

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'AGRONOMIE

# Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Production Végétale

Intitulé du thème :

**Effet de l'amendement organique à base de fientes,  
enrichis de microorganismes, sur la productivité du  
pois chiche (*Cicer arietinum*), dans un sol céréalier  
de la plaine de Sidi Bel Abbès.**

Présenté par : Mr Diallo Ahmadou

Mr

Soutenu le 6 juillet 2021

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Présidente de jury : Mme Ghomari Samia (M.C.A/UDL/SBA)

Examineur: Mr Reguieg Mohammed Mokhtar (M.A.A/UDL/SBA)

Promoteur : Mr Haddad Mostéfa (M.C.A/UDL/SBA)

Co-Promoteur: Mme Benmansour Fatima zohra (M.A.A/ITGC/SBA)

Invité : Mr Benmohra Ahmed Ingénieur agronome (représentant SAFIOR)

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « Juin »

## Remerciements

Je remercie en premier lieu le Seigneur Allah de m'avoir donné la force, le courage et la patience d'achever ce travail.

Je tiens à remercier vivement mon promoteur Mr Haddad Mostefapour l'aide qu'il a fournie et les connaissances qu'il a su me transmettre. Je le remercie également pour sa disponibilité et la qualité de ses conseils.

Je remercie également ma co-promotrice Mme Benmansour Fatima Zohra, directrice de l'ITGC-SBA pour les moyens mis à ma disposition et pour ses judicieux conseils.

Je désire aussi remercier les professeurs du département de Sciences de l'Agronomie, qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.

Je remercie cordialement tout le personnel de l'ITGC-SBA pour l'accueil et la disponibilité qu'ils m'ont accordé.

Je remercie Mme Ghomari Samia, pour l'honneur qu'elle m'a fait d'avoir accepter de présider le jury de ma soutenance.

Je remercie également Mr Rahmani Abdelkader d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

*N.B : M. Haddad M ,promoteur de ce mémoire adresse ses vifs remerciements à l'équipe technico-administrative de la SARL SAFIOR :*

*M. Sabeur Kaid, manager, M. Azzrou Hocine, gérant, et M. Benmohra Ahmed, responsable technique, pour leur contribution dans ce travail par la fourniture d'échantillons de Bacosol, et l'intérêt porté à cette étude.*

# TABLE DES MATIERES

## Partie I : synthèse bibliographique

### Chapitre I : le pois chiche

1.1. Règne et historique.....	1
1.2. Présentation de la culture.....	1
1.3. Importance agronomique.....	2
1.4. Production de pois chiche dans le monde .....	2
1.5. La production du pois chiche en Algérie.....	3
1.6. Types de pois chiche .....	4
1.7. La production du pois chiche dans la wilaya de Sidi Bel Abbés.....	5
1.8. Caractères botaniques .....	5
1.8.1. Les caractéristiques morphologiques.....	5
1.8.2. Les caractères physiologiques.....	7
1.8.2.1. La période végétative.....	8
1.8.2.2. La période de reproduction .....	8
1.9. Principales variétés de pois chiche cultivées en Algérie.....	8
1.10. Exigences pédoclimatiques de la plante.....	9

### Chapitre II : Le compostage

2.1. Historique .....	11
2.2. Définition .....	11
2.3. Processus du compostage .....	11
2.4. Compostage et organismes vivants .....	13

2.4.1. Les microorganismes.....	13
2.4.2. Les macroorganismes .....	13
2.5. Fientes de volailles .....	14
2.6. Le sol vivant .....	15

## **Partie II : partie expérimentale**

### **Chapitre III: Matériels et méthodes**

3.1. Matériels .....	16
3.1.1. Matériel végétal.....	16
3.1.2. Amendements.....	16
3.1.3. Site de l'essai .....	18
a. Climat.....	19
b. Caractérisation du sol.....	20
3.2. Méthode expérimentale.....	20
3.2.1. Dispositif expérimental.....	20
3.2.2. Opérations culturales effectuées.....	22
3.2.3. Observations et notations.....	23
3.3. Traitement des données.....	23

### **Chapitre IV : résultats et discussions**

3.3.1. Résultats.....	24
3.3.2 Discussions générales.....	36

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure n°1</b> : pois chiche (Larousse, 2021).....	1
<b>Figure n°2</b> : Evolution des superficies et des productions du pois chiche en Algérie.....	4
<b>Figure n°3</b> :Pois chiche de type <b>kabulietdesi</b> .....	4
<b>Figure n°4</b> :le pois chiche : <i>Cicer arietinum</i> .....	7
<b>Figure n°5</b> : Plante entière modèle du pois chiche.....	7
<b>Figure n°6</b> : Cycle végétatif du pois chiche.....	10
<b>Figure n°7</b> : Semence mère (FLIP 84 92 C).....	16
<b>Figure n°8</b> :Amendement organique ( <b>bacosol</b> ).....	18
<b>Figure n°9</b> : Dispositif expérimental au niveau de l'ITGC-SBA.....	21
<b>Figure n°10</b> :préparation des doses de l'urée et de l'amendement organique...	22

# LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau n°1</b> : Principaux pays producteurs de pois chiche dans le monde.....	3
<b>Tableau n°2</b> : Les superficies moissonnées et la production récoltée de pois chiche dans wilaya de sidi Bel Abbés.....	5
<b>Tableau n°3</b> : Caractéristiques des principales variétés de pois chiche cultivées en Algérie.....	9
<b>Tableau n°4</b> : Quantité d'êtres vivants intervenant pendant le processus de compostage .....	14
<b>Tableau n°5</b> : Caractéristiques physico-chimiques.....	18
<b>Tableau n°6</b> :Evolution de la moyenne des pluviométries sur 26 ans.....	19
<b>Tableau n°7</b> :résultats de l'analyse de variance du nombre de plants levée.....	24
<b>Tableau n°8</b> : Comparaison des moyennes selon le TEST de DUNNET seuil 5%.....	25
<b>Tableau n°9</b> : classement des traitements selon le TEST de NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%.....	25
<b>Tableau n°10</b> : résultats de l'analyse de variance du début de floraison.....	26
<b>Tableau n°11</b> : Comparaison des moyennes selon le TEST de DUNNET seuil 5%.....	27
<b>Tableau n°12</b> : classement des traitements selon le TEST de NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%.....	27
<b>Tableau n°13</b> :résultats de l'analyse de variance de la pleine floraison.....	28
<b>Tableau n°14</b> : Comparaison des moyennes selon le TEST de DUNNET seuil 5%.....	29

<b>Tableau n°15</b> : classement des traitements selon le TEST de NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%.....	29
<b>Tableau n°16</b> : résultats de l'analyse de la variance de la hauteur des plants.....	30
<b>Tableau n°17</b> : Comparaison des moyennes selon le TEST de DUNNET seuil 5%.....	31
<b>Tableau n°18</b> : classement des traitements selon le TEST de NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%.....	31
<b>Tableau n°19</b> :résultats de l'analyse de variance du nombre de plants avec gousses (nouaison).....	32
<b>Tableau n°20</b> : Comparaison des moyennes selon le TEST de DUNNET seuil 5%.....	33
<b>Tableau n°21</b> :classement des traitements selon le TEST de NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%.....	33
<b>Tableau n°22</b> : résultats de l'analyse de la variance de la nodulation.....	34
<b>Tableau n°23</b> : Comparaison des moyennes selon le TEST de DUNNET seuil 5%.....	35
<b>Tableau n°24</b> :classement des traitements selon le TEST de NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%.....	35
<b>Tableau n°25</b> : tableau synoptique des résultats statistiques.....	37
<b>Tableau n°26</b> : rendement grains.....	40
<b>Tableau n°27</b> :poids de cents grains (PCG).....	40
<b>Tableau 28</b> : résultats d'analyses de variance du rendement (nbre grain).....	42
<b>Tableau n°29</b> : résultats de l'analyse de la variance du PCG.....	45

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**ITGC** : Institut Technique des Grandes Cultures

**FAO** : Food and Agriculture Organization

**DSASI** : Direction des Statistiques Agricoles et Systèmes d'Information

**MADR** : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural.

## Résumé

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.

C'est dans ce cadre qu'un amendement organique est testé dans le but d'améliorer la qualité d'un sol céréalier en matière de fertilisation biologique et durable. L'installation durable de microorganismes stimulerait l'assimilabilité des éléments fertilisants par la culture du pois chiche, dont la productivité est recherchée, avec un calibre du grain de qualité. Cette parcelle ainsi amendée, doit servir de modèle de tête d'assolement, pour limiter l'emploi des engrais chimiques, à cause de leurs couts, et de leur effet néfastesur l'environnement. Les essais obtenus ont montré des résultats intéressants, malgré les conditions climatiques très défavorables, et ce pour les paramètres suivants : la levée, le début floraison, pleine floraison, la hauteur, la nouaison, et l'évaluation des nodules. Par contre à cause de la persistance de ces conditions climatiques extrêmes les résultats du rendement et du poids de cent grains n'ont pas été significatifs.

