

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université de Bordj Bou Arreridj

جامعة برج بوعريريج

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الأرض و الكون

Mémoire

En vue d'obtention du diplôme de

Master en Sciences Biologiques

Spécialité : Biotechnologie et protection des végétaux

Thème

ÉVALUATION DE L'EFFET DE DEUX FERTILISANTS CHIMIQUES ET
D'UN BIOFERTILISANT SUR LA CROISSANCE VÉGÉTATIVE DU POIS
CHICHE (*Cicer arietinum L.*)

Présenté par : *Barouche Saida*

Boularas Samia

Devant le Jury :

Président : Mr/Mme khondour AM..... :M..... -Université de BBA

Encadreur : Mme Ziouche Sihem :M.A.B. -Université de BBA

Examineur : Mr/Mme Moutassem D.. :M..... -Université de BBA

Année universitaire 2014/2015

Résumé

ÉVALUATION DE L'EFFET DE DEUX FERTILISANTS CHIMIQUES ET D'UN BIOFERTILISANT SUR LA CROISSANCE VÉGÉTATIVE DU POIS CHICHE (*CICER ARIETINUM L.*)

La production du pois chiche dans les régions méditerranéennes est largement dépendante de la disponibilité en eau et en azote. Dans ces régions, le climat est caractérisé par une faible pluviométrie souvent mal répartie et une minéralisation rapide de la matière organique. Afin d'étudier l'effet de différents types de fertilisants biologiques et chimiques sur les paramètres de croissance végétative, en comparaison avec un témoin sans aucun apport. Les résultats ont montré que la nature biologique et chimique des fertilisants engendre un effet significatif sur la variabilité de la croissance végétative du pois chiche (longueur de tiges et nombres de feuilles). Les résultats de l'augmentation la hauteur des tiges en fonction du temps après application des biofertilisants et des fertilisants chimique laisse prétendre que le biofertilisant à la dose D_1 : 4 ml/l et biofertilisant à la dose D_2 : 8 ml/l semblent avoir un effet dès les premières 24h et qui s'est maintenu jusqu'à 72h et qui s'est démarqués des autres produits à 30J. Alors que les fertilisants chimiques sont moyennement efficace de 24H à 7J mais qui perdent sensiblement leur effet à 30J après application. Le témoin reste plus efficace que les fertilisants chimiques avec des longueurs de tiges et un nombre de feuilles plus important que les fertilisants chimiques et moins important que les biofertilisants

Mots-clés. Pois chiche, fertilisant chimique, biofertilisant, lombricompost, croissance végétative.

Remerciements

Mes remerciements sont d'abord au Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et la patience pour terminer ce travail

J'exprime ma sincère reconnaissance à tous ceux qui ont, de près ou de loin, contribué à sa réalisation.

Je tiens à remercier tout particulièrement Monsieur le Docteur DAHO MOATASSIM . professeur à l'université de Borj Bouririj, qui me aide pour terminer mon travail .

J'exprime ma reconnaissance à Madame ZIOUCHE SIHEM Maître de conférences à l'université de Borj Bouririj pour avoir accepté de m'encadrer . Ses conseils, ses orientations m'ont été très bénéfiques pour la réalisation de cette mémoire, qu'il soit rassurée de ma profonde gratitude.

Je remercie cordialement les techniciens de laboratoires de biologie de l'université de Borj Bouririj Es-Hayat ,Sabrina ,Nasrddine ,et Khadija

Enfin, je remercie tous les membres de ma très chère grande famille chacun par son nom, pour leur aide et leur soutien moral.

Merci à tous

Dédicace

Au nom de **DIEU** clément et miséricordieux que le salut de **DIEU**
,soit sur son prophète **MOHAMEDE**

A ceux qui n'ont tout donné sans rien en retour

A ceux qui m'ont courages pour continuera mon chemin

Universitaire et ceux à qui **je dois tant**

Ames parents **ABD ALLAH** et **NOIRA** et mon mari **MOULOUD**

A tout ma famille **BAROUCHE** et **MELLE** et **ZABOUDGe** , mes
frère :**TAHER** et **CHERIF** et mes sœurs :**AMEL**, et **FARIDA** et son
mari **MOSTAFA** et **LILA** et son mari **AMAR** et **RACHIDA** ET son
mari **OMAR** et tous leurs enfants

Atout ma famille de mon mari **NASSIR** ,**FATIHA** ,**ALI**
,**SIHEM**,**RADWAN**, **WALID** ,**SAMIRA** ,**HAMZA**

Atout mes collègues

Une mention spécial : à mes professeures de :primaire CEM ,lycée et
université

Et surtout **ziouche sihem**

Que ce travail soit le témoignage sincères et affectueux profonde
reconnaissance pour tout ce qui vous avez fait pour moi

Saïda

Dédicace

Ceux à qui je dois mon éducation, et ma réussite, ce qui sont les plus chers au monde, mes parents , **BOULARAS AHMED** et **AICHA** : pour leur amour et leur sacrifice.

A mon marie, **BOUKHALFA ABDERRAOUF**, qui m'a tout encouragé dans mon travail .

A mes frères : **Fouzi** et sa femme, **Azouz** et sa femme, **Abdelkader**, **Abd Ali** et **Imide** que dieu me les gardes.

Et surtout la famille de mon marie **BOUKHALFA SLIMANE, KHAMSSA, SAMIA, IMANE, MOHAMAD, SALAH** et **OKBA**, pour plus que votre soutien moral .

A mes sœurs : **HAKIMA** , **SAMRA**, **SAIDA**, **WASSILA** et **DONIA** pour lesquels je souhaite une longue et heureuses vie pleine de bonheur .

Dedicative spécial à mon professeur **ZIOUCHE SIHEM** et toute la famille **ZIOUCHE**.

A tous mes amis .

A toute ma famille **BOULARAS, BOUKHALFA** .

A tous ceux qui sacrifient leur vie pour le bien des êtres.

A tous mes les collègues de ma promotion

Je ne peux oublier mon chère ma fils à mes frère **IYADE**.

Je dédie ce modeste travail

En témoignage de ma reconnaissance

SAMIA

Sommaire

Résumé

Abstract

ملخص

Remerciements

Dédicaces

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	3
I.1. Le Pois chiche.	3
I.1.1. Historique et distribution géographique.....	3
I.1.2. Description de la plante de pois chiche.....	4
I.1.3. Classification et taxonomie et morphologie de <i>Cicer arietinum</i> <i>L.</i>	5
I.1.4. Cycle et saison de culture.....	8
I.1.5. Exigences culturales du pois chiche.....	8
I.1.6. Facteurs limitant la production de pois chiche.....	9
I.1.7. Importance de la plante de pois chiche (<i>Cicer Arietinum</i> <i>L.</i>).....	10
I.1.7.1 Valeur nutritive.....	10
I.1.7.2. Importance économique en Algérie.....	10
I.1.7.3. Importance agronomique et fertilité	12
I.1.8. Le stress biotique chez le pois chiche	12
I.2. La nutrition des plantes.....	16

I.2.1. La fertilisation.....	16
I.2.2. La fertilisation minérale.....	16
I.2.3. La fertilisation organique.....	17
I.2.3.1. Le fumier.....	18
I.2.3.2. Le compost.....	18
I.2.3.3. L'engrais vert.....	19
I.2.3.4. Le vermicompostage (lombricompostage).....	19
Chapitre II : Matériel et méthodes.....	21
II.1. Conditions expérimentales.....	21
II.1.1. Préparation du matériel végétal.....	21
II.2. Présentation des traitements.....	23
II.2.1. Les fertilisants chimiques.....	23
II.2.2. Le biofertilisant	24
II.3. Méthodes d'étude.....	25
II.3.1. Dispositif expérimental et conduite de l'essai.....	25
II.3.2. Évaluation de l'effet des traitements sur les paramètres morphologiques.....	26
II.4. Analyses statistiques des résultats	27
Chapitre III : Résultats et discussions.....	28
III.1. Effet de la fertilisation chimique et biologique sur les paramètres de croissance végétative	28
III.1.1 Effet de la fertilisation chimique et biologique sur la longueur des tiges du pois chiche.....	28
III.1.2. Effet de la fertilisation chimique et biologique sur le nombre des feuilles du pois chiche.....	32
III.2. Discussions générales.....	36
Conclusion.....	39
Annexe.....	41
Références bibliographiques.....	49

Liste des figures :

Figure I.1. Plante de pois chiche.....	4
Figure I.2a : Tige avec rameaux secondaires.....	6
Figure I.2b: Feuilles simples et composées.....	7
Figure I.2c: Fleurs de pois chiche.....	7
Figure I.2d: Gousses de pois chiche a: vertes et b : mures.....	7
Figure I.2e: Types de graines de pois chiche a : kabuli, b : desi.....	7
Figure I.3 : La production national de la culture de pois chiche de 2000 à 2014 (M.A.D.R., 2015).....	11
Figure I.4. Dispositif d'un lombricomposteur (Chennouf et Foughali, 2009).....	20
Figure II.1. Pépinière de plants de pois chiche (Originale, 2015).....	22
Figure II.2. Stérilisation du substrat de la culture dans une étuve (Originale, 2015).....	22
Figure II.3. La transplantation des plantules dans les pots (Originale, 2015).....	22
Figure II.4: dispositif expérimental (Originale, 2015).....	25
Figure II.5: Application foliaire des différents traitements (Originale, 2015).....	26
Figure III.1 : Évolution temporelle de la longueur des tiges sous l'effet des différents apports nutritifs.....	29
Figure III.2. : Effet comparé des différents types d'apports nutritifs (biologiques et chimiques) sur la longueur des tiges du pois chiche.....	30
Figure III.3. : Effet comparé de la longueur des tiges du pois chiche à l'égard des différents types d'apport nutritif (Après 24h, 48h, 72h, 7J et 30J).....	31
Figure III.4.: Évolution temporelle u nombre des feuilles sous l'effet des différents apports nutritifs.....	33

Figure III.5. : Effet comparé des différents types d'apports nutritifs (biologiques et chimiques) sur la longueur des tiges du pois chiche.....	34
Figure III.6. : Effet comparé du nombre des feuilles du pois chiche à l'égard des différents types d'apport nutritif (Après 24h, 48h, 72h, 7J et 30J).....	35

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Légumineuses alimentaires cultivées en Algérie : leur importance en superficie, production et rendement.....	12
Tableaux I.2. : Les différentes maladies du pois chiche.....	13
Tableau III.1 : G.L.M. appliqué aux essais de l'effet temporel des différents types d'apports nutritifs chimiques et biologiques sur la longueur des tiges du pois chiche.....	29
Tableau III.2 : G.L.M. appliqué aux essais de l'effet temporel des différents types d'apports nutritifs chimiques et biologiques sur le nombre de feuilles du pois chiche.....	33

Liste des abréviations

ANOVA analyse de la variance

BIOF1 biofertilisants 1

BIOF2 biofertilisants 2

CM Centimètre

D dose

F1 fertilisants 1

F2 fertilisants 2

FAO organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

G.L.M. Général linéaire modèle

GR gramme

J jours

K potassium

MM millimètre

N l'azote

p phosphore

S temps

T témoin

INTRODUCTION

Introduction

Accroître la production agricole en améliorant à la fois la gestion de la nutrition des plantes et l'emploi d'autres facteurs de production, est un défi complexe.

L'intensification de l'agriculture requiert des approvisionnements accrus de nutriments pour les cultures, une absorption plus élevée de ces nutriments et de plus grands stocks d'éléments nutritifs dans les sols.

Un emploi excessif d'éléments nutritifs, la gestion inefficace des systèmes culturaux, et l'emploi inapproprié des résidus et déchets produisent des pertes d'éléments nutritifs, ce qui constitue une perte économique pour l'agriculteur. D'autre part, une utilisation inadéquate ou insuffisante de nutriments de plantes crée une destruction insidieuse du stock d'éléments nutritifs sur l'exploitation, ce qui signifie aussi une perte économique pour l'agriculteur.

La fertilisation existe depuis que les populations, devenues sédentaires, cultivent le sol. Jusqu'à la fin du 18^{ème} siècle, les pratiques agricoles étaient basées sur la rotation : alternance entre des années de culture et de jachère, au cours desquelles les réserves du sol pouvaient se reconstituer.

Les déjections animales, seule source de fertilisants, n'étaient pas en quantité suffisante pour assurer le maintien de la fertilité des sols.

La fin du 18^{ème} siècle voit la multiplication des sociétés d'agriculture. Avec les progrès de la chimie, les connaissances sur le sol et la nutrition des plantes progressent. Ce n'est qu'au milieu du 19^{ème} siècle que l'expérimentation en agriculture se développe, les lois de la fertilisation sont formulées, les premiers engrais minéraux apparaissent. Les rendements commencent à progresser.

Mais ce n'est qu'au milieu du 20^{ème} siècle que la véritable révolution s'accomplira grâce aux progrès réalisés en matière de sélection des variétés, de fertilisation, de protection des cultures, de mécanisation et d'amélioration des techniques agricoles. Ces progrès permettront dans le monde de quadrupler les rendements en 50 ans et de mieux répondre aux besoins d'une population toujours croissante.

Toutefois, la fertilisation organique doit être bien raisonnée et équilibrée pour permettre une bonne alimentation et d'assurer la disponibilité de tous les éléments nécessaires (macro et micro éléments) à la plante en périodes de fortes exigences.

Des risques environnementaux peuvent subvenir si l'on applique trop d'éléments nutritifs par rapport à la capacité d'absorption des systèmes culturaux, tandis que l'épuisement des stocks de nutriments est une forme importante, mais souvent cachée, de dégradation environnementale.

L'objectif du présent travail est d'analyser chez le pois chiche (retenue comme plante test), les effets de différents types de fertilisants biologiques et chimique sur les paramètres de croissance végétative, en comparaison avec un témoin sans aucun apport.

