qui permet de convertir des matières organiques fraîches (fig9.) en un produit stabilisé, hygiénique tel que le terreau (**Mustin, 1987**).

Ce procédé plus rapide que le compostage, permet la bio-oxydation et la stabilisation des matières organiques (**Saint pierre, 1998 et Kenyangi, 2012**). Il consiste en un passage du substrat par les intestins des vers de terre riches en microorganisme et en régulateurs de croissance (**Nagavallema et al., 2004**). Ces derniers participent également à la libération d'éléments minéraux disponibles dès

lors pour les plantes cultivées (**Moreno et Paoletti, 2002**). Le lombricompost est une substance brune foncée, fine, qui ressemble à du terreau, rapidement assimilable par les plantes (**Silva et al., 2012**).



**Figure 9: Déchet ménager (Anonymes b, 2015)**

### **2.3.1.2. Composition**

Il est affirmé par **Edwards (1999)** que le lombricompost est 1000 fois plus actif que le compost classique sur le plan de l'activité microbienne. **Atiyeh et al. (2000)** ont découvert que le compost a une teneur plus élevée en ammonium, alors que le lombricompost est plus riche en nitrates, forme d'azote la plus assimilable par les végétaux.

**Visvanathan et al. (2005)** signalent que seulement 5 à 10% du matériel digéré est absorbé par le corps du lombric. Le reste est excrété sous la forme d'un fin mucus lié des agrégats granulaires, riches en NPK (nitrates, phosphates et potassium), micronutriments et de microorganismes bénéfiques pour le sol. Il s'agit de microorganismes beaucoup plus aptes à transformer les éléments nutritifs et à les rendre plus facilement assimilables par les végétaux que ceux que l'on trouve dans les engrais conventionnels (**Edwards, 1999**). De plus, le lombricompost présente des niveaux de contamination en microorganismes pathogènes bien plus faibles que le compost conventionnel (**Santos oliveira et al., 1976**)

## **2.3.2. Lombricompost du marc de café**

### **2.3.2.1. Généralités**

Le marc de café présente plusieurs propriétés physiques et chimiques. De ces propriétés découlent des possibilités de valorisation et d'utilisation de cette matière. Au regard des différentes utilisations possibles du marc de café, les impacts environnementaux, économiques et sociaux sont étudiés afin de pouvoir juger de la

pertinence de récupérer le marc de café de manière spécifique (**Visvinathan et al.**, 2003).



**Figure 10 : Vermicompost de marc de café (originale,2017)**

### **2.3.2.2. Propriétés physico-chimiques**

Le marc de café biocomposté possède plusieurs propriétés, soit physiques, chimiques et également bioactives.

#### **2.3.2.2.1. Propriétés physiques**

Le marc de café possède un haut taux d'humidité variant entre 55 et 80 % (**Gomez-de la Cruz et al., 2015**). Plus l'humidité est grande plus la croissance microbienne est favorisée, donc des stratégies de conservations optimales sont nécessaire afin de récupérer une matière de qualité. Ces stratégies peuvent représenter des coûts économiques supplémentaires pour le transport. (**Cruz et al., 2009**)

#### **2.3.2.2.2. Propriétés chimiques**

Le carbone est l'élément majoritaire du marc de café, La composition du marc de café est essentiellement faite de polysaccharides, de lipides, de protéines, de poly phénols et de minéraux Le rapport entre le carbone et l'azote est de 22% (**Zamora et al., 2015**).

### 2.3.2.2.3. Propriétés bioactives

Le marc de café possède des propriétés bioactives qui sont à considérer, le marc de café possède une activité anti-radicalaire semblable selon l'espèce de café **(Bravo et al., 2012)**.

Le marc de café est un engrais ainsi qu'un répulsif contre les insectes. Il se substitue efficacement aux produits chimiques et autres pesticides. Il est efficace sur les escargots ou limaces (mollucide), mais aussi contre les mouches, pucerons, fourmis (insecticide) et nématodes (nématocide) **(vincent, 2013)**. Le marc de café a un effet bénéfique sur les maladies du sol. Pendant la décomposition du marc, il semble réprimer plusieurs champignons nuisibles, dont ceux causant la pourriture (*Pythium*) et des maladies vasculaires (*Fusarium* et *Sclerotinia*) **(Anonyme, 2016)**.