Mots clés : amendement biologique, microorganismes, pois chiche, production de qualité et quantité

## ملخص

وفي هذه المناطق، يعتمد إنتاج الحمص في مناطق البحر الأبيض المتوسط إلى حد كبير على توافر المياه والنيتروجين. يتسبب المناخ انخفاض هطول الأمطار، الذي غالباً ما يكون متوزعاً بضعف، والتمعدن السريع للمواد العضوية. وفي هذا السياق، يجري اختبار تعديل عضو يهدف لتحسين نوعية التربة الحيوية من حيث الإخصاب البيولوجي المستدام، ومنشآت التربة الكيميائية المستدامة للكائنات الحية الدقيقة. أن يحفز على سهولة الحصول على المواد الغذائية عن طريق زراعة الحمص، ويجب أن تكون هذه المؤامرة، التي تعدل بالتالي، التي تسبب إنتاجيته، مع وجود حجم محبوب بعالي الجودة. نموذج الارتفاع الدوران، للخدمة استخدام الأسمدة الكيميائية، بسبب تكاليفها، وتأثيرها الضار على البيئة. وأظهرت الاختبارات التي يتم الحصول عليها نتائج مثيرة للاهتمام، على الرغم من الظروف والمناخية غير المواتية للغاية، الظهور، المزهرة المبكرة، المزهرة الكاملة، الارتفاع، مجموعة الفاكهة، وتقييم العقيدات: للمعلمات التالية. ومناخية أخرى، وبسبب استمرار هذه الظروف والمناخية القاسية، لم تكن نتائجها ووزنات حبة كبيرة. التعديل البيولوجي للكائنات الحية الدقيقة والحمص نوعاً من الإنتاج الكمية: الكلمات الرئيسية

## **Abstract**

Chickpea production in Mediterranean regions is largely dependent on water and nitrogen availability. The climate in these regions is characterized by low and often poorly distributed rainfall and rapid mineralization of organic matter.

It is in this context that an organic amendment is tested with the aim of improving the quality of a cereal soil in terms of fertilization. The sustainable installation of microorganisms would stimulate the assimilability of fertilizing elements by a chickpea crop, for which productivity is sought, with the production of a quality grain size. This amended plot should serve as a model for the head of crop rotation, to limit the use of chemical fertilizers, because of their cost and environmental impact.

The tests obtained showed interesting results, despite the very unfavorable climatic conditions, for the following parameters: emergence, start of flowering, full flowering, height, fruit set, and evaluation of nodules. On the other hand, because of the persistence of these extreme climatic conditions, the results of the yield and the weight of one hundred grains were not significant.

Key words: amendment, microorganisms, chickpea, quality and quantity production.

## Introduction générale

Le développement des légumineuses alimentaires dans les systèmes de production et leur utilisation dans la population mondiale semblent être une des meilleures options qui peuvent améliorer le niveau de la sécurité alimentaire et nutritionnelle dans le monde. En effet, les légumineuses peuvent contribuer de manière significative à la sécurité alimentaire et à la santé humaine, ainsi qu'à la lutte contre la faim, la malnutrition et les défis environnementaux. Les légumineuses alimentaires constituent des aliments de qualité étant donné leur richesse en protéines et en éléments minéraux. Le pois chiche (*Cicer arietinum*L.), occupe une place importante dans l'alimentation humaine dans beaucoup de pays tels que l'Inde, le Pakistan, l'Algérie, l'Éthiopie, l'Iran, le Mexique, le Maroc, le Myanmar, l'Espagne, la Syrie, la Tanzanie, la Tunisie, et la Turquie (Upadhyaya, 2003).

Cependant 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.

Pourtant, la présence des légumineuses dans les systèmes de culture est une opportunité pour améliorer la fertilité des sols et les rendements des cultures.

Par leur capacité à fixer l'azote de l'atmosphère grâce au processus de la fixation symbiotique, les cultures légumineuses peuvent améliorer le bilan de l'azote dans les systèmes de cultures (Wani et al. 1995 ; Chalk, 1993 ; Chalk, 1998).

C'est dans cet objectif que nous avons réalisé cette étude au niveau de la ferme expérimentale de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC). Il s'agit de tester un amendement organique à base de fiente avicole, dans le but d'améliorer la qualité d'un sol céréalier en matière de fertilisation. L'installation durable de microorganismes stimulerait l'assimilabilité des éléments fertilisants par la culture de pois chiche, pour laquelle la productivité est recherchée, avec une production d'un calibre du grain de qualité améliorée.

# Partie I: Synthèse bibliographique

## Chapitre I : Le pois chiche

### 1.1. Règne et historique

Fruit d'une plante herbacée annuelle probablement originaire du Moyen-Orient, le pois chiche est un aliment important dans plusieurs pays, notamment en Afrique du Nord, en Inde, en Espagne et dans le Sud de la France. Les premières traces d'utilisation du pois chiche comme aliment datent depuis 7000 ans. Il semble qu'il aurait été utilisé pour la première fois sans la région méditerranéenne il y a 5000 ans, et en Inde il y a environ 4000 ans. Cette légumineuse était aussi appréciée des Grecs, des Égyptiens et des Romains. Par la suite, la culture du pois chiche s'est répandue à travers le monde grâce aux explorateurs Espagnols et Portugais et aux immigrants Indiens dans les régions subtropicales. Le terme latin « *Arietinum* » désignant le pois chiche signifie « petit bélier », et fait référence à la forme irrégulière du pois, comparée à la tête d'un bélier (QA international, 2006)

### 1.2. Présentation de la culture

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L) est une plante de la famille des Fabacées (légumineuse), voisine du petit pois mais d'un genre botanique différent. Il est cultivé dans les régions méditerranéennes et produit une graine comestible. Il est connu pour sa haute teneur en glucides assimilables et par son pourcentage élevé en protéines végétales



Figure n°1 : Plante de pois chiche (site web n°1)

### 1.3. Importance agronomique

Le pois est la troisième culture de légumineuses à grains la plus importante au monde après le haricot sec et le petit pois. Il représente 15% de la production mondiale totale de légumineuses à grains. La culture des pois chiches comporte plusieurs propriétés agronomiques qui sont bénéfiques aux systèmes culturaux (FAO, 2007).

Le pois chiche est une légumineuse présentant des nodosités racinaires hébergeant des bactéries qui ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique et de le restituer au sol. Cette symbiose avec *Rhizobium ciceri* enrichit le sol en azote, renforçant sa fertilité et améliorant les rendements (Plancquaert et Wery, 1991 in Merine Soumia., 2019).

### 1.4. Production de pois chiche dans le monde

Le pois chiche est cultivé dans les 5 continents et dans plus de 50 pays (FAO, 2015). Pendant les vingt dernières années, le pois chiche a été classé la troisième légumineuse à grains la plus cultivée dans le monde, après le haricot et le petit pois (FAO, 2015).

Les plus grands pays producteurs de cette espèce sont : l'Inde, l'Australie, le Myanmar (Ex Birmanie), l'Ethiopie, la Turquie, l'Iran, le Mexique, les Etats Unis d'Amérique et le Canada. L'Inde produit les 2/3 de la production mondiale. Il est le premier pays producteur, mais il en est aussi le plus gros importateur (Fabre, 2008 ; Ghosh et al., 2013 ; FAO, 2015 in Mahiout Djamel., 2017).

Les plus grands pays exportateurs sont : l'Australie, l'Inde, le Mexique, l'Argentine, l'Ethiopie, le Canada, les Etats-Unis d'Amérique, la République Unie de Tanzanie, les Emirats arabes unis et la Turquie, alors que les principaux pays importateurs sont l'Inde, le Bangladesh, l'Espagne, l'Algérie, les Emirats arabes unis et le Pakistan (FAO, 2015).

La production mondiale est composée à 85% du **type Desi** et à 25% du **type kabuli**.

Les pays du sous continent Indien et l'Australie produisent surtout le type Desi, alors que le reste des pays produisent le type Kabuli (Fabre, 2008).