Chapitre I :

Synthèse bibliographique

I.1. Le Pois chiche

I.1.1. Historique et distribution géographique

Le pois chiche est parmi les premières légumineuses à graines domestiquées par l'homme depuis l'antiquité (Van Der Maesen, 1987). Pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est loin d'être une plante nouvelle. Des restes carbonisés découverts au Proche-Orient indiquent que cette espèce était cultivée au VII millénaire avant notre ère avec les céréales, le petit pois et la lentille (Vanier, 2005; Redden et Berger, 2007). Il est probablement originaire des régions de la Palestine actuelle et de la Syrie, car les données archéologiques rapportent des graines de formes cultivées de cette espèce à Ramad (près de Damas) et à Jéricho, qui sont anciennes de 9 200 et 8 500 ans A.J. L'expansion de cette culture a été rapide dans les régions méditerranéennes, car il était cultivée en Égypte depuis au moins 6000 ans (Anonyme, 1992). Les signes de sa domestication en Turquie remontent à environ 9 400 ans.

Le nom latin du genre Pois chiche est *Cicer* dérivé du grec antique Kickere (Anonyme 1992). Cependant, il est désigné aujourd'hui par plusieurs noms, chickpea, bengal gram, Gram, Egyptian pea, spanish pea, Chestnut bean (anglais), le pois chiche (français), Chana (Inde), Homos (Arabe), Grao- de-bico (Portugal), Garbanzo ou Garvance (Espagnole) .

Le Pois chiche (*Cicer arietinum*) est célèbre en Algérie, comme c'est le cas dans tous les autres pays méditerranéens. En effet, sa culture été pratiquée avant le colonialisme (Laumont et Chevassus, 1956 ; Labdi, 1990; Hamadach, 2001). Son usage comme une nourriture humaine est assez fréquente dans les soupes (Chorba et Harira), sauces (Couscous), plats (Tadjines), et les sandwichs (Karentika) (Labdi, 1990).

Le Pois chiche est parmi les espèces les plus importantes de légumineuses alimentaires, cultivées dans le monde. Actuellement, 50 pays recouvrant les cinq continents sont des producteurs de cette légumineuse (Redden et Berger, 2007). Mais les régions de l'Asie occidentale et l'Afrique septentrionale, étalés du Pakistan dans l'Est au Maroc à l'Ouest, et de la Turquie dans le Nord au sudan et l'Ethiopie au sud, forment les régions les plus productrices de Pois chiche dans le monde (Saxena, 1996).

I.1.2. Description de la plante de pois chiche

Sur le plan botanique, il est décrit comme une plante herbacée annuelle, dressée ou rampante couvert de poils glanduleux. Sa germination est du type hypogé (les cotylédons restent souterrains). Ses racines peuvent atteindre un mètre de profondeur, mais la plupart se trouvent dans les premiers centimètres (Duke, 1981). Sa tige anguleuse a une hauteur de 0,20 à 1 mètre de haut. Ses feuilles se composent de 7 à 17 folioles ovales et dentées (Figure I.1). Les fleurs peuvent être blanches, bleue, ou violettes ; solitaires et pédonculées. Les gousses sont renflées à 1-2 graines presque rondes (Melakhssou, 2007).



Figure I.1. Plante de pois chiche (Patankar, 2000).

I.1.3. Classification , taxonomie et morphologie de *Cicer arietinum* L.

Le pois chiche est une des légumineuses qui appartiennent à l'ordre des rosales dont elles représentent la famille la plus évoluée. Elles se situent dans le prolongement des Rosacées auxquelles ressemblent par les conformations du réceptacle, les graines ex-albuminées et les feuilles stipulées, (Muehlbauer *et al.*, 1998). La famille des *Fabaceae*, comptant plus que 700 genres et 1800 espèces (Polhill et Raven, 1981). Le genre *cicer* L. Comptant 44 espèces (Yadav *et al.*, 2007), Le genre *Cicer* contient 9 espèces annuelles et 35 espèces perpétuelles. Seulement une espèce annuelle, *Cicer arietinum* est cultivée (Van Der Maesen, 1987 ; Valcilova *et al.*, 2002).

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) appartient au genre *Cicer* à la classe des *Dicotylédones*, à la sous classe des *Dialypétales*, l'ordre des *Rosales*, famille de *Fabaceae*, la sous famille des *Papilionaceae*, règne *Plantae* et à la section *Monocicer* (Moreno et Cubero, 1978; Singh et Diwakar, 1995; Staginnus *et al.*, 1999 ; Yadav *et al.*, 2007 et Bock, 2009).

Muehlbauer *et al.*, (1998), décrivent le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) comme étant une plante annuelle herbacée à l'aspect d'un petit buisson à port érigé, parfois arbustive. Elle est constituée par :

Une tige : de 30 à 60 cm de hauteur habituellement quadrangulaire qui se ramifie dès la base en 2 ou 3 rameaux secondaires. Elle porte des stipules incisées et dentées (Figure I.2a).

Des feuilles : composées imparipennées et comptent 10 à 15 folioles ovales à contour denté (Figure I.2b). Certains cultivars peuvent avoir des feuilles simples (Figure I.2b). Le feuillage est couvert de poils glandulaires excréant des exsudats acides.

Des racines : de type pivotant avec une racine principale qui ne dépasse pas les 60 cm de profondeur et des racines latérales bien développées atteignant 2 m. Les racines forment des nodosités grâce à la symbiose avec *Rhizobium ciceri*.

Des fleurs : en forme de papillon, caractéristique de la famille des papilionacées (Fabacées). Elles peuvent être blanches, roses et bleues violacées (Figure I.2c). Elles sont isolées sur des pédoncules courts avec une corolle dépassant à peine le calice. Le pétale postérieur est très important : c'est l'étendard, il recouvre les deux pétales latéraux, recouvrant eux même ceux de la carène donnant ainsi une forme de papillon. Le calice est composé de cinq égales. Les fleurs sont hermaphrodites.

Des fruits : sous forme de gousses elliptiques de 2,43 à 4,47cm de long. Elles renferment une à deux graines, rarement plus. La gousse est d'abord verte puis devient jaune à maturité (Figure I.2d).

Les graines : peuvent avoir un aspect globuleux avec une surface lisse ou rugueuse. Selon la couleur et la taille des graines à maturité, on distingue deux types de pois chiche cultivés :

Trois types de pois chiche ont connus : le type Kabuli à graines larges, arrondies, de couleur blanche à crème avec un poids de plus de 26 gr pour 100 graines (Figure I.2e) ; le type Desi à petites graines angulaires dont la couleur varie du crème au noir en passant par le marron, le jaune et le vert (Figure I.2e) et Gulabi intermédiaire.



Figure I.2a : Tige avec rameaux secondaires (Anonyme, 2010).



Figure I.2b: Feuilles simples et composées (Anonyme, 2010).



Figure I.2d: Gousses de pois chiche a: vertes et b : mures (Anonyme, 2010).

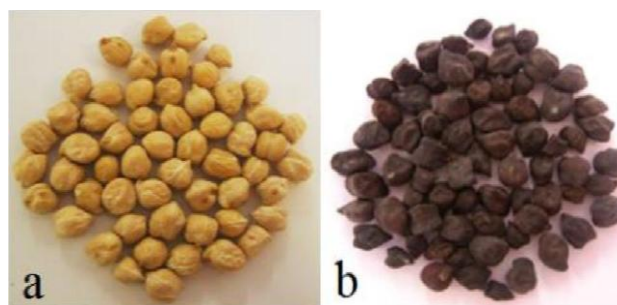


Figure I.2e: Types de graines de pois chiche a : kabuli, b : desi (Anonyme, 2010).

I.1.4. Cycle et saison de culture:

Dans le bassin méditerranéen, le pois chiche est considéré comme une culture de printemps et d'hiver. En général, la plante se développe vigoureusement et complète son cycle évolutif en 4 mois. C'est une plante rustique connue pour sa résistance à la sécheresse. Grâce à son enracinement profond elle peut supporter les terrains secs et peut se développer dans les zones à faible pluviométrie (El Aoufir, 2001).

Généralement, le cycle évolutif de pois chiche comprend deux phases : la phase végétative et la phase reproductrice. La phase végétative commence par la germination est envisagée par le passage de la graine de la vie ralentie à la vie active, affectant ainsi la sortie des racines séminales et le coléoptile qui pousse vers la surface (Hamadach, 2001).

Les pieds commencent à se ramifier et les bourgeons qui vont en même temps que la tige principale se développent, et donnent naissance à des pédoncules floraux qui constituent l'étape terminale de cette phase. La phase reproductrice débute par la floraison qui est marquée par l'apparition et le développement des ébauches florales, suivie par un effectif élevé en fleurs et un rendement en gousse appréciable (Hamadach, 2001).

Le cycle de la plante est complété par la maturation des graines. Cette phase se caractérise par un jaunissement des gousses accompagné d'une chute des folioles et d'un durcissement des graines (Hamadach, 2001; Melakhessou, 2007).

La durée de chaque phase et la faculté germinative diffère selon les variétés espèce et les conditions climatiques (la température, l'humidité, et la période d'éclairement) (Hamadach, 2001; Melakhessou, 2007).

I.1.5. Exigences culturelles du pois chiche:

La température exerce une forte influence sur la phase végétative et reproductrice de pois chiche. La température optimale exigée par le pois chiche varié entre 18°C et 29°C le jour et 20°C la nuit. Il est considéré comme étant une plante de jour long (Melakhessou, 2007).

L'intensité de la lumière et la durée d'éclairement sont des facteurs importants pour la nodulation et la fixation d'azote (Melakhessou, 2007).

La consommation en eau a été estimée entre 110 et 240 mm par an pour produire des rendements en grains allant de 9 à 30 qx /ha en semis d'hiver (Melakhessou, 2007). Il a été établi aussi que le pois chiche consomme la majeure partie de son eau dans les soixante premiers centimètres (Keating et Cooper ,1983). Sa grande capacité d'absorption de l'eau dans le sol s'effectue grâce à son système racinaire très développé à cette profondeur (Duke, 1981). Cependant, comme la plupart des légumineuses à graines, le pois chiche est sensible à la sécheresse à certaines périodes. Sa plus grande sensibilité se situe à la floraison, un déficit hydrique à ce stade-là, se traduit par une diminution du nombre de gousses, du poids de 100 grains et par une augmentation de gousses avortées (Wery ,1986).

Le pois chiche semble préféré les sols meubles, profonds, plus au moins argileux avec une bonne capacité de rétention (Melakhessou, 2007). Il ne supporte pas les sols mal drainés qui favorisent le développement des maladies cryptogamiques (Plancquaert et Wery, 1991). Les sols très calcaires sont à exclure, car ils donnent des gousses qui cuisent mal. Il supporte mal les sols salins. Le pH du sol favorable à cette culture se situe entre 6 et 9 (Melakhessou, 2007).

I.1.6. Facteurs limitant la production de pois chiche :

Avec le développement de la culture du pois chiche, plusieurs contraintes ont émergé, provoquant des dommages plus ou moins importants. Ces facteurs sont de deux ordres, les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques. Parmi les facteurs abiotiques, la sécheresse qui constitue l'élément essentiel limitant de la production de pois chiche (Labdi, 1990).

Djennadi, (2003) a rapporté que les causes de la faiblesse de la productivité du pois chiche en Algérie sont souvent d'ordre agro-technique lié aux conditions de semis (période, mauvaise qualité de semences et modes de semis), ces conditions causent une mauvaise levée de la culture. Aussi les adventices représentent une menace pour le pois chiche, d'après la même source ces derniers peuvent réduire le rendement jusqu'à 98%.

En plus de ces facteurs la négligence des aspects phytosanitaires pour combattre les maladies a permis le développement important des maladies fongique qui deviennent les facteurs les plus limitant de la production de pois chiche dans le monde et en Algérie particulièrement (Djennadi, 2003).

I.1.7.Importance de la plante de pois chiche (*Cicer arietinum L.*)

I.1.7.1 Valeur nutritive :

C'est une plante destinée à l'alimentation humaine. Sa valeur nutritive est importante car ses graines sont constituées majoritairement d'un sucre lent l'amidon (41%), d'un taux appréciable de protéines (23%), de sels minéraux (4%) et de vitamines (0,003%) (Rajesh, 2001).

Il est à signaler que ses protéines renferment une diversité d'acides aminés. Le plus important étant la lysine suivi de l'arginine, la cystéine et la méthionine. Ses matières grasses sont composées d'acides gras essentiels dont l'acide linoléique, oléique et palmique. La concentration en calcium est la plus importante comparée à celle du phosphore qui est supérieur à celle du fer. Il renferme des vitamines du groupe B (niacine, thiamine et riboflavine) (Aubert, 1992).

I.1.7.2. Importance économique en Algérie

La culture du pois chiche occupe la troisième place dans la production mondiale des légumineuses après la fève et le petit pois, dont l'Asie est le premier producteur avec une superficie de 10 159 000 ha (Rajesh, 2001).

La superficie des terres cultivées en algérie s'élève à 5 243 067 ha soit 2,22% de la superficie totale du pays. La culture du pois chiche occupe en Algérie seulement 0,63% de la superficie des terres cultivées soit 33 295 ha. La production nationale se situe entre 270 et 350 tonnes par an. Les principales zones de culture de pois chiche sont Sétif, constantine et Guelma (est du pays) et Sidi Bel Abbes, Timouchent, Mascara et Tlemcen (ouest du pays) (M.A.D.R,2015).

En Algérie, la culture des légumineuses et en particulier le pois chiche à un intérêt national, car elle doit permettre de satisfaire les besoins, réduire les importations et limiter la dépendance économique vis-à-vis de l'étranger (Saoud, 2013). En effet, cette culture occupe environ 33,32% de la superficie totale des légumineuses, avec un taux de production de 31,95% de la production nationale des légumineuses alimentaires (Tableau I.1).

La production nationale ne couvre en moyenne que 30% des besoins de la population. L'Algérie est contrainte d'importer entre 47 000 et 56 000 tonnes de pois chiche par an pour couvrir une demande constante de la population en croissance démographique continue (Saoud, 2013) (Figure I. 3).