### 2.3.2.3. Composition

L'intérêt du marc de café réside d'abord dans sa teneur importante en potassium (0.6%) et magnésium immédiatement assimilables, puis dans celle également importante de phosphore (0.06%) et de cuivre qui sont pour moitié immédiatement assimilable **(Bravo et al., 2012)**. En revanche, il est trop pauvre en calcium, zinc, manganèse et fer. Il contient de l'azote (2.28%), mais non immédiatement assimilable (n'est libéré que progressivement, lors de la dégradation) seul 0.09% est directement disponible, le reste est lié **(Anonyme, 2016)**. Il représente enfin une source importante de matière organique (220kg/m<sup>3</sup>) à court et à long terme, Il peut être utilisé comme d'autres amendements organiques en quantité comparables, soit des apports de 25 à 35 **(Domenech, 2011)**.

## 2.4. Lombricompost liquide

Lombricompost liquide résultant de la décomposition des déchets organiques par les bactéries. Leur activité libère l'eau contenue dans les déchets. Cette eau percole à travers le vermicompost déjà produit et se charge en éléments fertilisants pour devenir un engrais liquide **(Anonyme b, 2015)**.

### 2.4.1. Le jus de lombricompost

Le jus du vermicompost est un extrait aqueux **(Trankner ,1992)**, rouge brunâtre collecté durant le vermicompostage par égouttage de la matière organique dégradée **(Khan et al.,2014)**. Ce percolât très concentré, récupéré à la base du lombricomposteur est un fertilisant qui peut être utilisé comme engrais liquide brute (jus) ou dilué dans 10 volumes d'eau (thé) **(Anonyme b, 2015)**. Avant utilisation, on doit laisser le mélange (thé) se reposer pendant 72 h.

### 2.4.2. Les composants actifs

Le jus de lombricompost contient des macroéléments nutritifs disponibles sous forme de NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, Ca, K, Mg et S et des micronutriments qui présentent des effets similaires sur la croissance et le rendement des plantes (**Singh et al., 2008**). Les composants actifs du jus de compost qui ont été identifiées jusqu'à maintenant sont des bactéries (Bacille), des levures (Sporobolomyces et Cryptococcus), des moisissures et des antagonistes chimiques tels que les phénols et les acides aminés (**Brinton, 1995**). Les microorganismes sont surtout responsables de la dégradation biochimique des matières organiques pendant le processus du compostage et du vermicompostage, phase durant laquelle les vers de terre jouent un rôle important dans l'activité et la biodiversité des microorganismes (**Vivas, 2009**).

## 2.5. Intérêts

### 2.5.1. Capacité de vermicompost à promouvoir les paramètres physiologique

Le jus du vermicompost contient des substances qui peuvent promouvoir la croissance des plantes, le rendement et la qualité nutritive (acides humique, acide fulvique et autre acide organique ; des oxines ; et des cytokinines) (**Khan et al., 2014**). Il a des effets bénéfiques sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol et de l'absorption des éléments nutritifs (**Amooaghaie et Golmohammadi, 2017**). Une autre étude a montré que le vermicompost de marc de café à expresso utilisé seul diminue la concentration en minéraux des feuilles de laitue, notamment par la présence de certains constituants bioactifs telle que la caféine (**Cruz et al., 2014 ; Cruz et al., 2015**).

Dans les plantes traités par le vermicompost probablement contribué à l'augmentation de la chlorophylle des feuilles et de caroténoïdes qui a abouti à l'augmentation de l'efficacité photosynthétique (**Atiyeh et al., 2000**). Effet stimulateur de lombricompost sur la production des métabolites secondaires peuvent être liés à l'amélioration de la nutrition minérale ou l'amélioration de l'activité photosynthétique (**Amooaghaie et Golmohammadi, 2017**).

### 2.5.2. Capacité de vermicompost à promouvoir les paramètres de croissance et de production

D'après **Adi et Noor (2009)**, avec un bon ratio C/N, le marc de café peut être utilisé comme fertilisant. Le vermicompostage de marc de café, il est fortement suggéré d'agir en cocompostage en mélangeant le marc de café avec d'autres matières organiques pour augmenter la quantité de nutriments (**Liu et Price, 2011**). Le jus de lombricompost contient des macroéléments nutritifs disponibles sous forme de NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, Ca, K, Mg et S et des micronutriments qui présentent des effets similaires sur la croissance et le rendement des plantes (**Singh et al., 2008**).