Pays	Superficie (ha)	Production (tonnes)	Rendement (qx/ha)
Inde	9 927 000	9 880 000	9,953
Australie	507 800	629 400	12,395
Myanmar	384 212	562 163	14,631
Ethiopie	239 755	458 682	19,131
Turquie	388 169	450 000	11,593
Pakistan	949 513	399 030	4,202
Iran	594 489	261 616	4,401
Mexique	106 434	171 665	16,129
USA	85 834	127 369	14,839
Canada	66000	123 000	18,636

**Tableau n°1** : Principaux pays producteurs de pois chiche dans le monde (FAO, 2016)

### **1.5. La production du pois chiche en Algérie**

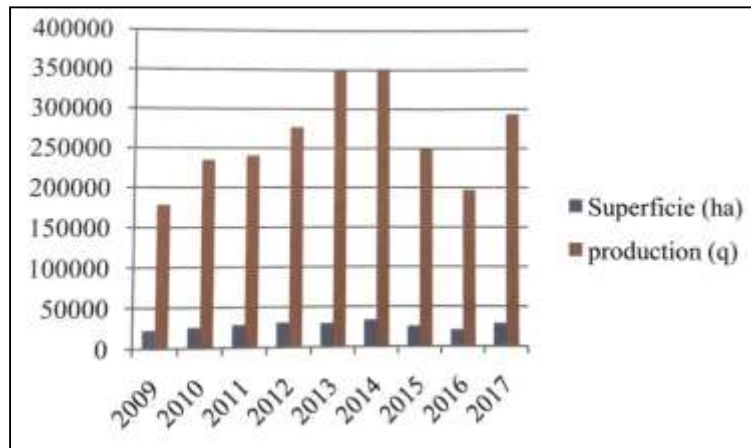
#### **- les principales zones de production du pois chiche en Algérie**

Quatre (4) zones principales sont caractéristiques de la production du pois chiche en Algérie :

- les plaines littorales et sublittorales, avec une pluviométrie de plus 600 mm/an.
- les plaines d'altitude avec une pluviométrie ne dépassant pas 400 a 300 mm/an
- les hautes plaines telliennes avec une pluviométrie entre 400 et 600 mm/an.
- les basses plaines telliennes (pluviométrie entre 400 et 500 mm/an) (GAID, 2015 in Zerrouki Assia et Saidi Fadila., 2017).

#### **- production en Algérie**

En Algérie, la culture du pois chiche occupe une superficie moyenne de 27000 ha, pour une production nationale qui oscille entre 17800 et 35000 tonnes par an (**figure n°2**) (DSASI, MADR, 2009-2017).



**Figure n°2 :** Evolution des superficies et des productions du pois chiche en Algérie

L'Algérie est contrainte d'importer annuellement des quantités importantes de pois chiche pour faire face aux besoins sans cesse croissants. L'accroissement des superficies et l'amélioration des rendements permettront une diminution de ces importations (ITGC., 2018)

### 1.6. Types de pois chiche

Deux groupes de pois chiche sont distingués : le type **kabuli** et le type **desi**

- **Type desi** : sont d'origine méditerranéenne, ils représentent 85 % du pois chiche cultivé, les graines sont généralement petites, de formes angulaires, de couleur foncées avec des fleurs roses.
- **Type kabuli** : ils sont originaire d'Inde, sont caractérisées par des graines grandes et lisses avec des fleurs blanches.



**Figure n°3:** Pois chiche de type **kabuli** et **desi** (site web n°2)

## 1.7. La production du pois chiche dans la wilaya de Sidi Bel Abbés

En 2015 la production du pois chiche a atteint 20185 quintaux avec une superficie de 1441 ha malgré l'évolution positive des productions (tableau n°2). Le rendement malheureusement reste toujours faible ne dépassant pas 14qx/ha.

Années	Pois chiche		
	Superficie Moissonnées, ha	Production Récoltée (qx)	Rendement en qx/ha
2012	1695	19662	12
2013	1413	16108	11
2014	1445	20679	14
2015	1441	20185	14

**Tableau n°2** :Les superficies moissonnées et la production récoltée de pois chiche dans wilaya de Sidi Bel Abbés (DSA, 2016).

Le tableau montre que la superficie la plus grande qui a été moissonnées durant les quatre années a été enregistrée en 2012 avec une valeur de 1695 ha.

## 1.8.Caractères botaniques

### 1.8.1. Les caractéristiques morphologiques

Le pois chiche est une plante annuelle autogame avec un port plus ou moins érigé et une taille de 30 à 80 cm selon la variété. C'est une espèce diploïde avec  $2n= 16$  chromosomes (Benzohra, 2015 in Zerrouki Assia et Saidi Fadila., 2017).

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 in Barouche Saida et Boularas Samia., 2015).

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 :

**La tige :**

Elles sont ramifiées, érigées ou étalées, parfois arbustives très ramifiées, de 0,2 à 1 m de haut, glandulaires pubescentes, de couleur olive, vert foncé ou vert bleuté (Muehlbauer et *al*, 1998).

**Les feuilles :**

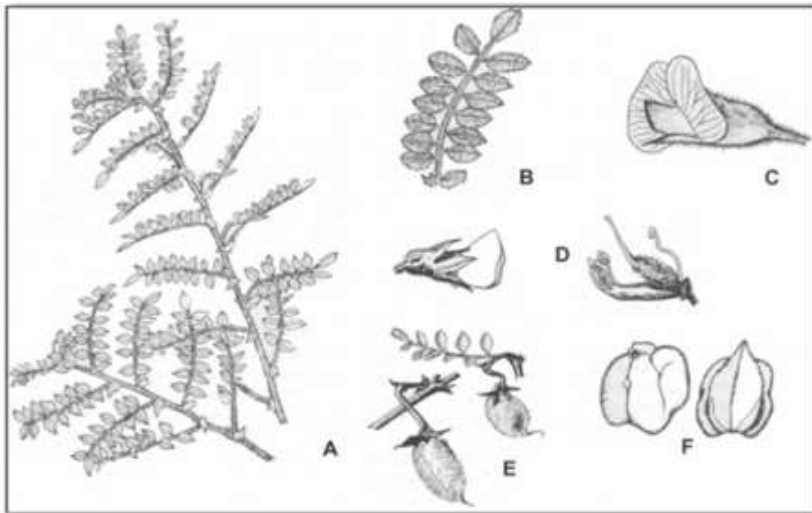
Ont la forme imparipennées, glanduleuses-pubescentes avec 3-8 paires de folioles et une foliole supérieure (rachis se terminant par une foliole) ; folioles ovales à elliptiques, 0,6-2,0 cm de long, 0,3-1,4 cm de large ; bord dentelé, apex acuminé à aristé, base cunéiforme ; stipules 2-5 dentées, stipules absentes (Muehlbauer et *al*, 1998).

**Les fruits :**

Gousse renflée rhomboïde-ellipsoïde de 12-35 mm x 8-20 mm, densément pubescente glanduleuse, à 1-2 (-4) graines. La graine est globuleuse à anguleuse ovoïde, de 5-14 mm x 4-10 mm, à rainure médiane et à bec bien distinct surplombant le hile, crèmes à brunes, vertes ou noires, surface lisse ou ridée, plantule à germination hypogée ; les deux premières feuilles sont écailleuses (Bouras, 2009 *in* Zerrouki Assia et Saidi Fadila., 2017).

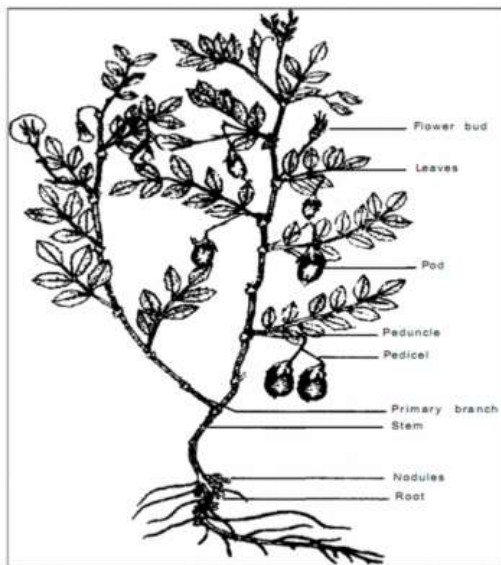
**La racine :**

Le système racinaire est robuste, jusqu'à 2 m de profondeur, mais la majeure partie ne dépasse pas 60 cm (Muehlbauer et *al*, 1998). Au niveau des racines on rencontre des nodosités qui contenant une bactérie (*rhizobium*) qui permettent la fixation de l'azote atmosphérique.



**Figure n°4:** le pois chiche : *Cicer arietinum*

Tige feuillue (A), feuille composée de 16 folioles (B), fleurs zygomorphes (C), étamines, pistil et ovaire (D), gousses en développement (E), graines (F). (Blumler., 1991).



**Figure n°5 :** Plante entière modèle du pois chiche (Singh et Diwakar, 1995).

### 1.8.2. Les caractères physiologiques

Le cycle végétatif du pois chiche compte deux périodes déterminées par des stades repérés correspondant à des changements notables dans l'allure du développement et au rythme de croissance qui sont :

### **1.8.2.1. La période végétative**

Cette période s'étend de la germination jusqu'à la ramification à l'apex initiale des nœuds à chaque nœud, il y a initiation d'une feuille (ITGC, 2001).