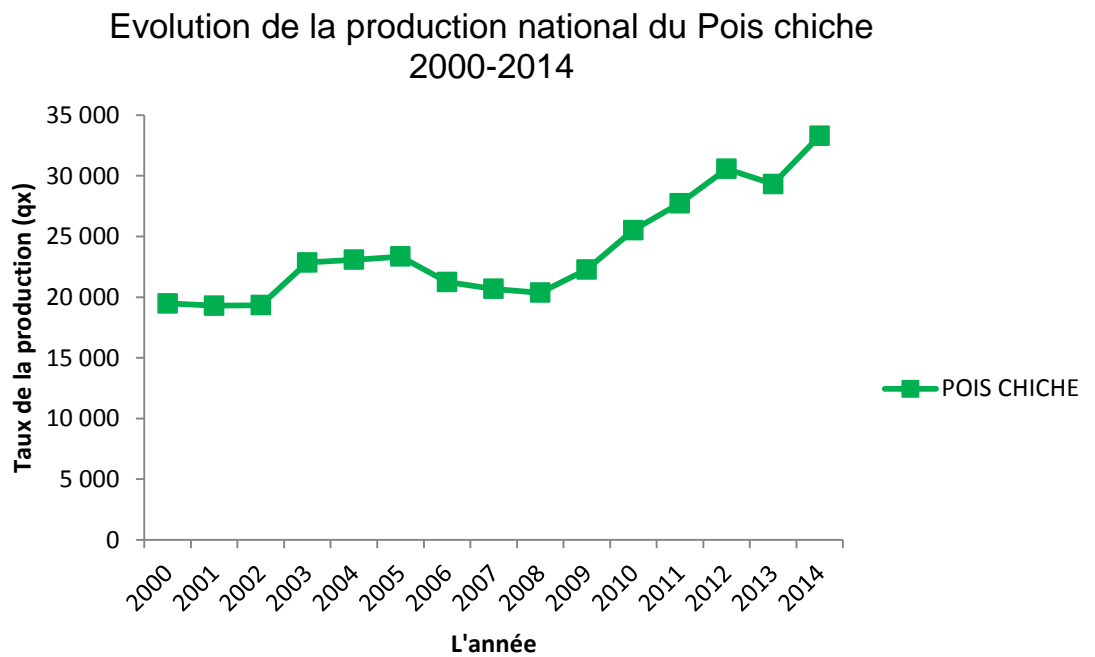


Figure I.3 : La production nationale de la culture de pois chiche de 2000 à 2014 (M.A.D.R., 2015)

Tableau I.1 : Légumineuses alimentaires cultivées en Algérie : leur importance en superficie, production et rendement (moyenne 2000- 2014) (M.A.D.R, 2015)

Légumes secs	Superficie		production		Rdt
	Ha	%	Qx	%	Qx/ha
Fèves – fêveroles	34 421	48,01	305 249	51,43	8,81
Pois-chiche	23 892	33,32	189 659	31,95	7,65
Pois-secs	8 823	12,31	62 510	10,53	6,86
Lentilles	2 996	4,18	25 206	4,25	7,11
Haricots-secs	1 401	1,95	9 613	1,62	6,76
Gesses-guerfalas	162	0,23	1 290	0,22	7,58
Total	71 695	100	593 529	100	45




I.1.7.3. Importance agronomique et fertilité :




Le pois chiche est une légumineuse présentant des nodosités racinaires hébergeant des bactéries qui ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique et le restituer au sol. Cette symbiose avec *Rhizobium ciceri* enrichit le sol en azote, renforçant sa fertilité et améliorant les rendements. La fertilité des sols va favoriser l'installation d'autres plantes présentant un intérêt écologique par le recouvrement des zones arides et semi arides. Cet apport d'azote limite le recours aux engrais chimiques, ce qui réduit le coût de production et la pollution de l'environnement (Zaghouane *et al.*, 1995; Kichou, 2003).




I.1.8 Le stress biotique chez le pois chiche :

Le facteur primordial dans la réduction du rendement du pois chiche reste l'aspect phytosanitaire attribué à des agents pathogènes (Tableau I.2), dont les plus importants sont les agents telluriques (Jimenez-Diaz *et al.*, 1989). Parmi les nombreux organismes nuisibles qui réduisent la croissance et la production du pois chiche, l'agent de l'antracnose, de la pourriture racinaire et du flétrissement (Flandez-Galvez *et al.*, 2003 ; Rekha et Thiruvengadam, 2009).

Tableaux I.2. : Les différentes maladies du pois chiche (Kaouani *et al.*, 2003).

Maladie et agent causal		Les symptômes
<p>Fusariose vasculaire <i>Fusarium oxysporum.</i></p>		
<p>Pourriture Racinaire</p>	<p>Pourriture sèche <i>Rhizoctonia solani</i></p>	<p>Cette maladie débute par un dessèchement brusque de la plante, qui évolue du bas vers le haut, les feuilles prennent une couleur jaune pâle, alors que les racines se dessèchent et deviennent facilement cassables.</p>
	<p>Pourriture noire <i>Fusarium oxysporum. solani.</i></p>	<p>.Les symptômes au niveau des organes aériens, similaires à ceux du flétrissement, tandis qu’au niveau des organes souterrains on distingue une pourriture noire sans décoloration du système vasculaire, ce pathogène cause aussi la détérioration des semences et la mort des plantules en post émergence.</p>
<p>L'ascochytose <i>Ascochyta rabiei</i></p>		
<p>Pourriture du collet <i>Sclerotium rolfsii Sacc</i></p>		

<p>Fonte de semi <i>Pythium debaryanum</i> Hesse, <i>Pythium irregulare</i> buisman, <i>Pythium ultimum</i> trow</p>	
<p>Pourriture racinaire <i>F.acuminatum</i>, <i>F.Arthrosporioides</i>, <i>F.avenaceu</i>, <i>F.solani.f.sp.</i></p>	
<p>Complexe de flétrissement <i>F.oxysporum f.sp.ciceri</i>, <i>F.Solani</i>, <i>Verticillium albo-atrum</i>, <i>Rhizoctonia bataticola</i> et <i>R.solani</i></p>	
<p>Rouille <i>Uromyces ciceri arietini</i></p>	<p>Nécrose des feuilles et de tiges, mort des jeunes plantules par fois.</p>

<i>Les Bactéries</i>	
<p>Anthracnose <i>Xanthomonas campestris</i> sp. <i>cassiae</i> <i>Aschochyta rabiei</i> (Pass.)</p>	
<i>Les Virus</i>	
<p>Rapetissement chlorotique de pois chiche Le virus CCDV (Chickpea Chlorotic Dwarf Virus)</p>	<p>Mosaïque et tâches sur feuilles, chlorose de nervures des feuilles et défoliations.</p>
<i>Les mycoplasmes</i>	
<p>Prolifération excessive Phyllody</p>	
<i>Les nématodes</i>	
<p>Nœuds racinaires Myloidogyne incognita</p>	

I.2. La nutrition des plantes

Pour se développer, les plantes ont besoin d'eau, de lumière, de carbone, d'oxygène et d'éléments minéraux. Les besoins de la plante évoluent au cours de sa vie. A chaque stade de son développement, elle doit trouver les éléments nécessaires, sous une forme assimilable. L'air fournit l'oxygène et le gaz carbonique, source du carbone, que la plante fixe grâce à la photosynthèse (FAO,1987).

Le sol est un compartiment complexe, un carrefour multifonctionnel (Gobat *et al.*, 1998). Le sol sert de réserve eau, en matière organique et en éléments minéraux pour alimenter la plante. Aussi, il est l'endroit où les organismes décomposeurs prennent en charge la dégradation de toutes les matières organiques produites dans l'écosystème (Robert, 1996). Le sol représente un réservoir de matières organiques et minérales, il sert de support mécanique et nutritif aux êtres vivants (Gobat *et al.*, 1998).

I.2.1. La fertilisation

La Fertilisation est l'ensemble des techniques agricoles consistant à apporter à un milieu de culture, tel que le sol, les éléments minéraux nécessaires (matières fertilisantes) au développement de la plante (Christian Schvartz *et al.*, 2005), et créer ou de maintenir dans le sol un milieu physique et chimique apte à la nutrition des plantes cultivées, d'améliorer la qualité et la quantité des produits récoltés (Zidane, 1989).

D'après Silguy (1998), la fertilisation a pour objectif de maintenir ou d'augmenter la fertilité des sols et leur activité biologique aussi améliorer la croissance, la qualité des cultures et augmenter le rendement. Il s'agit de «nourrir le sol pour nourrir la plante» durant toute sa croissance, en privilégiant les engrais organiques qui sont transformés par les êtres vivants du sol avant d'être progressivement absorbables par les plantes.

I.2.2. La fertilisation minérale

Les engrais minéraux sont des matériaux, naturels ou manufacturés, qui contiennent des éléments fertilisants essentiels pour la croissance et le développement normaux des plantes.

Les engrais étant des substances destinées à fournir à la plante les éléments nutritifs dont elle a besoin, il va de soi que les engrais sont principalement composés des

éléments dont la plante a le plus besoin, c'est-à-dire l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) (FAO,1987).

Il existe donc des engrais azotés, des engrais phosphatés et des engrais potassiques. Dans une moindre mesure, il y a aussi des engrais soufrés, des fertilisants calciques et magnésiens et des engrais destinés à combler les carences en oligo-éléments (FAO, 1987).

Les éléments nutritifs ont des effets différents sur les réactions biochimiques qui déterminent la qualité des produits. Très généralement, on peut dire que l'**azote** a une incidence sur la croissance, le rendement de la plante de même que sur sa couleur, sa composition en protéines et en vitamines. La quantité d'azote, mais aussi la forme sous laquelle il est apporté et la date de ces apports sont des critères importants. Le **phosphore** permet un bon enracinement, une bonne résistance à la sécheresse et joue un rôle dans la maturation des fruits. Le **potassium** influe sur la concentration en vitamines, en minéraux, en sucres et sur la texture, la fermeté et la résistance au transport.

De plus, l'équilibre entre les éléments nutritifs influe sur la composition en éléments minéraux : un excès de potassium réduira l'absorption de calcium et de magnésium. C'est non seulement la quantité d'éléments minéraux mais également l'équilibre entre ceux-ci qui déterminent la qualité des récoltes.

Le tableau ci-contre, à travers quelques exemples, illustre l'importance de l'apport raisonné des éléments nutritifs : effets d'excédents ou de carences des principaux éléments nutritifs dans les fruits (FAO, 1987).

I.2.3. La fertilisation organique

Les matières organiques constituent une source importante d'éléments minéraux non seulement en éléments majeurs, mais aussi en oligo-éléments (Soltner, 2005). Ces éléments sont utilisés par les plantes pour satisfaire leurs besoins au cours de leurs cycles de développement. Ainsi, elle favorise une bonne croissance des plantes et une forte résistance aux maladies (Moughli, 2000).

Les matières organiques sont le substrat énergétique des organismes hétérotrophes du sol (Balesdent, 1996), elles incluent tous les organismes vivants du sol, ainsi que les

restes d'organismes morts, dans leurs divers degrés de décomposition (Soco, 2009). La matière organique est un élément et produit majeure des processus biogéochimiques (Labanowski, 2004). Elle est un indicateur général de la qualité du sol (Dat, 2001).

Il existe différentes formes d'apport organique au sol parmi lesquelles :

I.2.3.1. Le fumier

Le fumier est le mélange des déjections animales et de litière. Il est riche en éléments nutritifs et représente la base de la fertilisation en agrobiologie (Petit et Jobin, 2005). Le fumier joue un rôle important dans la durabilité de la fertilité du sol soit par l'apport des éléments nutritifs, soit par l'amélioration de ces propriétés physico-chimiques du sol (Duplessis, 2002 ; Hiraoka *et al.*, 2005).

I.2.3.2. Le compost

Le compost est une matière brunâtre qui ressemble à du terreau, il provient de la décomposition contrôlée des matières organiques par des millions d'organismes vivant, depuis les bactéries microscopiques jusqu'aux vers de terre (Smeesters, 1993). C'est une source importante de matière organique produite par la dégradation ou la décomposition de la matière organique fraîche par les micro-organismes (Petit et Jobin, 2005), d'insectes et de vers de terre (Duplessis, 2002) dans des conditions bien définies.

Le compost est un des éléments fondamentaux de la culture biologique, car il représente le moyen le plus rationnel d'utiliser les déchets végétaux de toutes sortes qui s'obtient par empilement dans un coin, ceux-ci sont retournés régulièrement pour activer la fermentation. L'application de ces techniques conduit au bout de trois à six mois à la formation d'un compost mûr (Hargrovet, 2008).

Ainsi, les matières premières organiques, telles que les résidus de culture, les déchets animaux, les restes alimentaires et les déchets industriels appropriés, peuvent être appliquées aux sols en tant que fertilisants, une fois le processus de compostage est terminé (Petit et Jobin, 2005).

I.2.3.3. L'Engrais vert

C'est une culture de végétation rapide enfouie sur place et destinée avant tout à améliorer le sol. Ce type d'engrais a un effet important sur la protection du sol, en le considère comme une source de matières organiques jeunes; source d'éléments nutritifs pour les plantes essentiellement en azote (Soltener, 2003).

I.2.3.4. Le vermicompostage (lombricompostage)

Le lombricompostage est un procédé de bio-oxydation 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 (Saint Pierre *et al.*, 2010).

Cette méthode est plus rapide que le compostage, c'est le passage du substrat par les intestins des vers de terre qui sont riche en microorganismes et en régulateurs de croissance; il s'agit d'une différence de rapidité significative mais pas encore bien compris. Ainsi, les vers de terre, par un type d'alchimie biologique, sont capables de transformer nos déchets en or (Nagavallema *et al.*, 2004).

Pour la réalisation de ce procédé l'espèce utilisé est le ver de fumier (*Eisenia fetida*) c'est un ver de petite taille, il ne dépasse pas 5 à 8 cm de longueur. Il ne peut survivre sans quantités suffisantes de matières organiques, c'est pourquoi on le retrouve seulement dans les tas de fumier ou de compost et non pas dans les sols des jardins et des champs. On reconnaît facilement le ver de fumier à sa couleur rosée et à ses anneaux clairs, presque jaunes (Buch, 1991).

Il est communément utilisé pour les élevages à grande échelle en Amérique du Nord. Ces élevages intensifs sont pour le compostage des déchets organiques et la fabrication de protéines. Ce ver est très prolifique. Il se reproduit bien à des températures variant de 20 °C à 25 °C. Le ver du fumier est adapté pour exploiter les matières organiques en décomposition rapide telles que le fumier ou la végétation. Il vit en conditions de forte densité, ce qui signifie qu'il est possible d'en élever de grand nombre dans un espace restreint (Tomlin, 1981).