Le lombricompost contient également de grandes quantités de substances humiques, et certains des effets de ces substances sur la croissance des plantes (**Amooaghaie et Golmohammadi, 2017**).

La stimulation de la germination sur le lombricompost a également été rapportée pour la tomate, l'œillet, et le pin maritime. L'augmentation des paramètres de croissance pourrait aussi être expliquée simplement par suite de l'efficacité de la photosynthèse. De même, il a augmenté la surface foliaire, les parties aériennes des poids secs et frais et l'augmentation de la productivité (**Atiyeh et al., 2000**) .même lorsque les plantes sont déjà d'une nutrition optimale (**Amooaghaie et Golmohammadi, 2017**). Le lombricompost peut être appliqué au sol pour augmenter la matière organique et la teneur en nutriments, d'améliorer la structure du sol (**Arancon, 2004**) et accroître la capacité d'échange cationique (**Ndegwa et Thompson, 2001**). De plus, les auteurs font état d'une découverte déjà signalée par d'autres (**Arancon, 2004**) l'apport bénéfique maximum du lombricompost est obtenu à des proportions de 10 à 40 % du substrat de culture. Il semble qu'au-dessus de 40 %, l'apport de lombricompost n'est plus bénéfique et qu'il peut même se traduire par une baisse de la croissance ou du rendement (**Arancon, 2004**). Aussi, l'utilisation de marc de café dans un mélange de compost avec une proportion supérieure de 10 % peut provoquer une augmentation des qualités nutritionnelles des cultures de laitue, mais une légère diminution des rendements (**Cruz et al., 2015**).

### **2.5.3. La capacité de vermicompost à promouvoir l'état phytosanitaire des végétaux**

#### **2.5.3.1. Capacité de vermicompost à repousser et éliminer les ravageurs**

**D'après Znaidi (2002)**, le vermicompost peut supprimer un grand groupe des insectes nuisibles et les nématodes parasites des plantes. **Edward et al. (2007)** ont démontré que le vermicompost a un effet répulsif considérable des nématodes (*Meloidogyne incognita*) et un effet suppressif radical des araignées (*Tetranychus* spp.) et de puceron (*Myzus persicae*) chez la tomate. A été testé pour sa capacité à réprimer les populations et des dommages aux plantes, par le tétranyque à deux points (*Tetranychus urticae*), cochenilles (*Pseudococcus* sp.) et les pucerons (*Myzus persicae*), dans la serre (**Aroncon et al., 2005**). Les extraits de compost permettent un bio control par leurs actions sur la phyllosphère (la surface des feuilles et les microbes associés). Plusieurs mécanismes qui sont l'induction de la résistance, l'inhibition de la germination des spores, l'antagonisme et la compétition avec les pathogènes semblent être les responsables de l'effet suppressif (**Brinton et William, 1995**).

### 2.5.3.2. Capacité de vermicompost à résister contre les maladies

Le vermicompost peut supprimer un grand groupe de maladies (**Znaidi, 2002**). En ce qui concerne les maladies fongiques, ils ont observé que l'addition du jus du vermicompost à trois plantes ornementales a diminuée d'une manière significative, la sporulation de *Phytophthora Cryptogea* (**Amooaghaie et Golmohammadi, 2017**). De même, l'extrait aqueux du vermicompost est capable de réduire la croissance du champignon *Sclerotinia sclerotium*, *Corticium rolfsii*, *Rhizoctonia soltani* (**Edward et al., 2007**). Comme **Amooaghaie et Golmohammadi (2017)** ont également signalé l'augmentation du pourcentage du lombricompost a conduit à une augmentation de la teneur en N, P, K, S, Mn et Fe dans les plants de pois chiches qu'une corrélation positive avec la suppression de la pourriture du collet.

selon des recherches dans plusieurs régions du monde, le jus de compost pourrait être efficace pour la lutte contre: le mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*); la pourriture grise de la fève et de la fraise (*Botrytis cinerea*); le mildiou et l'oidium de la vigne; l'oidium du concombre (*Sphaerotheca fuliginea*); la pourriture grise de la tomate (**Elad et al., 1994**). L'ajout de compost peut également empêcher le développement de la maladie par augmentation du PH (exemple de la hernie des crucifères qui se développe plus difficilement au-dessus de PH 7) ou libération de composés toxiques lors de sa dégradation dans le sol (composés cireux de décomposition de la lignine) (**Znaidi, 2002**). Répression d'agents pathogènes par le lombricompost a été améliorée progressivement avec l'augmentation des taux de substitution de lombricompost, et la plus haute répression obtenue dans 75 % lombricompost de substitution. La protection de la maladie liée au développement d'activités d'enzymes liées à la défense. Bien que ce mécanisme peut être une explication possible de l'effet de lombricompost sur suppression des maladies dans le thym (**Amooaghaie et Golmohammadi, 2017**).