**La levée**, est l'apparition des plantes à la surface du sol. Elle peut être retardée par les basses températures, dans ce stade on observe l'apparition de la première feuille (Boussouar, 2007 *in* Zerrouki Assia et Saidi Fadila., 2017).

La ramification est marquée dès que la première tige se développe alors à partir d'un bourgeon de la base et les premières nodosités se forment, l'élongation des entre-nœuds se fait progressivement (Kechache., 2005 *in* Zerrouki Assia et Saidi Fadila., 2017).

### **1.8.2.2. La période de reproduction**

Selon Allali et *al*, (2007), le délai de la floraison a été déterminé en retenant le nombre de jours séparant le semis et celui où 50% de fleurs sont épanouies. Elle commence du nœud inférieur.

**La fructification**, concerne le début de formation de gousse ou bien l'apparition de fructification (transformation des fleurs en gousses) (Benguella *et al*, 2008 *in* Zerrouki Assia et Saidi Fadila., 2017).

**La maturité**, est définie comme étant le stade caractérisé par la chute des feuilles ; nécrose de l'extrémité de la gousse ; brunissement du point de jonction entre le grain et l'épicarpe de la gousse.

La durée de la période reproductrice est considérée comme étant le nombre de jours après l'apparition des premières fleurs jusqu'à la récolte finale (Kechache., 2005 *in* Zerrouki Assia et Saidi Fadila., 2017).

## **1.9. Principales variétés de pois chiche cultivées en Algérie**

L'utilisation de semences réglementaires est le facteur de production le plus facilement transférable en milieu producteur. Dans le cas des variétés de pois 1 chiche, le choix doit être orienté selon l'adaptation aux conditions agro-écologiques, la qualité culinaire recherchée et le potentiel productif de la variété.

Le **tableau n°3** présente quelques caractéristiques de variétés cultivées en Algérie.

	<b>Variétés</b>	<b>Type</b>	<b>Caractéristiques</b>
Variétés Locales	Ain Témouchent, Sebdou, Rabat 9	Kabuli	Port étalé, semi-précoce, sensible à l'antracnose et au flétrissement, faible productivité, a semé au printemps. Bonne valeur culinaire.
Variétés en multiplication	Chétoui 1 (ILC 32 79)	Gulabi	Port très érigé, hauteur élevée, tardive, tolérante à l'antracnose, sensible au flétrissement, bonne productivité, a semé en hiver. Valeur nutritive assez bonne.
	Beni Chougrane (FLIP 84-92C), Seraidi (FLIP 90-13C)	Kabuli	Port semi-érigé, semi-tardive, tolérante à l'antracnose, à semer en hiver.
	Oued Rhummel (Ghab 04), Ain zada (Ghab 05)	Kabuli	
Variétés nouvellement introduites	Souagui, Makerra, Béni Aziz, Béni Hamiden, El Ogbane, Tafna, Tikjda		

**Tableau n°3 :**Caractéristiques des principales variétés de pois chiche cultivées en Algérie (ITGC, 2018).

### 1.10. Exigences pédoclimatiques de la plante

#### Température

Le pois chiche est une plante rustique qui tolère les fortes températures avec un optimum compris entre 21 et 29°C pendant le jour et entre 15 et 21°C pendant la nuit. Les basses températures, inférieures à 5°C, inhibent la formation des gousses. Il ne tolère pas le froid, sauf les variétés dites « type hiver » qui peuvent résister à des températures allant jusqu'à -8°C, si elles sont à un stade très jeune, mais elles deviennent très sensibles dès le stade 3-4 feuilles et requièrent alors des températures plus élevées. Ceci permet d'envisager des semis d'hiver (de décembre à février) en zones peu gélives (ITGC., 2018).

## Sol

Le pois chiche est peu exigeant en qualité de sol, mais il ne tolère pas les sols hydromorphes ou mal drainés. Il tolère des pH allant de 6 à 9. Les sols calcaires sont à éviter, car ils donnent des graines dures qui cuisent mal (ITGC., 2018).

## Eau

Durant son cycle, les besoins en eau d'un plant de pois chiche varient entre 300 à 400 mm selon la période de semis et la nature du sol. Les racines du pois chiche peuvent chercher l'eau à 150 cm de profondeur (ITGC., 2018).



**Figure n°6** : Cycle végétatif du pois chiche (site web n°3)

## Chapitre II :Le compostage

### 2.1. Historique

Le compostage n'est pas une technique récente mais très ancienne pratiquée dès l'antiquité. Depuis des millénaires, les chinois ont rassemblé et composté toutes les matières organiques de jardin, des champs, de la maison y compris les matières fécales. Au Proche-Orient par exemple, une aire dépôt des déchets urbains était aménagée devant les portes de Jérusalem : certains déchets étaient brûlés et les autres compostés.

Aussi le mot « compost » vient du latin « *compositus* » qui signifie « composé de plusieurs choses ». Les romains appelaient ainsi les préparations de légumes et fruits avec des adjonctions d'huiles, de sel et d'autres adjuvants.

### 2.2. Définition

Le compostage est un processus biologique aérobie de dégradation de la matière organique qui conduit à l'élaboration d'une matière organique humifiée et stabilisée, appelé compost, valorisable en agriculture comme amendement ou engrais (Epstein., 1997 in A. de Guardia., 2018). Les matières concernées par le compostage peuvent être de multiples natures : boues de station d'épuration, déchets verts, ordures ménagères, et plus généralement tous les substrats organiques. Le processus est réalisé par une succession de micro-organismes qui évoluent dans le temps au fur et à mesure de la dégradation de la matière (A. de Guardia., 2018).

### 2.3. Processus du compostage

Le processus de compostage est traditionnellement divisé en 4 phases successives :

La phase mésophile, la phase thermophile, la phase de refroidissement et la phase de maturation. Au niveau des procédés, il n'est souvent fait référence qu'à deux phases :

- La phase active qui comprend les phases mésophiles, thermophiles et une partie de la phase de refroidissement ;
- Et la phase de maturation qui comprend la fin de la phase de refroidissement et la maturation (A. de Guardia., 2018).
- **La phase active** est une étape où la biodégradation est majoritaire. Elle correspond à la dégradation aérobie de la matière organique facilement

biodégradable. Elle s'accompagne d'une montée en température et de la prolifération de microorganismes. Elle est divisée en trois étapes successives.

- La première étape est de nature **mésophile** ( $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ) et est de l'ordre de quelques heures à quelques jours selon la nature de la matière organique à composter et/ou la méthode de compostage. Durant cette étape, les microorganismes endogènes au déchet dégradent la matière organique facilement métabolisable. L'énergie récupérée entraîne une multiplication des microorganismes dans le déchet, coupée à la synthèse et à la libération d'enzymes extracellulaires pour catalyser la dégradation de la matière organique difficilement dégradable (A. de Guardia., 2018).

- La deuxième étape, **thermophile**, peut durer plusieurs semaines. Les réactions de biodégradation aérobies de nature exothermique induisent un dégagement de chaleur qui conduit à un échauffement du déchet (Ryckeboer et al., 2003b in A. de Guardia., 2018). Il en découle une modification de la communauté microbienne de la phase mésophile qui est remplacée par des microorganismes thermophiles qui poursuivent la dégradation des substrats organiques. Cette augmentation de la température favorise la dégradation des composés complexes et permet l'hygiénisation du déchet (Ryckeboer et al., 2003b in A. de Guardia., 2018).

- **phase de refroidissement** qui termine la phase active du compostage. La durée de la phase de refroidissement est très variable puisqu'elle débute avec la chute de la température et se termine lorsque celle-ci est stabilisée à une valeur inférieure à  $40^{\circ}$  et que la consommation d'oxygène atteint une valeur faible (A. de Guardia., 2018).
- **La phase de maturation** est la dernière étape du compostage. C'est une étape de réarrangement de la matière organique résiduelle et d'humification des composés aromatiques et aliphatiques. La biodégradation y devient minoritaire alors que la biosynthèse de macromolécules devient majoritaire (A. de Guardia., 2018).

Le bon déroulement du compostage va dépendre de différents facteurs : composition du déchet, disponibilité en oxygène, taux d'humidité, température, pH, disponibilité et nature des nutriments. Ces différents facteurs lorsqu'ils sont optimisés assurent une croissance maximale des microorganismes. Il en résulte une dégradation intense et par conséquent une efficacité du processus de compostage optimal (Epstein, 1997 ; Trémier et al., 2005 in A. de Guardia., 2018).

## 2.4. Compostage et organismes vivants

Les êtres vivants actifs dans le processus de compostage sont de deux types : macro-organismes et micro-organismes.

### 2.4.1. Les microorganismes :

- **Bactéries** : de tailles et de formes variables (souvent filamenteuses). Elles restent actives durant tout le processus de compostage. Les bactéries digèrent les éléments facilement dégradables (protéines, acides aminées, sucres simples, amidon, chitine, etc.).