Il se reproduit rapidement et peut dans des conditions favorables, avoir une durée de vie supérieure à 600 jours (Venter *et al.*, in Ouahrani (2003)). Il peut atteindre sa maturité sexuelle observable au développement du clitellium en 4 à 6 semaines, après l'éclosion. La reproduction des cocons par *Eisenia fetida* est maximale les trois premiers mois de la vie adulte, et peut se poursuivre pendant au moins 500 jours. Après accouplement, le cocon se forme en 2 à 4 jours (Fayolle, 1982 in Ouahrani (2003)).

Les cocons, une capsule ayant la forme d'un citron et aux dimensions approximatives de 6 mm de longueur par 4 mm de largeur, qui contiennent les œufs fécondés. Habituellement, les cocons éclosent au bout de 14 à 21 jours, quand les conditions sont favorables, et donnent de un à deux vers. Si les conditions de température et d'humidité ne sont pas favorables les capsules demeurent intactes en attendant de meilleures conditions. Les capsules peuvent survivre à des conditions adverses de sécheresse et de chaleur où les vers de terre ne survivraient pas (Anonyme, 2011).

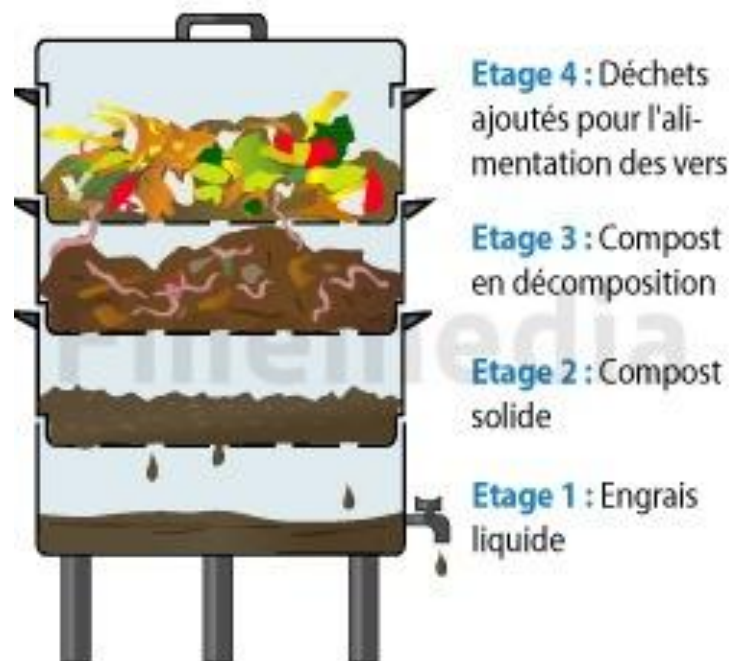


Figure I.4. Dispositif d'un lombricomposteur (Chennouf et Foughali, 2009).

Chapitre II :

Matériel et Méthode

Objectif

Ce présent travail a pour objectifs d'évaluer l'efficacité de deux fertilisants chimiques homologués comparés à un biofertilisant formulé par l'étude *in vivo* de l'effet de différents fertilisants (chimiques, biologique) à différentes doses sur la croissance végétative et le développement de la culture de pois chiche.

II.1. Conditions expérimentales

II.1.1. Préparation du matériel végétal

Notre essai a commencé par la réalisation d'un semis de la culture de pois chiche variété « **Gup 04** » en pots (Figure II.1) qui été effectué au niveau du laboratoire de zoologie de l'université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arreridj. La semence

Arrivées au stade « premières vraies feuilles », les plantules sont déterrées délicatement et replantées dans des pots à raison de 2 plantules par pots. Ces derniers remplis de 1/3 tourbe 1/3 terreau et 1/3 sables et de terre préalablement stérilisé dans une étuve pendant 24 h à une température de 140°C (Figure II.2) . La transplantation a été effectuée à 15 Avril 2015 (Figure II.3).

Les plantules sont arrosées tous les deux jours avec de l'eau de robinet, mais parfois on ajoutant un apport de solution nutritive standard (NPK : 20. 20. 20) a été préconisé dans le but d'accélérer et d'assurer le bon développement des plants. Les pots sont percés à la base pour permettre à la solution d'arrosage de percoler en cas d'excès. Les conditions de culture correspondent à une température ambiante de 26 +/- 2C° et une photopériode de 12h.



Figure II.1. Pépinière de plants de pois chiche (Originale, 2015).



Figure II.2. Stérilisation du substrat de la culture dans une étuve (Originale, 2015).



Figure II.3. La transplantation des plantules dans les pots (Originale, 2015).

II.2. Présentation des traitements

La réalisation de l'essai a mis en œuvre trois traitements à savoir :

II.2.1. Les fertilisants chimiques :

- **Fertilisant 1 (Fertiactyl)** : est un fertilisant en formulation liquide et hydrosoluble, spécialement recommandé pour des applications foliaires, bien qu'il puisse aussi s'employer en irrigation par voie racinaire, pour une action parfaite du produit. Il stimule l'absorption racinaire et règle l'absorption des éléments minéraux dans les moments de stress et aussi il stimule la photosynthèse.

Composition :

Fertilisant NK+B en solution

Fertilisant NFU 42001

Pauvre en chlore

13% N (azote) urique

5% Oxyde de potassium (K₂O) soluble dans l'eau

0,2% Bore (B) soluble dans l'eau

- **Fertilisant 2 (Bioradicante)** : est une solution d'engrais foliaire riche en Bore à base d'algues micro-broyées, stabilisées et concentrées en sels minéraux et oligo-éléments d'origine naturelle. Son mode d'action est absorbé par voie foliaire et racinaire.

Composition: g/l 250 g d'algue *Ascophyllum nodosum* soluble

B: 61 g

MgO: 61 g

S: 50 g

Mo : 4 g

Additifs naturels : 40 g

Caractéristiques :

pH : 6

Densité : 1,2

Couleur : verte

Propriétés :

Riche en magnésium, soufre et bore assimilables, il est particulièrement adapté aux cultures exigeantes en programme de renforcement. Ce produit stimule et régule la croissance des cultures par ses actions :

- **Synergisante** : La grande solubilité de la formulation d'algue entraîne les autres apports foliaires (engrais, oligo...) et favorise la pénétration et la systémie des produits de protection.

- **Nutritionnelle** : Les acides aminés et les substances naturelles de croissance végétale présentes interviennent dans la nutrition en renforcement de la mobilisation des réserves d'azote et en stimulant la synthèse chlorophyllienne (rôle des acides aspartique et glutamique). La nutrition foliaire est optimisée.

Une meilleure exploration du sol est permise grâce au rôle de l'arginine et de la méthionine dans la stimulation du système racinaire.

- **Protectrice** : Les acides aminés présents protègent les cultures face aux différents stress rencontrés (gel, déficit hydrique, chaleur...).

II.2.2. Le biofertilisant :

Il s'agit du percolat (ou thé de compost) récupéré à la base d'un lombricomposteur. Ce biofertilisant est formulé nous a été gracieusement fourni par le laboratoire de la phytopharmacie de l'université Saad Dahleb de Blida.

Le produit a été appliqué à la dose de 2 ml/1L d'eau, c'est une formulation liquide de jus de lombricompost l'activité du principe actif est favorisée par un mélange d'agent mouillants, plastifiants et des pénétrants. La formulation finale est utilisée à 2 /1000.

II.3. Méthodes d'étude

II.3.1. Dispositif expérimental et conduite de l'essai

L'essai est réalisé en bloc aléatoire complet avec 3 répétitions. 15 pots (unité expérimentale) ont été obtenus contenant chacun deux plantules. Les blocs sont distantes de 10 cm les uns des autres (Figure II.4). Les plantules sont irriguées régulièrement selon leur besoin par l'eau de robinet.



Figure II.4: dispositif expérimental (Originale, 2015).

A partir du stade de deux feuilles nous avons procédé à l'application des différents traitements. Les plantules ont reçu les traitements par application foliaire (Figure II.5) aux doses respectives : **BIOF₁ (4 ml/l)**, **BIOF₂ (8 ml/l)**, **F₁ (5 ml/l)** et **F₂ (8 ml/l)**. Avec :

BIOF₁: biofertilisant à la dose D₁ : 4 ml/l

BIOF₂: biofertilisant à la dose D₂ : 8 ml/l

F₁: Fertiactyl à la dose 5 ml/l

F₂: bioradicante à la dose 8 ml/l

L'apport des traitements est appliqué chaque 15 jour durant toute la période d'étude, le bloc témoin a reçu une application foliaire à l'eau.



Figure II.5: Application foliaire des différents traitements (Originale, 2015).

II.3.2. Évaluation de l'effet des traitements sur les paramètres morphologiques

Après le premier apport de 24H, 48H, 72H, 7J et après le 2^{ème} apport 30J de traitement, la production de la phytomasse (croissance foliaire et croissance en longueur des plants) du pois chiche sous l'effet des différentes préparations a été estimée jusqu'à la nouaison.

Ainsi pour la croissance en longueur des tiges des plants, les plantes sont ajustées à une règle. Également, nous avons procédé un comptage du nombre feuilles de chaque plante jusqu'à la nouaison.

II.4. Analyses statistiques des résultats

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (types de traitements, croissance en longueur, nombres de feuilles et périodes d'exposition), 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 certains cas, une transformation logarithmique a été nécessaire afin de normaliser cette distribution. 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 le modèle linéaire global (G.L.M.). Par exemple, si on désire connaître l'effet des facteurs A, B et C et seulement l'interaction entre A et C, il suffit de sélectionner explicitement ces 4 catégories. Le déroulement des tests a été réalisé par le logiciel SYSTAT vers. 7, (SPSS 2009).

Chapitre III :

Résultats et discussions

III.1. Effet de la fertilisation chimique et biologique sur les paramètres de croissance végétative

La croissance verticale est une mesure utile pour vérifier la croissance des plantes durant une période donnée. Aussi, durant les semaines de croissance, les plantes développent un nombre considérable de feuilles. Ces données sont intéressantes pour suivre l'évolution de la croissance durant la période de développement. Elle permet de vérifier si une plante croît davantage en début ou en milieu ou en fin de culture.

De ce fait, l'effet de l'application des différents types d'apport nutritif chimiques et biologiques sur la croissance végétative du pois chiche (la longueur de la tige et le nombre des feuilles).

III.1.1 Effet de la fertilisation chimique et biologique sur la longueur des tiges du pois chiche:

Les résultats portant sur la variation temporelle de la hauteur et la croissance verticale du pois chiche en fonction des différents types d'apports nutritifs sont représentée sur la figure III.1.

Il apparaît, d'une part, que la croissance verticale (hauteur des tiges) est dépendante du type de l'apport nutritif. D'autre part, le facteur temps semble avoir un effet positif sur l'augmentation de la hauteur des tiges du pois chiche.

En effet, au niveau des résultats de développement végétatif aucun effet significatif n'a été noté lors de la mesure de la hauteur des plantes pulvérisées par les différents apports nutritif que ce soit biologiques ou chimiques (le fertilisant 1 à la dose 5 ml/l, le fertilisant à la dose 8 ml/l 2 ; le biofertilisant à la dose D_1 : 4 ml/l ; le biofertilisant à la dose D_2 : 8 ml/l). Car une augmentation de la longueur des tiges a été enregistré après 24h d'application et jusqu'à 7J.

Après le 7^{ème} jour, on note une différence remarquable de la croissance des tiges du pois chiche en fonction du type d'apport nutritif. En effet à la quatrième et dernière date d'échantillonnage les plantes traités avec le biofertilisant à la dose 1 et la dose 2 étaient significativement plus grande (40 cm) que celle traités avec les fertilisants chimiques qui ont gardé une hauteur constante (20 cm) jusqu'à la fin de l'essai.

Le témoin à enregistré une nette augmentation de la croissance des tiges durant toute la période d'étude.

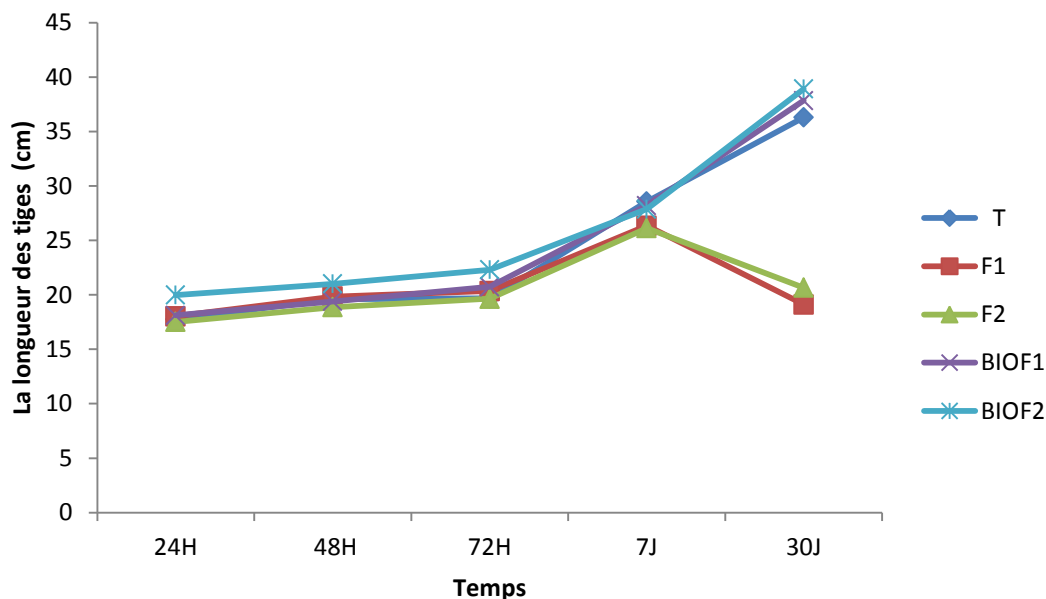


Figure III.1 : Évolution temporelle de la longueur des tiges sous l'effet des différents apports nutritifs

T : Témoin, F1 : fertilisant 1 à la dose 5 ml/l, F2 : fertilisant à la dose 8 ml/l 2 ; BIOF₁ : biofertilisant à la dose D₁ : 4 ml/l ; BIOF₂, biofertilisant à la dose D₂ : 8 ml/l.

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.) pour étudier la variation temporelle de la croissance verticale (longueur des tiges) des plants de pois chiche en fonction des différents types d'apports nutritifs chimiques et biologiques. L'ensemble des résultats d'analyses est présenté dans le tableau III.1 et la Figure III.2.