### 2.5.4. Capacité de vermicompost à résister contre le stress hydrique

**D'après Amiri et al. (2017)**, ont signalé que l'application de compost a augmenté la quantité d'eau disponible pour une plante, son contenu en eau des feuilles, et la biomasse des plantes sous stress de sécheresse. Une étude sur le maïs et le soja a fait observer que l'application des sols modifiés, comme le compost et vermicompost, amélioration de la tolérance à la sécheresse sous l'eau stress déficit. Le lombricompost, par l'intermédiaire du CAH qu'il contient, améliore la structure du sol par la formation des agrégats. Ceci entraîne ainsi une amélioration de l'aération et de la capacité de rétention en eau du sol (**Anonyme b, 2015**).

### **2.5.5. Le vermicompost comme bio fertilisant et inducteur du système de défense chez les plantes**

L'utilisation des différentes doses de bio fertilisant entre autre de lombricompost, permet de mieux comprendre le rôle de cette substance naturelle sur la performance de la production de la phytomasse et dans l'induction de la résistance contre les ennemis naturels en particulier. Des études ont également montré que le traitement foliaire des plants avec du lombricompost était associé au développement de certaines réponses défensives dans les tissus des plantes hôtes **(Pajot, 2010)**.

## Les références bibliographiques

- **Adi, A.J. et Noor, Z.M., 2009.** Waste recycling: Utilization of coffee grounds and kitchen waste in vermicomposting. *Bioresource Technology*, vol. 100, pp : 1027-1030. [www.elsevier.com/locate/biortech](http://www.elsevier.com/locate/biortech) (Page consultée le 12 juin 2015).
- **Allen D.J., Ampofo J.K.O., Wortmann C.S., 1996.** Ravageurs, maladies et carences nutritives du haricot commun en Afrique : Guide pratique .Colombie : Centre international d'agriculture .132p.
- **Anonyme a, 2013.** Acanthoscelides obtectus .<http://www.lespassionsdyves.fr/insectes/bruche-du-haricot.html>
- **Anonyme b, 2013.** Mouche des semis. <https://www7.inra.fr>
- **Anonyme, 10-04-2015.** Lombricomposteur : 2 mois plus tard. [www.gerbeaud.com/jardin/jardinage\\_naturel/lombricomposteur-utilisation.php](http://www.gerbeaud.com/jardin/jardinage_naturel/lombricomposteur-utilisation.php).
- **Anonyme, 2012.** Le guide de lombricompostage (simple , complet, pratique) ,Ferme Lombricole de Cabriès, lombricompost et vers de terre ,14p <http://desbois-lombriculture.info>
- **Anonyme, 2015.** Les symptômes de carence en éléments nutritifs.p.32 [www.potasse.ch](http://www.potasse.ch) info@potasse.ch.
- **Anonyme, 23-02-2016.** Maladies et ravageurs des haricots. <http://binette-et-cornichon.com/a/maladies-haricot/>
- **Anonyme, 24/02/2017.** Tout savoir sur le haricot nain, un légume vert hyper facile. [http://www.cotemaison.fr/plantes-fleurs/haricot-nain-plantation-entretien\\_28562.html](http://www.cotemaison.fr/plantes-fleurs/haricot-nain-plantation-entretien_28562.html).
- **Arancon N. Q., Edwards Clive A., Bierman P., Metzger J. D.et Lucht C., 1 August 2005.** Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field.*Pedobiologia*,vol.49,issue4,pp :297-306.
- **Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Oliver, T.J., Byrne, R.J. 2007** Suppression of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*), mealybugs (*Pseudococcus*) and aphid (*Myzus persicae*) populations and damage by vermicomposts. *Crop Protection* 26,pp: 26-39.
- **Aroncon N. Q., Clive A., Edward S., Norman Q., ,2004.** Interaction among organic matter ,earthworms,and microorganisms in promoting plant growth.
- **Atiyeh R.M, Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Metzger J.D.Et Shuster W.,2002:** Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil», *Pedo biologia*, no 44, p. 579-590.*Biocycle*. 2001 - Vermicompost as Insect Repellent, 19p.
- **Atiyeh R.M., Arancon N., Edwards C.A., Metzger J.D., 2000.** Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. *Bioresource Technology* 75. PP : 175-180.
- **Aydin A.,Tusan M and sezen Y.,1997-** Effect of sodium salt on growth and nutrientuptake of spinach ( *Spinacea oleracea*) and bean (*Phaseolus vulgaris*). *Beans( Phaseolus spp0)- model food legumes plant and soil*, 252:55-128.