Les bactéries ont deux exigences pour se développer : la présence d'eau dans le sol et une température supérieure à 10°C.

- **Les champignons** : constituent le groupe le plus important des décomposeurs de la matière organique. Ils agissent surtout sur les matières organiques qui résistent aux bactéries. Les champignons ne résistent pas à une température supérieure à 50°C.

- **les actinomycètes** : ils agissent plus tardivement que le reste des microorganismes et se multiplient moins rapidement. Ils attaquent généralement les structures les plus résistantes comme la cellulose, l'hémicellulose et la lignine.

- **les algues** : elles se développent en surface en présence de lumière. Le rôle des algues est mal connu, mais leur importance dans l'évolution de la matière organique en milieu aérobie est sans doute faible (Mustin, 1987).

- **Nématodes** : ce sont les plus nombreux et les plus diversifiées de la faune du sol. Ils sont abondants en surface dans les sols riches en matières organiques assez humides et très actifs. Ils sont sensibles à la déshydratation : lorsque le taux d'humidité devient faible, ils sont capables de ralentir leur métabolisme.

### 2.4.2. Les macroorganismes :

Les macroorganismes sont très diversifiés dans le processus du compostage.

- **collembolés** : vivent dans les litières forestières et sont nombreux dans les composts riches en feuilles et en éléments ligneux (bois). Ils fragmentent les résidus organiques tout en se nourrissant des microorganismes, champignons, etc. présents sur leur surface.

**-les acariens :** ils font partie de la famille des Arachnides, ils mesurent moins de 2 mm. Les acariens oribates dégradent les feuilles mortes et le bois mort des litières forestières, en particulier les aiguilles de pin, ainsi que le mycélium des champignons. D'autres acariens, les gamasides, sont présents dans les paillis et compost et sont des prédateurs.

**-les larves d'insectes :** Les larves sont des asticots qui proviennent des œufs pondus par les femelles de différentes espèces. Ils sont très nombreux dans les litières forestières humides et les composts, ces décomposeurs dégradent en majorité les végétaux morts, les animaux morts, ou les excréments.

**Le tableau n°4** ci-dessous résume la quantité d'organismes que l'on peut trouver dans un kilogramme de compost

Types d'organismes vivants	Nombre par kilogramme de compost
Bactéries	De 1 milliards à 10 milliards
Actinomycètes	De 1 million à 100 millions
Champignons	De 10000 à 1 million
Algues	10 millions
Virus	Indéterminés
Protozoaires	Jusqu'à 5 milliards
Lombrics	Jusqu'à 1000
Collembole	10000
Autres insectes et larves	2000
Acariens	10000
Crustacés (cloportes)	Jusqu'à 1000
Gastéropodes (escargots, limaces)	20

**Tableau n°4 :** Quantité d'êtres vivants intervenant pendant le processus de compostage (Zeglels et Masscho., 1999).

## 2.5. Fientes de volailles

Les fientes de volailles sont des excréments purs de couleur brune, produits par les poules élevées sans litière (Gazeau et *al.*, 2012 in Bambara Cheick Aboubacar., 2017). Ces matières ne doivent donc pas être confondues avec les fumiers qui sont des produits mixtes issus des élevages sur paille. Ce sont des produits pâteux à secs dont la teneur en matière sèche, variable selon leur état de déshydratation, est au moins égale à 20 %. Selon Gomgimbou et *al.* (2016), les fientes de volailles constituent un excellent fertilisant organique pour les cultures et pourraient avoir le même impact que le fertilisant minéral NPK. En

effet, l'azote contenu dans les fientes de volailles est rapidement disponible pour la plante. Il en est de même pour les autres éléments fertilisants qu'elles contiennent. Elles sont à utilisées comme engrais riche en azote, en phosphore, en potassium et calcium avec un effet d'amendement basique sur le sol (Gazeau et *al.*, 2012 *in* Bambara Cheick Aboubacar., 2017). Beaucoup de recherches ont démontré que des apports de fientes de poules augmentaient les niveaux de matière organique, la capacité d'échange cationique, le nombre de microorganismes et leurs activités (Guidi et *al.*, 1988 ; MacLaren et Cameron, 1996 *in* Bambara Cheick Aboubacar., 2017).

## **2.6. Le sol vivant**

Le sol est la formation naturelle de surface à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche –mère sous jacente sous l'influence de divers processus, physiques, chimiques et biologiques. Défini aussi comme la partie superficielle de l'écorce terrestre fortement soumise à l'action des agents climatiques et colonisée par les êtres vivants. Ceux-ci, conjointement et lentement, la transforment par un ensemble de processus ou interagissent des phénomènes physiques, chimiques et biologiques. Par sa composition très particulière, le sol est composé de trois fractions, la fraction solide (constituants minéraux et organiques), la fraction liquide (solution du sol) et la fraction gazeuse ou atmosphère du sol (oxygène, azote et gaz carbonique) (Soltner, 1987 ; Beauchamp, 2003 *in* Boubrit Anissa., 2015).

Le sol joue un rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes terrestres. C'est une ressource importante qu'il convient de protéger compte tenu de l'accélération de sa dégradation liée, souvent, aux activités humaines. Le bio fonctionnement des sols regroupe un ensemble de fonctions assurées par les organismes vivants dans ce sol et qui sont en interaction avec les composantes physiques et chimiques de celui-ci, permettant la dynamique de la matière organique et de l'eau, ainsi que le recyclage des nutriments (Antunes et *al.*, 2008 ; Boudiaf Nait Kaci et al., 2014 *in* Boubrit Anissa., 2015).

## Partie II : partie expérimentale

### Chapitre III: Matériels et méthodes

#### 3.1. Matériels

##### 3.1.1. Matériel végétal

Le pois chiche : la variété utilisée ; Béni Chougrane d'origine FLIP 8492C ICARDA-Syrie fournie par la ferme expérimentale de l'ITGC de Sidi Bel Abbés, issue du matériel de la conservation de génotypes de pois chiche.



**Figure n°7** : semences mère (FLIP 84 92 C) (Diallo. A, ITGC, 2021)

##### 3.1.2. Amendements

- **amendement chimique** : l'engrais utilisé est un engrais simple azoté : l'Urée 46%. Il est utilisé lorsque les conditions pluviométriques sont favorables à la dose 100kg/ha, fractionné en 2 fois.

Dans notre essai le premier apport a été effectué le 18/03/2021 (39ème jour après semis), et le second apport le 04/04/2021 (56ème jour après semis).

- **amendement organique** :

Il est fabriqué sous licence (NF U44-051/[www.bacteriosol-sobac.com](http://www.bacteriosol-sobac.com)). et fourni par la SARL –SAFIOR (Es Sénia Oran). Le produit commercial est dénommé : Bacosol (Bactériosol par SOBAC- France). C'est un engrais organique naturel à base de fiente de volaille : fabriqué à partir de matières végétales en mélange avec du sulfate d'ammoniac, de matières végétales, de minéraux naturels et de végétaux naturels (paille ayant servi de litière en élevage avicole) compostés

avec des microorganismes spontanés de compost. Le produit est ensemencé par des microorganismes identifiés selon la technologie Marcel Mézyprotégée.

Donc le Bacosol est constitué d'un complexe de micro-organismes agissant à plusieurs niveaux :

- Les micro-organismes autotrophes fixent les éléments atmosphériques principalement le carbone et l'azote sous forme de matière organique qui servira d'éléments nutritifs pour la plante.
- Les micro-organismes décomposeurs qui transforment une partie de la matière organique et minérale du sol pour que ces éléments soient facilement assimilables par les plantes.
- Les micro-organismes humificateurs transforment la part non utilisée de la matière organique en humus celui-ci joue un triple rôle :
  - Un rôle d'aimant, adsorption des nutriments dans leur forme ionique, pour constituer et renforcer le complexe argilo-humique.
  - Un rôle dans le stockage de l'eau : augmentation de la capacité de rétention de l'eau du sol.
  - Un rôle de ressort pour améliorer la structure et l'aération du sol.
- Les micro-organismes communiquent avec les racines pour augmenter la zone de prospection rhizosphérique et permettent l'alimentation régulière de la plante en eau et en éléments nutritifs.

Ce produit organique est composé de 88% de matière sèche, 55% de matière organique, 2,5 % d'azote total, dont 1,4% d'azote organique non uréique sur produit brut ; C/N : 11 ; 0,5 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2% de K<sub>2</sub>O et 0,6 de MgO sur produit brut. (Source : analyse physico-chimique faite par SAFIOR, 2020)

Il s'utilise de 10 à 20 qx/ha en fonction de l'espèce cultivée, en phase des conditions de développement végétatif actif : après la levée ou le réveil végétatif: chaleur et humidité en cours d'augmentation.