Tableau III.1 : G.L.M. appliqué aux essais de l'effet temporel des différents types d'apports nutritifs chimiques et biologiques sur la longueur des tiges du pois chiche.

Source	Somme des carrés	DDL	Moyen des écarts	F-ratio	P
Types d'apport nutritifs	373,568	4	468,045	8,688	0,003**
Temps	576,40	4	144,10	8,60	6,652x10 ⁻⁴ ***

N,S,: non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le tableau ci-dessus indique que la nature des apports nutritifs (biologique et/ou chimique) génère un effet significatif sur la variabilité de la longueur des tiges (F-ratio=8,688; $p=0,003$; $p<0,01$). En revanche, le facteur temps après l'application révèle l'existence d'une différence hautement significative sur la croissance en longueur des tiges (F-ratio=8,60; $p=6,652 \times 10^{-4}$; $p<0,001$).

Les différents types d'apports nutritifs (biologiques et chimiques) ne présentent pas le même effet sur la longueur des tiges du pois chiche. Le biofertilisant avec ses deux doses montrent toutes les deux un effet positif sur la longueur des tiges du pois chiche en comparaison avec l'effet des fertilisants chimiques (F1 et F2) qui n'ont pas été supérieures au témoin (Figure III.2.).

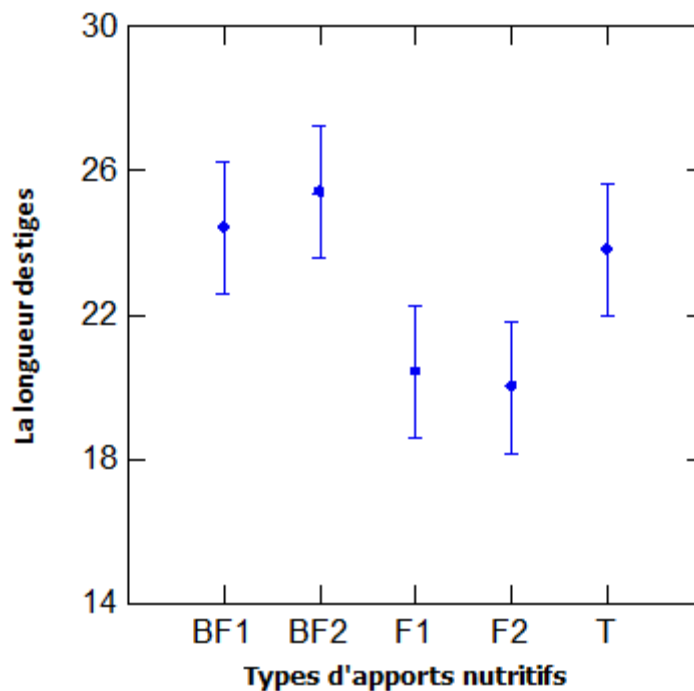


Figure III.2. : Effet comparé des différents types d'apports nutritifs (biologiques et chimiques) sur la longueur des tiges du pois chiche.

T : Témoin, F1 : fertilisant 1 à la dose 5 ml/l, F2 : fertilisant à la dose 8 ml/l 2 ; BIOF₁ : biofertilisant à la dose D₁ : 4 ml/l ; BIOF₂ : biofertilisant à la dose D₂ : 8 ml/l.

L'efficacité temporelle des différents types d'apports nutritifs appliqués désigne une différence hautement significative sur la croissance verticale des tiges du pois chiche durant la période d'investigation. La lecture de l'augmentation de la hauteur des tiges en fonction du temps après application des biofertilisants et des fertilisants chimique laisse prétendre

que le biofertilisant à la dose D_1 : 4 ml/l et biofertilisant à la dose D_2 : 8 ml/l semblent avoir un effet dès les premières 24h et qui s'est maintenu jusqu'à 72h et qui s'est démarqués des autres produits à 30J.

Alors que les fertilisants chimiques sont moyennement efficace de 24H à 7J mais qui perdent sensiblement leur effet à 30J après application (Figure III.3.).

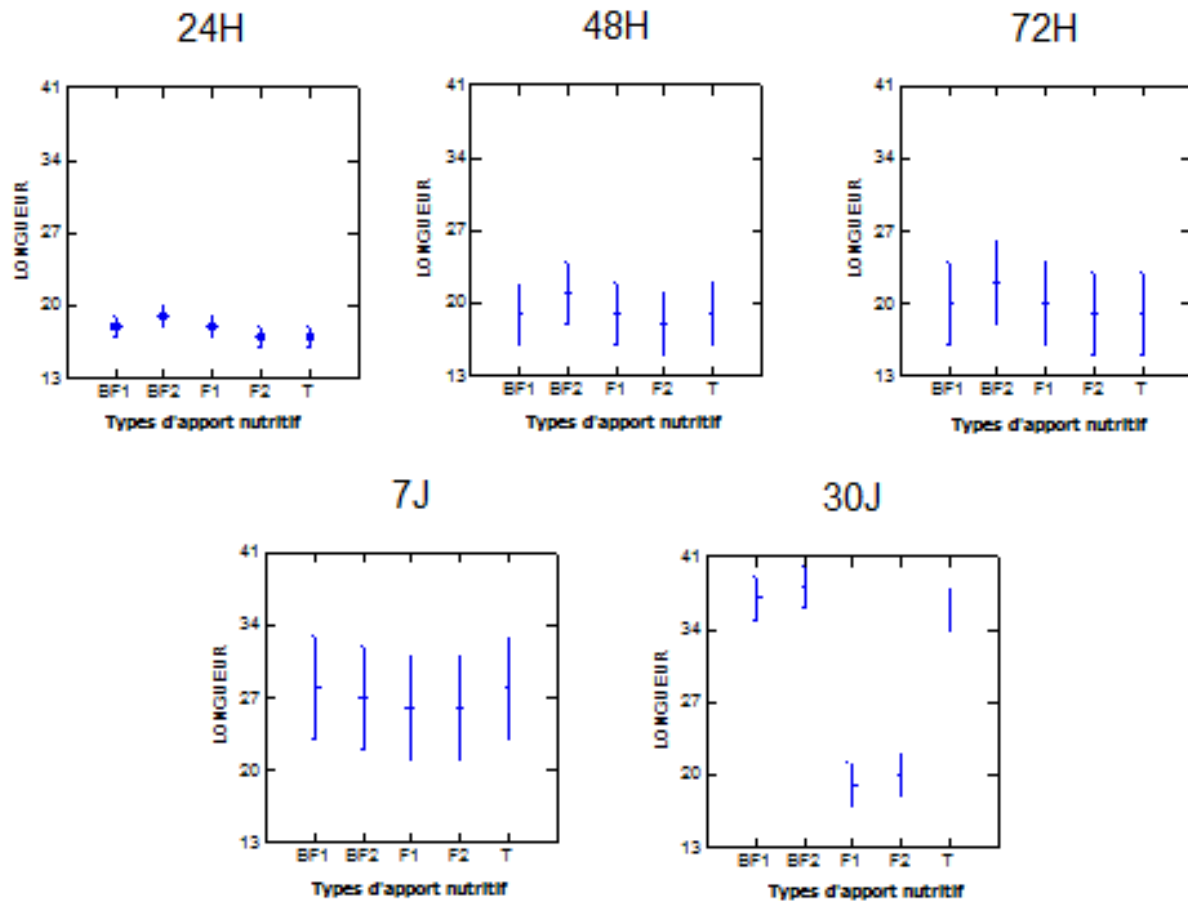


Figure III.3. : Effet comparé de la longueur des tiges du pois chiche à l'égard des différents types d'apport nutritif (Après 24h, 48h, 72h, 7J et 30J).

T : Témoin, F1 : fertilisant 1 à la dose 5 ml/l, F2 : fertilisant à la dose 8 ml/l 2 ; BIOF₁: biofertilisant à la dose D_1 : 4 ml/l ; BIOF₂, biofertilisant à la dose D_2 : 8 ml/l.

III.1.2. Effet de la fertilisation chimique et biologique sur le nombre des feuilles du pois chiche:

Les résultats portant sur la variation temporelle du nombre des feuilles du pois chiche en fonction des différents types d'apports nutritifs sont représentée sur la figure III.4.

Il semble, d'une part, que le développement foliaire (nombre de feuilles) est dépendant du type de l'apport nutritif. D'autre part, le facteur temps paraît avoir un effet positif sur l'augmentation du nombre de feuilles du pois chiche.

En effet, au niveau des résultats du développement foliaire aucun effet significatif n'a été noté lors du dénombrement des feuilles des plantes traités par les différents apports nutritif que ce soit biologiques ou chimiques (le fertilisant 1 à la dose 5 ml/l, le fertilisant à la dose 8 ml/l 2 ; le biofertilisant à la dose D_1 : 4 ml/l ; le biofertilisant à la dose D_2 : 8 ml/l). Car une augmentation du nombre de feuilles a été enregistré après 24h d'application et jusqu'à 72h pour l'ensemble des applications.

Dès le 3^{ème} jour, on note une différence significative du nombre de feuilles du pois chiche en fonction du type d'apport nutritif. En effet, à partir de la troisième et jusqu'à la dernière date de dénombrement les plantes traités avec le biofertilisant à la dose 1 et la dose 2 avait le nombre de plus important de feuilles (25 feuilles) que celle traités avec les fertilisants chimiques (12 feuilles) jusqu'à la fin de l'essai. Le témoin reste plus efficace que les fertilisants chimiques avec un nombre de feuilles plus important que les fertilisants chimiques et moins important que les biofertilisants.

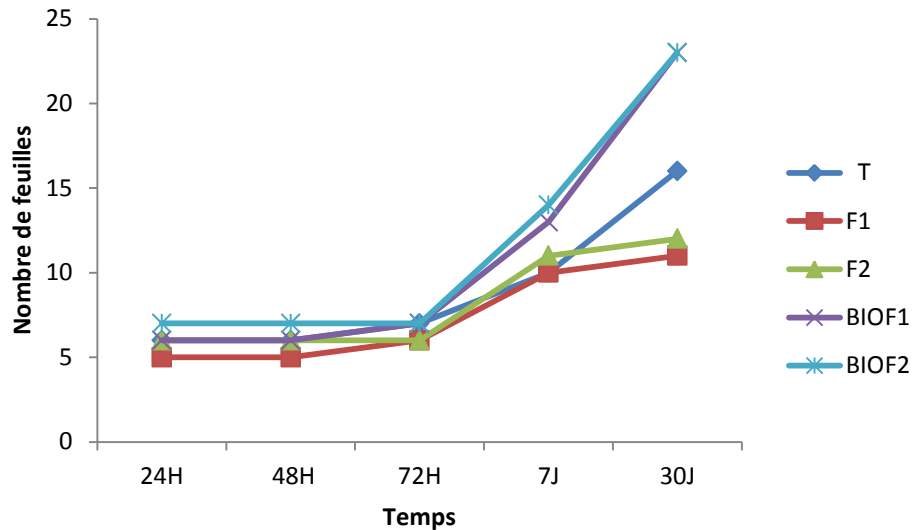


Figure III.4.: Évolution temporelle u nombre des feuilles sous l’effet des différents apports nutritifs

T : Témoin, F1 : fertilisant 1 à la dose 5 ml/l, F2 : fertilisant à la dose 8 ml/l 2 ; BIOF₁: biofertilisant à la dose D₁ : 4 ml/l ; BIOF₂: biofertilisant à la dose D₂ : 8 ml/l.

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.) pour étudier la variation temporelle du développement foliaire (nombre de feuilles) des plants de pois chiche en fonction des différents types d’apports nutritifs chimiques et biologiques. L’ensemble des résultats d’analyses est présenté dans le tableau III.2 et la Figure III.5.

Tableau III.2 : G.L.M. appliqué aux essais de l’effet temporel des différents types d’apports nutritifs chimiques et biologiques sur le nombre de feuilles du pois chiche.

Source	Somme des carrés	DDL	Moyen des écarts	F-ratio	P
Types d’apport nutritifs	64,96	16,24	4	2,97	0,05*
Temps	467,76	4	116,94	21,40	2,924x10 ⁻⁰⁶ ***

N,S,: non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le tableau ci-dessus indique que la nature biologique et chimique des apports nutritifs engendre un effet significatif sur la variabilité du nombre de feuilles du pois chiche. (F-ratio=2,97; p=0,05; p<0,05). En revanche, le facteur temps après l’application révèle

l'existence d'une différence hautement significative sur le nombre de feuilles (F-ratio=21,40; $p=,924 \times 10^{-06}$; $p < 0,001$).

Les différents types d'apports nutritifs (biologiques et chimiques) ne présentent pas le même effet sur le nombre de feuilles du pois chiche. Le biofertilisant avec ses deux doses montrent un effet positif sur le nombre de feuilles du pois chiche en comparaison avec l'effet des fertilisants chimiques (F1 et F2) qui n'ont pas été supérieures au témoin (Figure III.5).

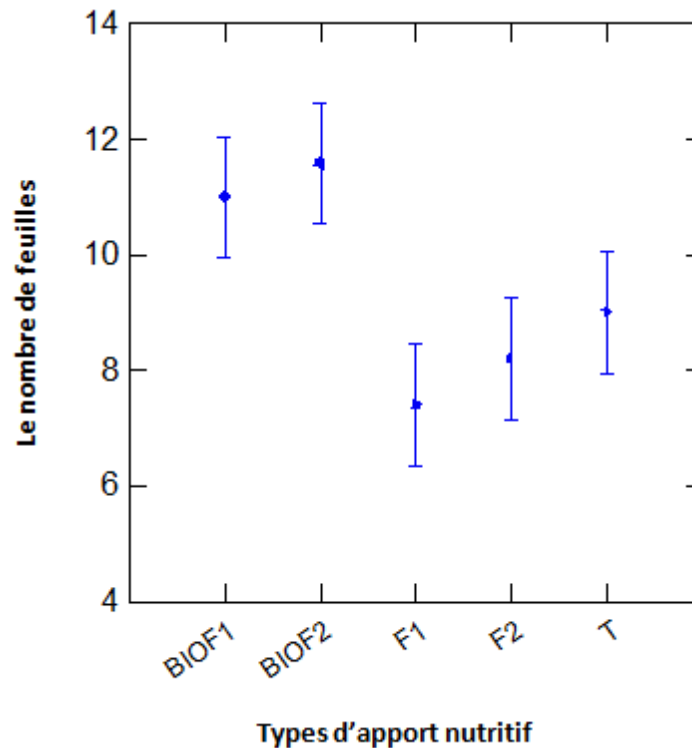


Figure III.5. : Effet comparé des différents types d'apports nutritifs (biologiques et chimiques) sur la longueur des tiges du pois chiche.