- **Bravo, J., Juaniz, I., Monente, C., Caemmerer, B., Kroh, L.W., De Pena, M.P. et Cid, C., 2012.** Evaluation of Spent Coffee Obtained from the Most Common Coffeemakers as a Source of Hydrophilic Bioactive Compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 60, pp: 12565-12573. <http://pubs.acs.org/journal/jafcau> (Page consultée le 12 juin 2015).
- **Brinton, William F. ,1995.** The control of plant pathogenic fungi by use of compost teas. *Biodynamics*. Janury-February. pp: 12-15.
- **Casellato, S., 1987.** On polyploidy in oligochaetes with particular reference to lumbricids. In *On earthworms*. Edited by A.M. Bonvicini Pagliai and P. Omodeo. Mucchi, Modena, Italy. pp. 75– 87.
- **Cavaillès E., 2009.** La relance des légumineuses dans le cadre d'un plan protéine : quels bénéfices environnementaux .Etude &document. Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable. Commissariat Général du Développement Durable de la France. N°15 : 44p.
- **Chaux et Foury C., 1994.** La production légumieres. Paris, Esit.tec. tome 3 : 562p.
- **Cruz, R., Cardoso, M.M., Fernandes, L. et Oliveira, M. ,2009 .** Espresso Coffee Residues: A Valuable Source of Unextracted Compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 60, pp : 7777-7784. <http://pubs.acs.org/journal/jafcau> (Page consultée le 6 juin 2015).
- **Dagba E., 1988.** Les facteurs du milieu, notamment la température, et le port du haricot, *Phaseolus vulgaris L.*, *Rev. Cyto.Bio. végét. -Bot*, 11,pp :85-112 [PDF].
- **Danson S.K.A., 1995.** Assessment of biological nitrogen fixation. *Fertilizer research* 42.pp:33-41.
- **Deboucq D.G., 1988.**Phaseolus : germplasm evaluation . In: *Genetics Ressources in phaseolus bean* ,P.Gepts edit. Academic publishers , London .pp:3-29.
- **Domenech G. ,13 avril 2011-** apropos de l'utilisation du marc de café au jardin et pratique du lombricompostage individuel. Ed.Georges LATOUR, Secrétaire co
- **Donéa M. et Simus P., mars 2002.** Guid mmunal. Ville de Namur. 22p.
- **Edwards C.A. et Arancon N., 2004:** Vermicomposts Suppress Plant Pest and Disease Attacks», REDNOVA NEWS, (<http://www.rednova.com/display>).
- **Edwards L., Grichter J.R.B., Macrae A.H., 2000.** Evaluation of compost and straw mulching on soil-loss characteristics in erosion plots of potatoes in Prince Edward Island, Canada. *Edit. Agriculture, Ecosystems et environment*. Vol.81.Issue3.pp :217-222.
- **Edwards, C.A. et Lofty J.R., 1972.** *Biologv of earthworms*. Chapmanand Hall, London.
- **El hassani T. M. ,1986.** Croissance et developpement des plantes cultivées.chapitre 6 .pp 306.
- **Elad Y. ;Shtienberg D. ,1994 .**Effect of compost water extracts on grey mildew (*Botrytis cinerea* ) ,*crop Protec .*,13(2), pp:109-114.