Détermination	Unité
Masse volumique	820 g/l
pH	7.68
Matières sèches	68%
Matières organiques	28.5%
Azote total	28.6 g/kg
Calcium	18g/kg
Phosphore	11.4g/kg
Magnésium	5.2g/kg
Potassium	22g/kg

**Tableau n°5** : Caractéristiques physico-chimiques (novembre 2020) (site web n°4).

### Présentation du produit :

Sous forme de poudre, Voir figure n°6, Préparation des doses pesée (200g/m<sup>2</sup> soit 10Kg/parcelle élémentaire de l'essai).



**Figure n°8**: Amendement organique (**bacosol**)(Diallo. A, ITGC, 2021)

### 3.1.3. Site de l'essai

Notre essai a été mis en place au niveau de la ferme de démonstration et de production de semences de l'ITGC, elle est située à 4 Km, au Sud-Ouest de la ville de Sidi Bel Abbés, reliée par la route nationale n°7 (route de Tlemcen), à la limite des communes de Sidi Bel Abbés et de Sidi Lahcène.

## Les coordonnées géographiques :

- Longitude : 0°-38' Ouest
- Latitude : 35°11' nord
- Altitude : ville de Sidi Bel abbés : 486 m  
Monts de Tessalah : 530 m

### a. Climat

La majeure partie de la zone d'action de la ferme appartient à l'étage bioclimatique semi-aride, couverte par les isohyètes de 250 à 400 mm. Au nord, la plaine de Sidi Bel Abbés est située dans l'isohyète de 400 mm et plus, au sud et au niveau de la plaine de Telagh les isohyètes sont de l'ordre de 250 mm.

Dans la wilaya de Sidi Bel Abbes, la moyenne pluviométrique annuelle (selon Seltzer, le climat de l'Algérie) est de 395 mm, le climat est caractérisé par une sécheresse printanière au mois d'avril à mai et par une longue période de sécheresse estivale variant de 5 à 6 mois.

- La moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » est de l'ordre de 2°C.
- La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » est de 34°C.

Au cours des dernières décennies, la pluviométrie annuelle totale a diminué de presque 100 mm et les risques de sécheresse se font remarqués de plus en plus, ajoutés à cela les autres risques climatiques tels que le sirocco, les gelées, etc.

Saisons	Mois	Période Avant 1980	Moyenne (1980-2006)	Différence
Automne	Sept.Octobre Novembre	100 mm	86 mm	14 mm
Hiver	Déc. Janvier. Février	159 mm	121 mm	38 mm
Printemps	Mars Avril Mai	116 mm	90 mm	26 mm
Eté	Juin Juillet Aout	20 mm	13.7 mm	6.3 mm
Année	Total	395 mm	310.7 mm	84.3mm

**Tableau n°6 :** Evolution de la moyenne des pluviométries sur 26 ans (ITGC.,2009).

## b. Caractéristiques du sol

Le sol de l'essai est un sol de type calcimagnésique filtrant, c'est à dire un sol influencé par la présence abondante de carbonates de calcium et de magnésium.

Irriguée deux fois à l'enrouleur (20 et 30/02/2021).

Pluies légères (23/05/2021 ; 14 et 15/05/2021).

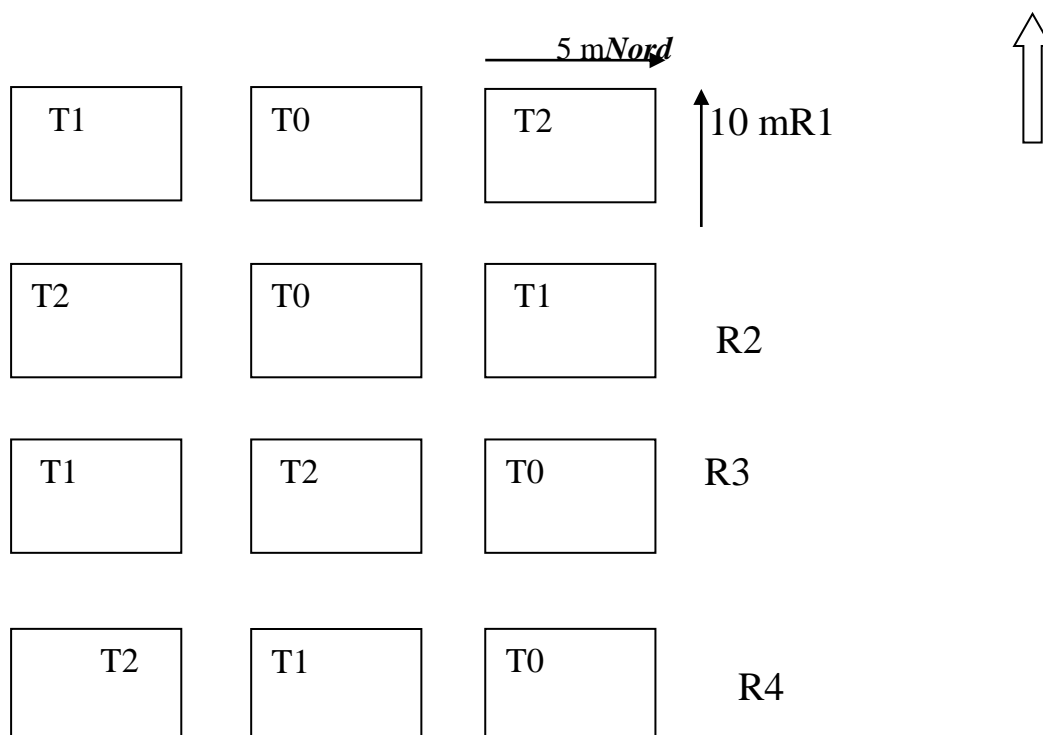
Vents secs et chauds Mai et Juin (2-3 jours)

## 3.2. Méthode expérimentale

### 3.2.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est la randomisation totale avec trois (3) traitements (T0 ; T1 et T2) disposés en quatre (4) répétitions aléatoires.

Le dispositif est ainsi constitué de douze (12) parcelles élémentaires et chaque parcelle élémentaire a une superficie de 50 m<sup>2</sup>



T0 : témoin aucun apport

T1 : témoin apport d'urée à 46% (10 g /m<sup>2</sup>) soit 100kg/ha

T2 : témoin apport de matière organique (200g /m<sup>2</sup>)

Date de semis : 07/02/2021

Distance de semis : entre lignes : 30cm

Entre graines : 15 cm



**A**



**B**



**C**



**D**

**A** : traitement T1 ;    **B** : Plante de pois chiche dans le mètre carré

**C** : traitement T2 ;    **D** : vue générale de l'essai

**Figure n°9** : Dispositif expérimental au niveau de l'ITGC-SBA (Diallo. A, ITGC, 2021)

### 3.2.2. Opérations culturales effectuées :

Par ailleurs, nous avons collecté les données climatiques ; pluies, vents, et noté leurs effets sur la végétation, également nous avons procédé à des opérations culturales.

**Semis : effectué le 07 février 2021** avec un semoir automatique.

**Désherbage manuel** : effectué au 77<sup>ème</sup> jour après semis (25 avril 2021), au stade de début floraison.

**Irrigations** : suite à l'absence de pluie nous l'essai a été irriguée (entre 10 et 15 mm) au canon enrouleur au début de levée, au 18<sup>ème</sup> jour (25 février 2021).

**Apports urée, bacosol** : l'urée et l'amendement organique ont été apportées en deux fractions, après la fin de levée. La première fraction a été apportée au 39<sup>ème</sup> jour après semis (18 mars 2021) et la seconde fraction a été apportée au 56<sup>ème</sup> jour après semis (04 avril 2021).

**Evaluation des nodules** : le prélèvement des nodules a été effectué au début de maturation (122<sup>ème</sup> jour après semis).

**Estimation des rendements** : pour estimer le rendement, nous avons compté le nombre grains obtenu dans chaque parcelle élémentaire (sur 5 plants) puis nous avons procédé à la pesée et puis nous avons déterminé le poids de cents graines (PCG).



a



b

**Figure n°10** : préparation des doses de l'urée (b) et de l'amendement organique (a) (Diallo. A, ITGC, 2021)

### 3.2.3. Observations et notations

Les observations et les notations effectuées ont portés sur les paramètres suivants :

- **La levée** : 19 avril 2021 (76<sup>ème</sup> jour après le semis) de début de levée et fin de levée :

Nous avons compté le nombre de plants ayant levée dans chaque parcelle élémentaire.

- **La floraison** : 11 mai 2021 (95<sup>ème</sup> jour après semis)

Pour la notation de la floraison nous avons compté le nombre de plants fleuris dans les différentes parcelles élémentaires.