T : Témoin, F1 : fertilisant 1 à la dose 5 ml/l, F2 : fertilisant à la dose 8 ml/l 2 ; BIOF₁ : biofertilisant à la dose D₁ : 4 ml/l ; BIOF₂ : biofertilisant à la dose D₂ : 8 ml/l.

L'efficacité temporelle des différents types d'apports nutritifs appliqués désigne une différence hautement significative sur le développement foliaire du pois chiche durant la période d'étude. Le décryptage des résultats de l'augmentation du nombre de feuilles en fonction du temps après application des biofertilisants et des fertilisants chimiques laisse conclure que le biofertilisant à la dose D₁ : 4 ml/l et biofertilisant à la dose D₂ : 8 ml/l semblent avoir un effet dès les premières 24h et qui persiste jusqu'à 72h et qui s'est démarqués des autres apports à 30J.

Alors que les fertilisants chimiques sont moyennement efficace sur le développement foliaire de 24h à 7J mais qui perdent sensiblement leur effet à 30J après application (Figure III.6).

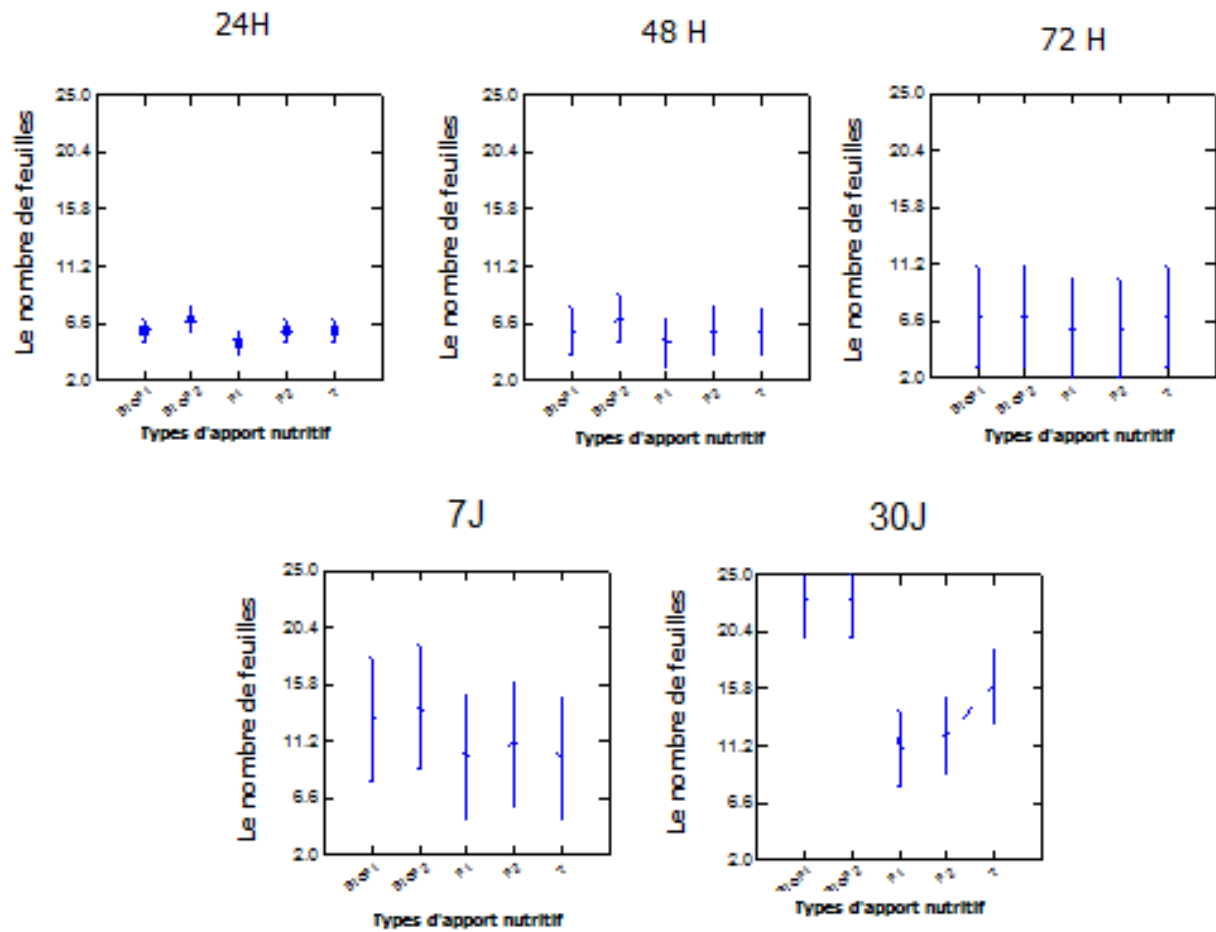


Figure III.6. : Effet comparé du nombre des feuilles du pois chiche à l’égard des différents types d’apport nutritif (Après 24h, 48h, 72h, 7J et 30J).

T : Témoin, F1 : fertilisant 1 à la dose 5 ml/l, F2 : fertilisant à la dose 8 ml/l 2 ; BIOF₁: biofertilisant à la dose D₁ : 4 ml/l ; BIOF₂: biofertilisant à la dose D₂ : 8 ml/l.

III.2. Discussions générales

A travers cette étude, nous avons tenté de mettre en évidence l'efficacité de deux fertilisants chimiques et d'un biofertilisant à base de lombricompost à deux doses sur la croissance verticale (la longueur des tiges) et sur le développement foliaire (nombre de feuilles) du pois chiche.

Afin d'éviter que les sols ne s'appauvrissent, il est nécessaire de compenser les prélèvements en éléments nutritifs par la culture précédente ou ceux lessivés par les pluies. L'objectif de la fertilisation est d'approcher le meilleur rendement, la meilleure qualité tout en préservant l'environnement dans des conditions économiquement acceptables (Haouala et *al.*, 2007).

La fertilisation est l'ensemble des techniques agricoles consistant à apporter à un milieu de culture, tel que le sol, les éléments minéraux nécessaires (matières fertilisantes) au développement de la plante (Christian Schwartz et *al.*, 2005)

Comme toute activité humaine, l'utilisation inconsidérée de fertilisants peut avoir un impact sur l'environnement. L'avantage des fertilisants, qui est d'apporter des éléments nutritifs à la plante, peut alors se transformer en risque pour l'environnement (Bazzine, 2009).

La fertilisation en agriculture biologique fait appel à des substances d'origine organique, animale ou végétale et à quelques minéraux. Cette fertilisation doit également prendre en compte l'environnement et les pratiques agricoles adaptées, par exemple par un recours systématique à la rotation des cultures (Adabio, 2004).

Les producteurs sont de plus en plus incités à opter pour des pratiques de production durables. Parmi les saines pratiques de gestion, ils ont maintenant accès, entre autres, à un vaste choix de produits appelés biofertilisants (Balesdent, 1996).

Les résultats obtenus dans notre étude montrent globalement la présence des différences hautement et très hautement significatives entre les différents types d'apports nutritifs et le facteur temps sur les paramètres de croissance végétatives à savoir: le nombre des feuilles et la longueur des tiges/plant.

Par ailleurs, la comparaison entre les différents types d'apports nutritifs (biofertilisant, fertilisants chimiques) a montré globalement que les meilleurs résultats ont été enregistrés au niveau des deux doses du biofertilisant en comparaison avec les deux fertilisants chimiques utilisées. Ainsi on peut tirer les conclusions suivantes :

Nos résultats sont en concordance avec plusieurs travaux qui montrent que les apports organiques ont un effet très important sur la croissance végétative chez les plantes cultivées. D'après Silguy (1998), la fertilisation a pour objectif de maintenir ou d'augmenter la fertilité des sols et leur activité biologique pour améliorer la croissance, la qualité des cultures et augmenter le rendement. Il s'agit de «nourrir le sol pour nourrir la plante» durant toute sa croissance, en privilégiant les engrais organiques qui sont transformés par les êtres vivants du sol avant d'être progressivement absorbables par les plantes. Selon Homedan et *al.*, (2006), la fertilisation organique favorise une bonne croissance des paramètres végétatifs (nombre et longueur des tiges, nombre des feuilles, surface foliaire).

Nos résultats rejoignent ceux de Berannikova et Melinkova (in Homedan et *al.* (2006) qui ont trouvé que la longueur et le nombre de tiges/plant, le nombre de feuilles /plant de la pomme de terre augmentent significativement avec l'augmentation des doses de compost organique appliquées au sol, car le biofertilisant appliqué à la dose D₂ : 8 ml/l a révélé un effet plus marqué que le biofertilisant à la dose D₁ : 4 ml/l. De ce fait la double dose du lombricompost est plus efficace par rapport à la dose D₁.

En fait, le biofertilisant apporté à différentes doses à nos plants de pois chiche, nous a prouvé qu'il s'agit d'un fertilisant organique très riche en azote, alors que ce dernier joue un rôle important pendant la croissance végétative des plantes. Cet élément favorise le développement du feuillage.

Selon Abd el monaim (1994) et Chibane (1999), l'azote joue un rôle important pendant la croissance végétative. Il favorise le bon développement de la plante. D'après Marti et Mills (2002), le taux d'azote a un effet significatif sur le rendement en feuille de la pomme de terre. Cet élément a un effet sur l'augmentation de l'indice foliaire et sur le taux de la photosynthèse chez cette plante.

Ainsi, une bonne nutrition assurée dans notre cas surtout par les deux doses du biofertilisant (biofertilisant à la dose D₁ : 4 ml/l et biofertilisant à la dose D₂ : 8 ml/l) qui ont

favorisé le développement des tiges et de feuillages ce qui a augmenté l'intensité de la photosynthèse.

CONCLUSION

Conclusion

A partir de cette investigation nous pouvons dégager les résultats suivants :

La croissance végétative (hauteur des tiges) et le développement foliaire (nombre de feuilles) sont dépendants du type de l'apport nutritif. D'autre part, le facteur temps semble avoir un effet positif sur l'augmentation de la hauteur et sur l'augmentation du nombre de feuilles des tiges du pois chiche.

Les plantes traités avec le biofertilisant à la dose 1 et la dose 2 étaient significativement plus grande (40 cm) que celle traités avec les fertilisants chimiques qui ont gardé une hauteur constante (20 cm) jusqu'à la fin de l'essai d'une part. D'autre part, une augmentation du nombre de feuilles chez les plantes traités avec le biofertilisant à la dose 1 et la dose 2 qui avait le nombre de plus important de feuilles (25 feuilles) que celle traités avec les fertilisants chimiques (12 feuilles) jusqu'à la fin de l'essai.

La lecture des résultats de la hauteur des tiges en fonction du temps après application des biofertilisants et des fertilisants chimique laisse prétendre que le biofertilisant à la dose D_1 : 4 ml/l et biofertilisant à la dose D_2 : 8 ml/l semblent avoir un effet dès les premières 24h et qui s'est maintenu jusqu'à 72h et qui s'est démarqués des autres produits à 30J. Alors que les fertilisants chimiques sont moyennement efficace de 24H à 7J mais qui perdent sensiblement leur effet à 30J après application.

Le témoin reste plus efficace que les fertilisants chimiques avec des longueurs de tiges et un nombre de feuilles plus important que les fertilisants chimiques et moins important que les biofertilisants

La nature biologique et chimique des apports nutritifs engendre un effet significatif sur la variabilité de la croissance végétative du pois chiche (longueur de tiges et nombres de feuilles).

D'autre part, face aux problèmes de sur fertilisation et dans le but d'éviter les risques de environnementaux le choix du biofertilisant (le lombricompost) à la D_2 : 8ml/l comme dose idéale ou convenable pour la fertilisation parait raisonnable dans notre cas.

Au terme de cette approche nous suggérons, d'entamer des études plus détaillée tel que le nombre de bourgeons floraux, la masse sèche de la partie aérienne, les analyses foliaires et l'estimation des modifications des concentrations des molécules phytochimiques, les analyses de sol. Aussi, étudié les données quantitatives d'apparence générale des plantes (La couleur du feuillage, Le port d'une plante, L'uniformité de la floraison et même prendre en considération les données quantitatives d'apparence générale du système racinaire aux différents stades phénologiques (La quantité de racine, La distribution des racines, La couleur et la qualité des racines).afin de rentabiliser l'utilisation du lombricompost comme biofertilisant en agriculture raisonnée.

ANNEXE

ANNEXE

Le ver de lombricompostage

On utilise pour le lombricompostage les lombriciens du groupe des épigés (Bouché, 1972).

1. Biologie

1.1. Origine

Les ancêtres des vers de terre actuels vivaient dans l'eau. Ils n'ont pu conquérir la terre ferme qu'à partir du moment où la végétation était présente parce qu'ils se nourrissent essentiellement de matière végétale en décomposition (Buch, 1991). Leur histoire remonte vraisemblablement au Précambrien, il y a environ, 700 millions d'années (Bouché, 1984). (Anonyme, 2009).

1. 2. Classification

Les vers de terre sont des invertébrés (animaux ne possédant pas de colonne vertébrale). Ils appartiennent à l'embranchement des Annélides (Tableau 1) - des vers segmentés - dont la principale caractéristique évolutive est un corps formé d'une série d'anneaux. Ces anneaux très apparents à la surface du corps correspondant à autant de cavités internes séparées, qui permettent d'effectuer des mouvements efficaces pour l'enfouissement dans le sol ou la vase et la nage. Les vers de terre sont dans l'ordre des Oligochètes des vers dont les soies sont de très petite taille qui comprend des vers terrestres et aquatiques. La famille des Lombricidés est la plus importante des Oligochètes et probablement la plus récente en terme évolutif de la classe (Edwards et Bohlen, 1996). Elle se compose essentiellement de vers terrestres. Elle comprend environ 220 espèces dont 19 sont communes en Europe et se sont répandues à travers le monde, principalement par l'action de l'homme (Edwards et Bohlen, 1996). La famille des Lombricidés se divise en plusieurs genres : *Lumbricus*, *Eisenia*, *Dendrobaena*, etc. (Anonyme, 2009).