- **Garg V.K., Suthar S. et Yadav A., 2012.** Management of food industry waste employing vermicomposting technology .*Biores .Tech .*, 126, pp:437-443.
- **Gomez-de la cruz, F.J., Cruz-peragon, F., Casanova-pelaez, P.J. et Palomarcarnicero, J.M. ,2015 .** A vital stage in the large-scale production of biofuels from spent coffee grounds: The drying kinetics. *Fuel Processing Technology*, vol. 130, pp : 188-196. [www.elsevier.com/ locate/fuproc](http://www.elsevier.com/locate/fuproc) (Page consultée le 6 juin 2015).
- **Guignard F., Combadiere C., Murphy J Immunol P. M.-** 15 janvier 1998. Gene Organization and Promoter Function for CC Chemokine Receptor 5 (CCR5), 160 (2) .pp :985-992.
- **Handy A., 1999-**saline irrigation and management for a sustainable use. advanced short course on saline Srrigation Proceedings, *agadir Maroco* :152-227.
- **Hassan H.S.A., Sarry S.M.A et Mostafa E.A.M., 2010.** Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micronutrients, and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield, and fruit quality of “Hollywood” plum trees. *agriculture and biology journal of north america*. Dokki, Giza, Egypt. ISSN Print: 2151-7517, ISSN Online: 2151-7525.
- **Khan M-H. Meghvansi M-K ,Gupta R. ,2014.** Foliar spray with vermiwash modifies the arbuscular mycorrhizal dependency and nutrient stoichiometry of bhut jolokia (*capsicum assamicum* ), [www.plosone.org](http://www.plosone.org) .9(3), pp:1-8.
- **Latati M. (2012)** Adaptation de la symbiose rhizobienne haricot-rhizobium à la déficience en phosphore: Incidence sur la biodisponibilité du phosphore dans la rhizosphère. Thèse magister, ENSA, El Harrach, Alger, 111 p.
- **Laumonier R., 1979-** Culture légumières et maraichères, encyclopédie agricole. Tome III. Paris, ed. J-B Baillièrè, 226p.
- **Légaré J.P., Moisan-De Serres J., 6 août 2015.** La Mouche des semis (*Delia platura*), laboratoire de diagnostic et de la protection .Québec.5p.
- **Lequet A., 2013.** Les pages entomologiques coléoptères. bruche <https://www.insectes-net.fr/bruches/bruch2.htm>
- **Liu K. et PRICE G.W. , 2011.** Evaluation of three composting systems for the management of spent coffee grounds. *Bioresource Technology*, vol. 102, p. 7966-7074. [www.elsevier.com/locate/biortech](http://www.elsevier.com/locate/biortech) (Page consultée le 12 juin 2015).
- **Marx E., 1986.** La diversité des plantes légumières : hier, aujourd’hui et demain- Evolution et situation variétale actuelle chez le haricot. Ed. JATBA (Journal d’Agriculture traditionnelle et botanique Appliquée) :25-32.
- **Masson P. et Gintzburger G., 2000.** Les légumineuses fourragères dans les systèmes de production méditerranéens : utilisation alternative, CIHEAM-Options Méditerranéennes, pp: 395-406.
- **Mustin, M., 1987.** Le compost: gestion de la matière organique. Editions François Dubusc, Paris. 954 p.
- **Nagavallema, K.P., Wani, S.P., Lacroix, S., Padmaja, V.V., Vineela, C., Babu Rao, M., Sahrawat, K.L., 2004.** Vermicomposting: Recycling wastes into valuable organic fertilizer. Global Theme on Agroecosystems Report no. 8. International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics, Andhra Pradesh (India). 20p.