- **La nouaison** : 11 mai 2021 (95<sup>ème</sup> jour après semis)

Pour cette variance nous avons aussi compté le nombre plants ayant formé des gousses sur le mètre carré dans chaque parcelle élémentaire

- **La longueur** : hauteur moyenne des plantes.

Pour la hauteur moyenne des plantes, nous avons mesuré à l'aide d'une règle la hauteur de cinq plantes sur le mètre carré dans chaque parcelle élémentaire puis nous avons fait une moyenne pour les cinq plantes.

- **L'évaluation des nodosités racinaires**

Pour l'évaluation des nodosités des plantes, nous avons prélevé sur le mètre carré dans chaque parcelle élémentaire cinq plants puis nous avons procédé à la pesé du système racinaire.

- **Estimation des rendements**

### 3.3. Traitement des données

Les notations chiffrées ont été traitées par le logiciel statistique : **Statbox 6.4** (traitement de la variance).

## Chapitre IV : Résultats et Discussion

### 4.1. Résultats

Les 8 variables ont fait l'objet d'une analyse statistique (Statbox 6.4), et qui est suivie d'un commentaire comparatif de chacun des paramètres étudiés. Il faut noter les conditions climatiques très particulières au cours du cycle du pois chiche, très chaud au démarrage de la culture, froide en milieu de cycle et alternatif très chaud et humidité relativement élevée après la nouaison. Des perturbations physiologiques ont un effet direct sur la productivité du pois chiche, les résultats auraient été beaucoup plus intéressants dans les conditions moins stressantes connus au cours de cette année.

#### Première variable : nombre de plants levés

La notation finale de la densité de semis a été effectuée le 19 avril 2021, soit 73ème jour après le semis.

Les résultats d'analyse de cette variance sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau n°7** : résultats de l'analyse de variance du nombre de plants levée

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	78,917	11	7,174				
VAR.FACTEUR 1	68,167	2	34,083	81,8	0,00013		
VAR.BLOCS	8,25	3	2,75	6,6	0,02575		
VAR.RESIDUELLE 1	2,5	6	0,417			0,645	2,27%

Les résultats obtenus montrent une différence très significative pour les traitements, et significative pour les répétitions.

Il faut remarquer la grande hétérogénéité de la composition du sol en matière de calcaire qui parfois est visible à sa surface.

La moyenne générale de l'essai est égale à : **28.417**

Les moyennes par traitement (moyennes facteur 1 = pois chiche)

1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)
25,25	29	31

Moyenne Blocs = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
28,667	27,667	27,667	29,667

## COMPARAISON DE MOYENNES

TEST DE DUNNETT au Seuil de 5%

FACTEUR 1 /RESIDUELLE 1

PPES = 1.31

F1 LIBELLES MOYENNES

**Tableau n°8** : comparaison des moyennes selon le TEST de DUNNET seuil 5%

3	T2	31		> TEMOIN
2	T1	29		
1	T0	25,25	TEMOIN *	
				<TEMOIN

Selon le tableau ci-dessus les traitements T2 et T1 ont une moyenne supérieure à celle du témoin T0.

NOMBRE DE MOYENNES 2

VALEUR DES PPAS 1,118

**Tableau n°9** : classement des traitements selon le TEST de NEWMAN-KEULS  
- SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	T2	31	A	
2.0	T1	29		B

Les traitements T2 et T1 sont dans deux groupes homogènes différents, T2 se trouvant dans le groupe A et T1 dans le groupe B.

## Deuxième variable : nombre de plants fleuris(début de floraison)

La première notation du nombre de plants fleuris a été effectuée le 02 mai 2021, soit 86<sup>ème</sup> jour après semis

Les résultats d'analyses de cette variance sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau n°10** : résultats de l'analyse de variance du début de floraison

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	152,25	11	13,841				
VAR.FACTEUR 1	73,5	2	36,75	11,504	0,00947		
VAR.BLOCS	59,583	3	19,861	6,217	0,02923		
VAR.RESIDUELLE1	19,167	6	3,194			1,787	20,43%

Les résultats obtenus montrent une différence significative pour les 2 variables.

MOYENNE GENERALE= 8.75

MOYENNE FACTEUR1 =pch

1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)
6	8,25	12

MOYENNE BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
7,667	5,667	11,333	10,333

## COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE DUNNETT – Seuil = 5%

FACTEUR 1 /RESIDUELLE 1

PPES = 3.627

F1 LIBELLES MOYENNES

**Tableau n°11** : Comparaison des moyennes selon le TEST de DUNNET seuil 5%

3	T2	12		>TEMOIN
2	T1	8,25		
1	T0	6	TEMOIN *	
				<TEMOIN

Selon le tableau ci-dessus les moyennes des deux traitements T2 et T1 sont supérieures à la moyenne du témoin T0. Une meilleure floraison relative est observée en T2 puis en T1 par rapport au témoin.

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR1 : pch

NOMBRE DE MOYENNES                      2                      3

VALEUR DES PPAS                              3,095                      3,874

**Tableau n°12** : classement des traitements selon le TEST de NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	T2	12	A	
2.0	T1	8,25		B
1.0	T0	6		B

Selon le classement du tableau T0 et T1 font partie d'un même groupe (groupe B), alors que T2 se trouve seul dans le groupe A, avec la moyenne la plus grande.

**Troisième variable : nombre de plant fleuris (pleine floraison) – 11/05/2021 (95ème jour)**

La notation finale du nombre de plants fleuris a été effectuée le 11 mai 2021, soit 95<sup>ème</sup> jour après semis et 09 jours après la première.

Les résultats d'analyses du nombre de plants fleuris sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau n°13** :résultats de l'analyse de variance de la pleine floraison

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	190,25	11	17,295				
VAR.FACTEUR 1	94,5	2	47,25	16,842	0,00399		
VAR.BLOCS	78,917	3	26,306	9,376	0,01189		
VAR. RESIDUELLE 1	16,833	6	2,806			1,675	8,27%

Les résultats obtenus montrent une différence significative.

**MOYENNES**

MOYENNE GENERALE = 20.25

MOYENNE FACTEUR1 = pch

1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)
16,5	21	23,25

MOYENNE BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
16,667	19	22,333	23

**COMPARAISONS DE MOYENNES**

TEST DE DUNNETT – Seuil= 5%

FACTEUR1 /RESIDUELLE 1

PPES = 3.399

F1 LIBELLES MOYENNES

**Tableau n°14** : Comparaison des moyennes selon le TEST de DUNNET seuil 5%

3	T2	23,25		>TEMOIN
2	T1	21		
1	T0	16,5	TEMOIN *	
				<TEMOIN

Les deux traitements T2 et T1 possèdent une moyenne supérieure au témoin T0.

NOMBRE DE MOYENNES 2

VALEURS DES PPAS 2,9

**Tableau n°15** : classement des traitements selon le TEST de NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
3.0	T2	23,25	A
2.0	T1	21	A

Les traitements T2 et T1 se trouvent dans le même groupe homogène (A). Comparativement aux notations de la floraison à 86<sup>ème</sup> jour, il faut remarquer que T2 favorise une floraison groupée, située sur une période plus courte, alors que celle de T1 est plus étalée mais la différence du nombre plants entre les 2 traitements par rapport à la floraison, peut être considérée comme peu importante par rapport aux effets d'autres paramètres climatiques. C'est pour cette raison qu'ils se trouvent dans la même classe.



**Tableau n°17** : Comparaison des moyennes selon le TEST de DUNNET seuil 5%

3	T2	25,225		>TEMOIN
2	T1	21,525		
1	T0	18,725	TEMOIN *	
				<TEMOIN

Selon le tableau ci-dessus les traitements T2 et T1 ont une moyenne supérieure la moyenne du témoin T0.

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 :pch

NOMBRE DE MOYENNES                      2                      3

VALEURS DES PPAS                      2,746                      3,438

**Tableau n°18** : classement des traitements selon le TEST de NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3.0	T2	25,225	A		
2.0	T1	21,525		B	
1.0	T0	18,725			C

Ces résultats montrent que nous avons trois groupes homogènes différents comprenant le traitement T2 dans le groupe A, le traitement T1 dans le groupe B et le témoin T0 dans le groupe C avec des moyennes décroissantes. Il semble que ce paramètre est très important, car la hauteur contribue à un bon port de la plante (biomasse) ; cette forme érigée facilite la mécanisation de la récolte.

**Cinquième variable : nombre de plants avec gousse (nouaison) – 24/05/2021 (108ème jour)**

La notation finale du nombre de plants avec gousse a été effectuée le 24 mai 2021, soit 108<sup>ème</sup> jour après semis

Les résultats d'analyses de variance de la nouaison sont donnés dans le tableau suivant :

**Tableau n°19** :résultats de l'analyse de variance du nombre de plants avec gousses (nouaison).

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	466,917	11	42,447				
VAR.FACTEUR 1	200,667	2	100,333	19,213	0,00295		
VAR.BLOCS	234,917	3	78,306	14,995	0,00405		
VAR.RESIDUELLE 1	31,333	6	5,222			2,285	18,91%

Les résultats obtenus montrent une différence significative.