Tableau 1: Classification de ver de terre

Embranchement	Annélides (8700 espèces)
Classe	Clitellates (3400 espèces)
Ordre	Oligochètes
Famille	Lombricidés
Genre	Lumbricus, Eisenia, Dendrobaena, Eudrilus
Espèces	<i>Lumbricus terrestris</i> <i>Eisenia faetida</i> <i>Dendrobaena veneta</i> <i>Eudrilus eugeniae</i>

Il est important de noter ici la distinction à faire entre la famille des Lombricidés et l'espèce *Lumbricus terrestris* (couramment appelée le lombric) dont nous parlerons plus loin. En effet la famille des Lombricidés comprend toutes les espèces de vers de terre et l'emploi du préfixe « lombric » pour faire un mot comme « lombricompostage » fait référence à l'utilisation de plusieurs espèces de vers de la famille des Lombricidés et non pas à la seule espèce du lombric (*Lumbricus terrestris*), laquelle est peu utilisée pour faire du compost (Anonyme, 2009) .

1.3. Espèces

L'identification des vers n'est pas facile parce que plusieurs espèces se ressemblent beaucoup extérieurement. Elle est faite à partir des spécimens adultes en déterminant le nombre de segments, et en procédant à l'examen détaillé des organes génitaux et d'autres caractéristiques anatomiques internes. L'identification précise requiert un examen approfondi de structures fines et doit être faite par un spécialiste. (Anonyme, 2009).

Parmi les nombreuses espèces de vers de terre (>200 espèces), une douzaine sont exploitées par l'homme et présentent un intérêt commercial important. Les vers de terre sont utilisés pour le compostage des déchets organiques, la production d'engrais et de fertilisants, la production de protéines et comme appâts pour les poissons par les pêcheurs sportifs. Les vers peuvent être l'objet d'une récolte en milieu naturel pour une mise en marché directe comme le commerce des appâts ou bien sont l'objet d'un élevage qui peut être très intensif comme le « vermicompostage » ou la production de protéines (Anonyme, 2009).

Les différentes espèces de vers vivent dans des niches écologiques différentes où elles réalisent aussi des fonctions différentes. Il en résulte que toutes les espèces de vers n'ont pas les mêmes besoins et ne survivent pas dans les mêmes conditions environnementales. Le choix des espèces pour une utilisation donnée est donc en fonction de certaines de leurs caractéristiques qui se prêtent bien à l'objectif poursuivi et aux conditions d'ambiance qui prévalent. Nous passons ici en revue des espèces qui présentent un intérêt commercial avec leur utilisation principale (Anonyme, 2009).

1.3.1. Lombric

Le ver de terre commun, le lombric, (*Lumbricus terrestris*) est d'une grande taille, il atteint de 10 à 15 cm et son poids est de 3,5 à 4,0 g. Il est utilisé principalement comme appât pour la pêche sportive. Il n'existe pas de production intensive du lombric parce que cette espèce demande trop d'espace pour en faire l'élevage. Le marché est plutôt approvisionné par une récolte organisée de ce ver en nature depuis les pâturages et terrains de golf. Il est recherché comme appât parce qu'il atteint une taille importante et résiste bien à l'empalement sur un hameçon et à l'immersion dans l'eau froide (Anonyme 11,2009).

1.3.2 Ver de fumier

Le ver de fumier (*Eisenia fetida*) est de petite taille, il ne dépasse pas 5 à 8 cm de longueur. Il ne peut survivre sans quantités suffisantes de matières organiques, c'est pourquoi on le retrouve seulement dans les tas de fumiers ou de compost et non pas dans les sols des jardins et des champs (Buch, 1991). On reconnaît facilement le ver de fumier à sa couleur rosée et à ses anneaux clairs, presque jaunes (Buch, 1991).

Il est communément utilisé pour les élevages à grande échelle en Amérique du Nord (Tomlin, 1981). Ces élevages intensifs sont pour le compostage des déchets organiques et la fabrication de protéines. Ce ver est très prolifique. Il se reproduit bien à des températures variant de 20 °C à 25 °C. Le ver du fumier est adapté pour exploiter les matières organiques en décomposition rapide telles que le fumier ou la végétation. Il vit en conditions de forte densité, ce qui signifie qu'il est possible d'en élever de grand nombre dans un espace restreint (Tomlin, 1981).

1.3.3 *Lumbricus rubellus*

Ce ver ressemble à *Eisenia fetida* par sa petite taille et parce qu'il absorbe aussi la matière organique en grandes quantités. On le différencie du ver de fumier par sa couleur rouge unie (Buch, 1991). Il vit directement à la surface du sol caché sous les feuilles. On l'utilise volontiers pour l'élevage.

1.3.4 Ver nocturne africain

Le ver nocturne africain (*Eudrilus eugeniae*) est de petite taille. Il est aussi l'objet d'une production intensive. Les conditions d'élevage et d'alimentation de cette espèce sont semblables à celle du ver du fumier (Tomlin, 1981). La température optimale d'élevage semble être d'environ 24 °C, mais il peut tolérer des températures variant de 20 °C à 26 °C. La croissance et la reproduction sont considérablement réduites à des températures inférieures à 20 °C (Tomlin, 1981).

1.3.5 Vers du jardin

Les vers du jardin (*Aporrectodea trapezoides*, *A. tuberculata*, *A. turgida*) peuvent aussi être utilisés comme appâts et s'élever dans des contenants (Tomlin, 1981).

1.3.6 *Eisenia hortensis* ou *veneta* ou *Dendrobaena veneta*

Cette espèce apparentée au ver du fumier décompose la matière organique en grande quantité, est très prolifique et s'élève en forte densité. Elle présente l'avantage d'avoir une taille intermédiaire entre le ver du fumier et le lombric qui permet d'en faire un ver d'appât acceptable par les pêcheurs. À la différence du lombric, *Dendrobaena veneta* se prête bien à l'élevage (Anonyme, 2009).

1.4 Écologie

L'omniprésence des vers dans le sol des jardins, des champs, des prairies et des forêts traduit une réussite écologique étonnante pour des animaux considérés par ailleurs comme « primitifs » ou « inférieurs » (Bouché, 1984).

Les vers décomposent la matière organique, aidés des bactéries et des champignons, conduisant à la libération d'éléments simples (azote, phosphore, potassium, etc.) directement assimilables par les plantes. Microorganismes et vers de terre jouent un rôle complémentaire dans la dégradation de la matière organique morte. Par ailleurs, le brassage de la terre que réalisent les vers, lequel s'accompagne de la formation d'humus (matière organique étroitement mêlée à la terre), joue un rôle essentiel dans la qualité des sols. Ils ont une fonction essentielle d'aération et de structuration des sols et contribuent fortement à la fertilité des milieux en transformant les déchets organiques (feuilles mortes, fèces d'animaux, etc.) en des composés directement assimilables par les plantes (Bouché, 1984).

Les vers de terre peuvent être employés pour traiter les déchets accumulés par l'homme tels que les ordures ménagères, les résidus agro-alimentaires et les boues de papeteries tout en produisant un terreau. Le vermicompost produit par les élevages de vers est très recherché par les producteurs de plantes.

Les vers sont des animaux aérobiques qui ont besoin d'oxygène pour vivre. N'ayant pas de poumons, ils absorbent l'oxygène et rejettent le CO₂ directement à travers la peau. Or, si le niveau d'oxygène baisse dans leur environnement, ils vont rechercher des conditions plus favorables.

Bien que les vers n'aient pas d'yeux, ils ont des récepteurs très sensibles à la lumière dans leur peau. Quand ils sont exposés à la lumière, ils cherchent à s'enfouir et ils ne vont ressortir qu'une fois l'obscurité revenue. La peau des vers est aussi très sensible au soleil et peut subir facilement une insolation.

1.5. Anatomie

Les vers de terre sont des animaux qui se distinguent par une anatomie allongée et circulaire. Ce sont des annélides ou vers annelés, dont le corps est constitué par un série

de nombreux anneaux successifs appelés les métamères (de 60 à 200), lesquels ont tous une anatomie à peu près semblable et se répétant régulièrement (Figure 1). La région antérieure est plus effilée et porte la bouche; alors que la région postérieure, parfois plus renflée et légèrement aplatie, porte l'anus. Seule la partie correspondante à la tête, c'est à dire le tiers avant du ver, où sont situés les organes génitaux, se distingue des autres segments du corps par des organes supplémentaires. Le renflement dorsal, ou clitellum, sécrète un cocon qui reçoit les œufs et les spermatozoïdes en période de reproduction. Les réceptacles séminaux et les orifices génitaux mâles et femelles sont situés entre le clitellum et l'extrémité antérieure. Les pores dorsaux et les soies sont présents sur chacun des métamères. La taille des vers de terre peut varier considérablement entre les espèces depuis quelques millimètres jusqu'à 3 mètres pour le ver de terre géant de l'Australie (Anonyme ,2009).

1.6 Physiologie

1.6.1 Respiration

Les vers de terre n'ont ni poumons ni branchies pour respirer. La prise d'oxygène se fait par toute la surface du corps grâce à la peau qui assimile directement l'oxygène dissous dans l'eau. C'est pour cette raison que les vers de terre doivent toujours maintenir leur peau humide. Ils se protègent du rayonnement solaire en se dissimulant dans la végétation et dans le sol et vont émerger à la surface seulement à la nuit venue comme le lombric. Si un ver est sorti de terre et exposé à la lumière solaire, il essaiera de se protéger du dessèchement qui entraîne la mort par des sécrétions d'un mucus protecteur.

1.6.2 La locomotion

Les deux couches musculaires qui enrobent le ver permettent une locomotion efficace. La musculature circulaire externe est responsable des contractions segmentaires et la musculature longitudinale, plus interne, permet l'allongement des segments. Les soies permettent l'accrochage à la paroi des terriers et le pore dorsal l'éventuelle évacuation rapide du liquide coelomique. Cet ensemble constitue un outil pneumatique remarquable, permettant la reptation par mouvement péristaltique. Le

travail musculaire est réglé segment par segment grâce à un chapelet de cavités étanches susceptibles de communiquer entre elles par des sphincters (Bouché, 1984).

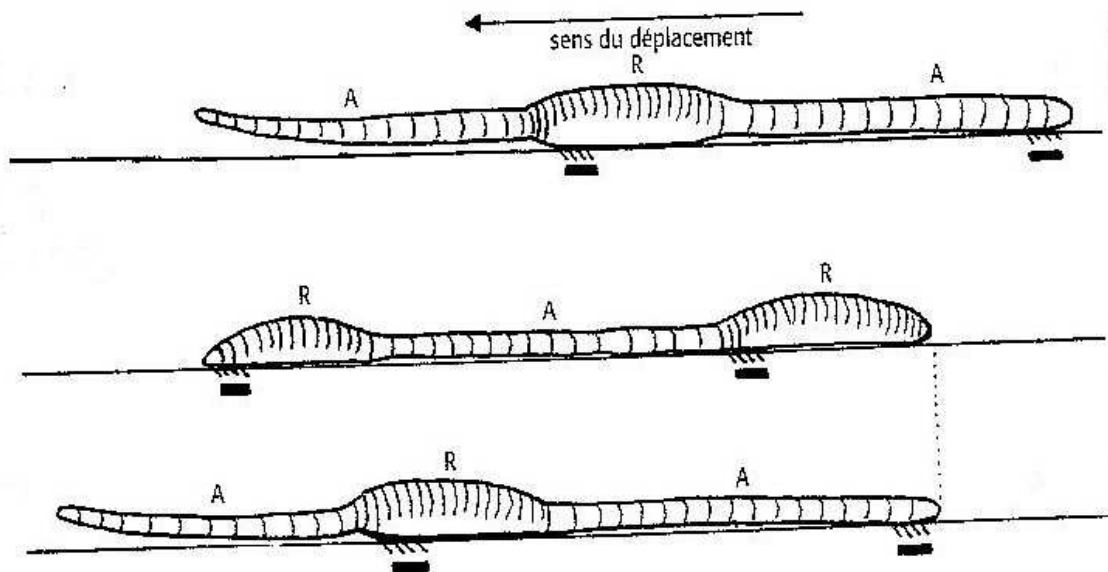


Figure 1 : Déplacement du ver de terre

A : Allongement R: Raccourcissement

(Extrait de la découverte du monde du vivant, R.Tavernier, BORDAS)

1.6.3. Reproduction

Ils se reproduisent rapidement et peuvent dans des conditions favorables, avoir une durée de vie supérieure à 600 jours. (Venter et al in Ouahrani, 2003). Ils peuvent atteindre sa maturité sexuelle observable au développement du clitellum, en 4 à 6 semaines, après l'éclosion (Fayolle, 1982 in Ouahrani ,2003).

La reproduction des cocons par *Eisenia fetida* est maximale les trois premiers mois de la vie adulte, et peut se poursuivre pendant au moins 500 jours. Après accouplement, le cocon se forme en 2 à 4 jours (Fayolle, 1982 in Ouahrani ,2003).

Les cocons, une capsule ayant la forme d'un citron et aux dimensions approximatives de 6 mm de longueur par 4 mm de largeur, qui contiennent les oeufs fécondés. Habituellement, les cocons éclosent au bout de 14 à 21 jours, quand les conditions sont favorables, et donnent de un à deux vers. Si les conditions de

température et d'humidité ne sont pas favorables les capsules demeurent intactes en attendant de meilleures conditions. Les capsules peuvent survivre à des conditions adverses de sécheresse et de chaleur où les vers ne survivraient pas.

1.6.4 Régénération

La grande capacité de régénération est un mécanisme de défense pour la survie. Le ver peut régénérer la partie postérieure de son corps qui a été sectionnée (Buch, 1991).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADABIO, 2004, - Pomme de terre, Fiche technique en agriculture biologique, 10 p.

ANONYME 1992. Termes de référence d'un plan d'action foncier pour la gestion durable des ressources naturelles. UPA/MDRH, Rép du Sénégal ,(s.d),4pp).

ANONYME,1992.lettre de politique générale du secteur éducation/formation. Gouvernement du Sénégal. Novembre1992,8pp).

ANONYME,1992.Adoption des accords sur l'environnement et le développement .programme action 21.conférence des nations unies sur l'environnement et le développement(CNUED).roi de Janeiro, 3-14juin 1992,540pp).