- **Ndegwa, P.M., et Thompson S.A.. 2001.** Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Bioresource Technology* 76, pp:107-112.
- **Nyabyenda P., 2005.** Les plantes cultivées en région tropicales d'altitude d'Afrique, légumineuses alimentation, plantes a tubercules et racines cereale. Ed. Les presses agronomique de Gembloux, 223p.
- **Pajot, E., et al., (2010).** “Phytogard and DL-(Beta)-Amino Butyric Acid (BABA) Induce Resistance to Downy Mildew (*Bremia lactucae*) in Lettuce (*Lactuca sativa* L).” *European Journal of Plant Pathology* 107.9, pp : 861-869.
- **Paoletti M. G., Buscardo E., VanderJagt D. J., Pastuszyn A., Pizzoferrato L., Huang Y.-S., Chuang L.-T., Millson M., Cerda H., Torres F. et Glew R. H. G., 2002.** Nutrient content of earthworms consumed by Ye' Kuana Amerindians of the Alto Orinoco Of Venezuela. Ed. The royal society. 9 p.
- **Peron J. Y., 2004**-références production legumieres. C.lavoisier ,edit. 2,613p.
- **Pochon , 1981.** La prairie permanente à base de trèfle blanc .Ed.L'indtitut technique de l'élevage bovin. Paris .104p
- **Prost P. J. ,1996 .** La botanique, ses applications agricoles. Tome 1. Ed. Balière et fils. 328 p.
- **Sabine J.R.1983.** Earth as a source of food and drugs .in : *Earthworm Ecology* ( ed.Satchell,J.E.), Chapman and hall, London, pp :285-296.
- **Saint pierre M.A. ,1998.** Lombricompostage de fientes de poulet et de residus de scierie ,Mem.Maitre es Sci .,Univ .Laval, 98p.
- **Santos Oliveira J. F., Passos de Carvalho J., Bruno de Sousa R. F. X. et Madalena Simão M.,1976.**The nutritional value of four species of insects consumed in Angola.*Ecology of food and nutrition*.vol.5-issue 2 .Pp : 91-97.
- **Shalhevet J. and Hasiao T. C., 1986**-salinity and drought. *Irrig. Sci.* 7 :249-264.
- **Silva M.A., NEBRA S.A., MACHADO M.J.M. et SANCHEZ C.G., 2012.** The use of biomass residues in the brazilian soluble coffee industry. *Biomass and bioenergy*, vol. 14, p. 457-467. <http://www.journals.elsevier.com/biomass-and-bioenergy/>(Page consultée le 6 juin 2015).
- **Singh R., Sharma R.R., Kumar S., Gupta R.K et Patil .R.T., November 2008.** Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Central Institute of Post Harvest Engineering and Technology, Aboh, Vol. 99, Issue 17, ELSEVER.* Pp :8507-8511
- **Singh, N.B., Khare, A.K., Bhargava, D.S., Bhattacharya, C., 2004.** Optimum moisture requirement during vermicomposting using *Perionyx excavatus*. *Applied Ecology and Environmental Research* 2 (1), pp :53–62.
- **Statistique Canada ., 2007-** organisme statistique national du canada.
- **Trankner A., 1992.**Use of agricultural and municipal organic wastes to develop supressiveness to plant pathogens , cite par ATTRA : Aproprate Technology Transfer for Rural Areas . <http://www.attra.org/attrapub/PDF/comptea.pdf> .
- **Van Ientren J.C., 2006.** Internet book of biological control, [www.unipa.it /iobc /downlaod /internet book 3 march 2006.pdf](http://www.unipa.it/iobc/download/internet%20book%203%20march%202006.pdf) .

- **Vincent F. ,19-06-2013.** Marc de café : engrais et pesticide au jardin (www.consommer durable .com/author /vincent-f)
- **Visvanathan C, Traenklar J., Joseph K. et Nagendran R., 2003** .Vermicomposting as an Eco-Tool in Sustainable Solid Waste Management, at <http://www.garlictrader.com/earthworm/Files/Vermicompost.pdf>
- **Visvanathan et al., 2005** . Vermicomposting as an Eco-tool in Sustainable Solid Waste Management, Asian Institute of Technology, Anna University, India.
- **Vivas V., Morreno B., garcia-rodriguez S.,Benitez S.,2009.** Assessing the impact of composting and vermicomposting on bacterial community size and structure , and microbial functional diversity of an olive –mill waste , Biores .Tech., 100 ,pp:1319-1326.
- **Voltaire T., 2009** . La relance des légumineuses dans le cadre d'un plan protéine : quels bénéfices environnementaux .Etudes et documents. Commissariat Général au Développement Durable En°15décembre2009, 14p.
- **Zaller J.G., 2007.** Vermicompost in seedling potting media can affect germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties.edit.Soil biology.43.pp :332-336.
- **Znaidi A., 2002.** Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes. Master of Science Degree n° 286. Bari : Mediterranean Organic Agriculture, CIHEAM Mediterranean Agronomic Institute, 94 p.

## Conclusion générale et perspectives

Notre travail s'intègre dans le cadre de la fertilisation des plantes tout en utilisant des moyens respectueux de l'environnement et de la santé humaine, et ceci à travers l'exploitation des produits naturels tels que le thé de vermicompost appliqué dans notre cas par pulvérisation foliaire et le vermicompost de déchet ménager et de marc café appliquée par épandage sur les plants du haricot .