ANONYME,2009 - DADD- Direction de L'Aquaculture et de Développement Durable (Québec); Exploitation et élevage des vers de terre pour le marché des appâts vivants.14p.

ANONYME, 2010.WWW.aqmrc.org consulté le 01-11-2010.

ANONYME, 2011- REME - Réseau des Entreprises Maghrébine pour l'Environnement. Gestion de déchets Organiques : Valorisation des Déchets dans le Secteur Agroalimentaire au Maghreb.

AUBERT. C, 1992. Fabuleuses légumineuses avec 140 recettes traditionnelles. Edition Terre vivante. Paris. N p 251. P 104-105.

BALESDENT J., 1996, Un point sur l'évolution des réserves organiques des sols en France, INRA, Paris, pp 245-260.

BAZZINE M .,2009- contribution à l'étude des croûtes biologiques de quelque sols gypseux et salins du milieu saharien (cas de la cuvette de Ouargla), Mémoire de Magister en protection de l'environnement en zones arides, Université KASDI MERBAH, Ouargla,191p.

BUCH W., 1991- Le ver de terre au jardin. Arts Graphiques Européens. 124 p.

CHENNOUF S. et FOUGHALI M., 2009 - Contribution à un essai de valorisation, par compostage et lombricompostage, des ordures ménagères générées par une collectivité

estudiantine (Restaurant de la résidence universitaire Med Essadik Ben Yahia El khroub). Mémoires d'ingénieur d'état. Univ Mentouri CONSTANTINE.

CHIBANE A., 1999, Techniques de production de la pomme de terre au Maroc, Bull Transfert de Technologie, No 52, Rabat, 4p.

DAT, 2001, Guide de fertilisation des cultures, Agriculture Pêches et Aquaculture, Canada, 34p.

DJENNIDI, F., 2003. Étude d'une structure de peuplement pour l'amélioration du rendement de la culture du pois chiche dans la zone sub-humide. Céréaliculture revue technique et scientifique d'ITGCn 39.

DUKE, J.A., 1981. Handbook legumes of world economic importance Ed .Plenum press, New-York and London, 25p

DUPLESSIS J., 2002 - Le compostage facilité: guide sur le compostage domestique, NOVA Envirocom, Québec 110 P.

EL AOUFIR A., 2001. Étude du flétrissement vasculaire du pois chiche (*Cicer arietinum*) causé par le *Fusarium oxysporum f sp. Ciceri*. Evaluation de la fiabilité de l'analyse isoenzymatique et de la compatibilité végétative pour la caractérisation des races physiologiques. Thèse de doctorat, Université Lavai, P 161.

FAO, 1987. Guide sur les engrais et la nutrition des plantes. Bulletin FAO Engrais et Nutrition Végétale. Rome, 1987.

FAO, 1987. Thematic Evaluation of aquaculture. Joint study by UNDP, Norwegian Ministry of Development Cooperation, Rome, FAO, 85pp + annexes.

FAO, 1991. Les femmes dans le développement agricole/Plan d'action de la FAO; Rome.

FAO, 1996. Crues et apports. Manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et [sic].

FAO, 1998. Guidelines to Integrated Coastal Area Management and Agriculture, Forestry and Fisheries.

FAO/IFA, 2000. Stratégies en matière d'engrais. Rome, 2000. 106p.

FAYOLLE L., 1982 - Étude de l'évolution du système déchets-lombriciens-micro-organismes: perspectives appliquées. Thèse Doc.Ing. Université Claude Bernard, Lyon.130p

GOBAT J-M., ARAGNO M. ET MATTHEY W., 1998 - Le sol vivant. Lausanne: presse polytechniques et universitaires romandes. 519 p.

HAMADACH, 2001. La plantation de la culture de pois chiche dans les régions tropical et semi tropical. Rapport technique ITGC.

HAOUALA F., FERJANI H., BEN EL HADJ S., 2007: Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺ et Ca²⁺) et du chlore(Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais du chiendent. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 11(3).235-244.

HIRAOKA H., MISRA R. V., ROY R. N., 2005- Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole, FAO, Rome, 51P.

JIMENEZ-DIAZ R. M., TRAPERO-CASAS A., ET CABRERA DE LA COLINA J., 1989. Races of *Fusarium oxysporum f. sp. ciceri* infecting chickpeas in Southern Spain. Vascular Wilt Diseases of Plants. Rec. by Tjarnos E.C. et Beckman C. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, Vol H 28: 5 15-5 19.

KAOUANI, A., KHALDOUN, A., ET BELLAH. F., 2003. Sélection pour la résistance du pois chiche à la maladie du flétrissement *Fusarium oxysporum f. sp. Ciceri*. Céréaliculture revue technique et scientifique de ITGCn 40.

KEATING J. D. H.; ET COOPER P. J .M., 1983. Physiological and moisture use studies on growth and development of winter sown chickpeas Ascochyta blight and winter sowing of chickpea. Rev. World crops n° 9 : 141-157.

KICHOU, T. SH, 2003. Effet de la température sur la fixation et l'assimilation de l'azote chez le pois chiche. Céréaliculture revue technique et scientifique de ITGCn 40.

LABANOWSKI. J., 2004- Matière organique naturelle et anthropique : vers une meilleure compréhension de sa réactivité et de sa caractérisation, THESE de Doctorat en Chimie & Microbiologie de l'eau, Université de LIMOGES, LIMOGES,209 P.

LABDI, M., 1990. Chickpea in Algeria. 137-140p, in Saxina, N. P.; Saxina, M C.; Jouhansen, C.; Virmani, S M.; and Harris, H. Adaptation of chickpea in West Asia and North Africa region. ICARDA- ICRISAT. 262p.

LAUMONT, P.; CHEVASSUS, A., 1956. Note sur l'amélioration du pois chiche en Algérie. Institut agricole d'Algérie. Maison-carree Alger.24p.

M.A.D.R, 2015. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Direction des zones arides et semi-aride ; Services statistiques agricoles.

MARTI H.R. et MILLS A.H. 2002- Nitrogen and potassium affect yield, dry weight partitioning, and nutrient use efficiency of sweet potato.

MELAKHESSOU Z., 2007- Étude de la nuisibilité directe des adventices sur la culture de pois-chiche d'hiver (*cicer arietinum L.*) variété ILC 3279, cas Sinapis arvensis. Université El Hadj Lakhdar- Batna. Faculté des sciences ; Département d'Agronomie. Mémoire de Magister en sciences agronomiques.

MOUGHLI L, 2000-TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE, Les engrais minéraux caractéristiques et utilisations, N° 72, Rabat, 4P.

MUEHLBAUER, F.J., AND TULLU, A., 1998. *Cicer arietinum L.* In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York.

NAGAVALLEMMMA K.P., WANI S.P., STEPHANE L., PADMAJA V.V., VINEELA C., BABU R.M. AND SAHRAWAT KL., 2004 - Vermicomposting: Recycling wastes into valuable organic fertilizer. Global Themeon Agrecosystems Report no. 8. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 20 pp.

OUAHRANI G., 2003 - Les lombrotechniques appliquées aux évaluations et aux solutions environnementales .Thèse de doctorat Etat .Es Sci.Univ Mentouri. Constantine.221p.

PATANKAR A. G., 2000. Biochemical and Molecular analysis of the defense mechanism in chickpea against biotic stress. Thèse de Doctorat en Biotechnologie, université de Pune.

PETIT J. et JOBIN P., 2005, La fertilisation organique des cultures. FABQ, Québec, 49p.

PLANCQUAERT, PH., ET WERY J., 1991. Le pois chiche- Culture et utilisation. Brochure Ed. ITCF Paris France 1991, 11p.

POLHILL, R. M. 1994. Classification of the Leguminosae. Pages xxxv–xlvi in Phytochemical Dictionary of the Leguminosae (F. A. Bisby, J. Buckingham, and J. B. Harborne, eds.). Chapman and Hall, New York, NY.

POLHILL, R. M., AND P. H. RAVEN (EDS.). 1981. Advances in legume systematics, parts 1 and 2. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.

POLHILL, R. M., P. H. RAVEN, AND C. H. STIRTON. 1981. Evolution and systematics of the Leguminosae. Pages 1-26 in Advances in Legume Systematics, part 1 (R. M. Polhill and P. H. Raven, eds.). Royal Botanic Gardens, Kew, UK.

POLHILL, RM RAVEN PH AND STIRTON, CH,(1981), Evolution and système de légumineuses. In :advances in légume systematics, Eds Polhill,RM. And Royal P ,P. Botanic gardens,keus,UK.

RAJESH, P. N., 2001. Chickpea genomics: BAC library construction, Resistance gene analog (RGA) mapping and tagging double-podded trait. A thesis submitted to the University of Pune for the Degree of doctor of philosophy. Plant Molecular Biology Division of Biochemical Sciences National Chemical Laboratory Pune 411 008 (India). 144p.

REDDEN, R. J ET BERGER, J.D, 2007. History and origin of chickpea. Chickpea breeding and management. ISBN-13 : 978 1 846932145.

ROBERT M., 1996 - Le sol: interface dans l'environnement, ressource pour le développement. Masson, Paris, 244 p.

SAINT-PIERRE M.A., LAVERDERE M.R., PAGE F. & COTE L., 2010 - Transformation de Fientes de poulets et de résidus de scieries par le lombricompostage. Biocycle.pp : 65-69.

SAXENA, M. S., 1996. Chickpea in the WANA region: an overview. 3 - 11 p, in Saxina, N. P.; Saxina, M C.; Jouhansen, C.; Virmani, S M.; and Harris, H. Adaptation of chickpea in West Asia and North Africa region. ICARDA- ICRISAT. 262p.

SINGH K.B. ET DIWAKAR M., 1995 – Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. *Euphytica*. 73. pp : 137-149.

SMEESTERS E., 1993 - Le compostage domestique "comment transformer vos déchets organiques en mine d'or pour le jardin "bibliothèque nationale du Québec.

SOCO., 2009, Réduction du taux de matière organique, l'agriculture durable et la conservation des sols: Processus de dégradation des sols, N°: 3, 4p.

SOLTNER, 2005, Les bases de la production végétale: tome 1 le sol et son amélioration. , SOLTNER ,472 p.

TOMLIN AD., 1981- Élevage des vers de terre. Agriculture Canada. Canadex No 489. 4 pages.

VAN DER MAESEN L.J.G., 1987- Origin, history and taxonomy of chickpea. *In*: The chickpea (Eds.: M.C. Saxena and K.B. Singh). CAB International, London, UK.

VANIER, P., 2005 - Le pois chiche au fil du temps, Usages culinaires, Conservation, Jardinage biologique et Écologie et environnement. Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval.

WERY, J., 1986. Le pois -chiche - des possibilités à exploiter. *Rev. Cultivar* n° 199. :48-49.

YADAV S. S., REDDEN R. , CHEN W. AND SHARMA B., 2007. Chickpea breeding and management. Cambridge library of Congress. (Livre).

ZAGHOUANE, O., KADA, M. A. M., SIDENNAS. R., 1995. Les légumineuses alimentaires en Algérie: situation actuelle et perspectives. ITGC Editions El-Harrach – ALGER. 136p.

Abstract

EVALUATION OF THE EFFECT OF TWO CHEMICAL FERTILIZERS AND A BIOFERTILIZER ON VEGETATIVE GROWTH CHICK PEAS

(*Cicer arietinum L.*)

Chickpea production in the Mediterranean regions is largely dependent on the availability of water and nitrogen. In these regions, the climate is characterized by low often poorly distributed rainfall and rapid mineralization of organic matter. To study the effect of different types of biological and chemical fertilizers on the vegetative growth parameters, in comparison with a control without any addition. The results showed that the biological and chemical fertilizers generate a significant effect on the variability of the vegetative growth of chickpea (stem length and number of sheets). The results of the increase in stem height in function of time after application of biofertilizer and chemical fertilizers allowed to claim the biofertilizer with dose D1: 4 ml / l and biofertilizer dose D2: 8 ml / l appear to have effect from the first 24H and which is maintained until 72H and which is distinguished from other products 30 Days . While chemical fertilizers are moderately effective after 24H and 7 Days but substantially lose their effect 30Day after application. The indicator remains more effective than chemical fertilizers with lengths of stems and a greater number of leaves that chemical fertilizers and less important as biofertilizers.

Key words. Chickpea, chemical fertilizer, biofertilizer, vermicompost, vegetative growth.

ملخص

تقييم تأثير نوعين من الأسمدة الكيماوية والتسميد الحيوي على النمو الخضري للحمص (*Cicer arietinum L.*)

إنتاج الحمص في مناطق البحر الأبيض المتوسط يعتمد إلى حد كبير على توفر المياه والنيتروجين في هذه المناطق، ويتميز المناخ بقلة سقوط الأمطار في كثير من الأحيان لسوء توزيعها وتمعدن السريع للمواد العضوية. لدراسة تأثير أنواع مختلفة من الأسمدة البيولوجية والكيماوية على معايير النمو الخضري، بالمقارنة مع الشاهد بدون أي إضافة. أظهرت النتائج أن الأسمدة البيولوجية والكيماوية يولد لها تأثير كبير على تباين في النمو الخضري للحمص (طول الساق وعدد الأوراق). نتائج الزيادة في ارتفاع طول الساق في مدة من الزمن بعد تطبيق التسميد الحيوي، والأسمدة الكيماوية يظهر بأن جرعة التسميد الحيوي، ذات تركيز: (4 مل / لتر) و جرعة التسميد الحيوي ذات تركيز: (8 مل / لتر) كان لها تأثير خلال ال 24 ساعة الأولى والتي حافظت عليه حتى 72 ساعة والتي به تميزت عن الأسمدة الكيماوية خلال 30 يوم. بينما الأسمدة الكيماوية هي فعالة بشكل معتدل خلال ال 24 ساعة وال 7 أيام لكن تفقد تأثيرها بشكل كبير بعد 30 يوم من التطبيق. و يبقى الشاهد أكثر فعالية من الأسمدة الكيماوية من ناحية أطوال السيقان وزيادة عدد الأوراق وأقل أهمية من الأسمدة الحيوية.

الكلمات الرئيسية. الحمص، الأسمدة الكيماوية، التسميد الحيوي، لمبريكمبوست، النمو الخضري.