Les résidus de culture et les déchets végétaux sont des matières organiques pouvant être exploitées en agriculture. De nombreux procédés, de plus en plus efficaces permettant de les valoriser tels que le vermicompostage. Ce derniers permet a la fois d'obtenir du vermicompost solide utilisé comme fertilisant du sol, ainsi que le jus de vermicompost, utilisé pour le traitement foliaire des plantes.

Ce travail en présente l'un des procédés de valorisation des déchets par la lombriculture ,dont l'objectif est de déterminer l'effet de différents types de vermicompost sur les paramètres de croissance, de production et des paramètres physiologiques sur les plants du haricot *Phaseolus vulgaris L . var. Alex.*

Il nous a paru intéressant de dégager les principaux résultats aux quels nous avons aboutis.

Les résultats montrent que le vermicompost de déchet ménager et de jus de vermicompost ont un effet bénéfique sur la croissance et même sur le rendement de la culture du haricot. Alors que le vermicompost de marc de café a un effet plus important sur la production des gousses.

Les résultats relatifs aux paramètres de croissance montrent que le poids de la partie aérienne des plants d'haricot affiche nettement une gradation temporelle positive sous l'effet de vermicompost de déchet ménager et le thé de vermicompost mais elle est plus marquée sous l'effet de vermicompost de déchet ménager. Concernant la biomasse souterraine sèche des plants d'haricot, les résultats obtenus affichent nettement une gradation temporelle positive sous l'effet du jus de lombricompost et négative sous l'effet de vermicompost de marc café, elle est plus marquée sous l'effet du vermicompost de déchet ménager

L'ensemble de ces résultats nous permet de supposer que la présence de vermicompost stimule favorablement et d'une manière précoce la croissance en longueur de la partie racinaire et aussi le poids. En outre, le vermicompost solide de déchet ménager permet aux plantes d'haricot exposées une évolution graduelle et rapide de la croissance aérienne

Par ailleurs, les résultats relatifs aux paramètres biochimiques exposent une importante accumulation en chlorophylle a et b sous l'effet du vermicompost de déchet ménager et de thé de vermicompost contrairement au vermicompost de marc café. L'accumulation des sucres totaux et de la proline montre que ces

osmorégulateurs sous l'effet du vermicompost de marc café affichent nettement une gradation temporelle positive et signale aussi une accumulation très différente chez le témoin par rapport aux plants traités par les différents types de vermicompost. La synthèse des acides aminés et des protéines solubles sont plus importantes chez les plants traités par le vermicompost de déchet ménager et de thé de vermicompost que les plants traités par le vermicompost de marc café (synthèse faible par rapport aux plants traités par le vermicompost de déchet ménager et de thé de vermicompost).

En perspective, il serait intéressant d'instaurer un programme d'apport de fertilisants sur la base des connaissances accumulées via cette approche. Le recours à une évaluation de certains paramètres physiologiques (ex. Osmo-régulateurs) nous permet de bien connaître le mode et les conditions d'applications des différentes molécules. Connaître l'opportunité d'apport sur différents modèles végétales (Grandes cultures, arboriculture et Culture légumières).

Les résultats obtenus dans ce travail sont prometteurs et permettent d'établir des recommandations visant à encourager et à élargir l'emploi des extraits du vermicompost et même de différents types de vermicompost dans le domaine agricole, pour améliorer la productivité des cultures et pour atténuer les problèmes liés à la nutrition minérales des plantes par leur richesse en matières organiques comme elles peuvent contribuer à la gestion de la fertilité des sols et par conséquent à la diminution de l'emploi des produits chimiques. Ce sont des expérimentations diverses qui doivent être continuées afin d'aboutir à des résultats complets et indiquant que le vermicompost et son jus ont une importance non négligeable, qu'ils constituent une alternative incontournable permettant d'augmenter les productions agricoles pour répondre aux besoins du consommateur, et qu'ils méritent d'être pris en compte par les responsables de la gestion et de la protection de l'environnement.

Des études plus approfondies dans ce domaine sont nécessaires afin de mieux caractériser la composition du vermicompost et son effet sur les interactions plantes ravageurs au niveau de la phyllo sphère.

Nous suggérons également que c'est par cette voie que nous pourrons mettre en place des méthodes de production et de protection stables, économiquement rentables et respectueuses de l'environnement