**MOYENNES**

MOYENNE GENERALE = 12.083

MOYENNES FACTEUR1 = pch

1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)
8,25	10,25	17,75

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
7,333	8,333	14,667	18

Le sol est très hétérogène en fonction de la position des blocs (répétition).

**COMPARAISONS DE MOYENNES**

TEST DE DUNNETT – Seuil = 5%

FACTEUR1 /RESIDUELLE1

PPES= 4.638

F1 LIBELLES MOYENNES

**Tableau n°20** : Comparaison des moyennes selon le TEST de DUNNET seuil 5%

				>TEMOIN
3	T2	17,75		
2	T1	10,25		
1	T0	8,25	TEMOIN *	
				<TEMOIN

Les moyennes des traitements T2 et T1 sont toutes les deux supérieures à la moyenne du témoin T0.

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 :pch

NOMBRE DE MOYENNES 2 3

VALEURS DES PPAS 3,957 4,953

**Tableau n°21** :classement des traitements selon le TEST de NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	T2	17,75	A	
2.0	T1	10,25		B
1.0	T0	8,25		B

Ainsi nous avons deux groupes homogènes A et B : T2 appartenant au groupe A alors que T1 et le témoin T0 sont dans le groupe B.

## Sixième variable notation : importance des nodules – 07/06/2021 (122ème jour)

Les mesures des nodules racinaires ont été effectuées le 07 mai 2021, soit 122<sup>ème</sup> jour après semis.

Les résultats d'analyses de variance de nodules sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau n°22** : résultats de l'analyse de la variance de la nodulation

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	8,589	11	0,781				
VAR.FACTEUR 1	2,207	2	1,103	10,912	0,01065		
VAR.BLOCS	5,776	3	1,925	19,041	0,00233		
VAR.RESIDUEL. 1	0,607	6	0,101			0,318	13,48%

Les résultats obtenus montrent une différence significative.

### MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 2.358

MOYENNES FACTEUR 1 = nodules pch

1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)
1,825	2,375	2,875

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
1,5	1,867	3,167	2,9

### COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE DUNNETT – seuil = 5%

FACTEUR1 /RESIDUELLE 1

PPES = 0.645

F1 LIBELLES MOYENNES

**Tableau n°23** : Comparaison des moyennes selon le TEST de DUNNET seuil 5%

				>TEMOIN
3	T2	2,875		
2	T1	2,375		
1	T0	1,825	TEMOIN *	
				<TEMOIN

Le tableau ci-dessus montre que le traitement T2 et T1 ont une moyennesupérieure à celle du témoin T0. Le système racinaire est favorisé beaucoup plus par T2, ensuite par T1, c'est ce queconfirme le classement qui suit

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : nodules pch

NOMBRE DE MOYENNES 2 3

VALEURS DES PPAS 0.551 0.689

**Tableau n°24** :classement des traitements selon le TEST de NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	T2	2,875	A	
2.0	T1	2,375	A	B
1.0	T0	1,825		B

Le traitement T2 appartient au groupeA, le traitement T1 chevauche partiellement sur les groupes A et B et le témoin se trouve seul dans le groupe homogène B. Nous pouvons dire que l'engrais apporté stimule le symbiotisme, mais pas autant que la fumure organique enrichie par des microorganismes.

Le bacosol favorise beaucoup plus les nodules que l'urée qui est alternative avec le témoin.

L'urée nécessiterait plus d'eau (humidité pour une bonne assimilation).

Urée → NH<sub>4</sub> → NO<sub>3</sub>

### Septième variable : Estimation des rendements (133<sup>ème</sup> jour)

Les récoltes et les pesées ont été réalisées les 20 et 21 juin 2021, en parallèle avec l'estimation des rendements. Nous avons résumé les notations dans les tableaux qui suivent, car l'analyse de la variance de ces 2 variables, a abouti à des résultats du point de vue statistique non significatifs.

#### Tableau n°26 : Résultats des estimations des récoltes (voir annexe)

Calcul des rendements moyens selon le tableau n°7 :

Rendements moyens = poids x (levée totale ou densité) / ha

T0 = 7,75/5 \* 25 = 38,75 \* 10000 = 387,5 kg/ha (100%)

T1 = 8,67/5 \* 28 = 48,552 \* 10000 = 485,52 kg/ha (125 %)

T2 = 9,77/5 \* 32 = 62,528 \* 10000 = 625,28 kg/ha (161 %)

D'après les différents calculs de rendements on constate bien que ces rendements moyens sont assez faibles par rapport au rendements moyens des années précédentes dans la région. T2 fait 50% du rendement moyens de la région.

### Huitième variable : Rendement en grains- 20/08/2021 (133<sup>ème</sup> jour)

#### Tableau : équivalence des PCG

Essai 2021	Tsm (2020) 32,4 g	T0 (2021) 27,9 g	T1	T2
T0 27,9	86,11 %	100 %	101,82 %	97,9 %
T1 27,4	84,5 %	98 %	100 %	96,14 %
T2 28,5	88 %	102,15 %	104,01 %	100 %

Nous avons calculé le rapport entre le PCG du témoin T0 et de la semence mère (Tsm), nous avons obtenue respectivement pour T1/T0 une valeur de 0,982 ; T1/Tsm une valeur de 0,845 ; T2/T0 une valeur de 1,021 et à la fin une valeur de 0,879 pour le rapport T2/Tsm.

Ces différentes valeurs indiquent que T1 est inférieur à T0 à une valeur de 98,2%, T1 est inférieur à Tsm à une valeur de 84,5%, T2 est inférieur à Tsm à

une valeur de 87,9%, par contre T2 est légèrement supérieur à T1a une valeur de 102,1%

Le PCG de nos différents traitements est assez faible par rapport au PCG de la semence mère.

### Tableau synoptique des résultats statistiques

Variable	TS	S	NS
Var 1: levée	* T2(A)		
Var 2: début floraison		* T2(A)	
Var3 : pleine floraison		* T2-T1(A)	
Var4 : hauteur		* T2 (A)	
Var5 : nouaison		* T2 (A)	
Var6 : nodules		* T2T1A(AB)	
Var 7 : PCG			* 102,15 % (T0) 88 % (Tsm)
Var8 : rendement			*161 % (T0)

Tableau n°25 : tableau synoptique des résultats statistiques

#### 4.2. Discussions générales

Sur les 8 variables étudiées, nous avons obtenus des résultats statistiques significatifs au nombre de 6 (S, TS) et 2 non significatifs (NS).

L'interprétation agronomique de ces résultats statistiques repose essentiellement sur l'influence néfaste des conditions climatiques. Ce sont les paramètres pluviométriques (humidité du sol) et les températures de l'air (températures élevées et vents chauds) qui ont été les facteurs les plus déterminants.

Le cycle végétatif a été perturbé par ces phénomènes climatiques. Ainsi, dès la levée nous avons enregistré l'absence de pluie, pour cette raison, deux irrigations d'appoint, ont été faites à 10 jours d'intervalle pour éviter un stress hydrique au stade de pleine levée. Il y a eu des vents chauds (de 2 et 3 jours de Sirocco), puis des orages de faible intensité mais qui ont engendré des baisses de température en juin. La conséquence de ces périodes d'alternance de refroidissement (aux environs de 16°C), et de réchauffement brusque a entraîné un dessèchement total du couvert végétal suivi encore une nouvelle fois par une courte période de températures basses les 19 et 20 juin.

La principale constatation a été l'arrêt définitif de la végétation bien avant le dessèchement total de la partie aérienne du pois chiche (128<sup>ème</sup> jour après semis).

Nous pouvons dire que le cycle a été écourté d'au moins de deux semaines, et que la période d'assimilation, (grossissement des graines et remplissage) a été ralenti, voire inhibée au mois de mai.

En effet nous avons constaté un certain nombre de gousses vides, conséquences d'avortement causés par les températures extrêmes exceptionnelles, constatées au cours du stade phénologique le plus déterminant dans l'expression du rendement : nouaison- remplissage du gain, avec le début de dessiccation des gousses (arrêt de la photosynthèse).

Ces constatations sont des arguments expliquant la production de graines de petits calibres et des PCG faibles, inférieurs au PCG de la semence mère, et ce quel que soit le traitement. Cependant le traitement au bacosol (T2) donne des valeurs relativement élevées, mais ce résultat ne peut être vérifiable dans ces conditions expérimentales.

La présence de l'eau est une condition *sine qua non* pour toute culture et l'assimilation de fertilisants. Le bacosol est appliqué en couverture, il ne peut pas être employé en conditions sèches, les microorganismes ne peuvent entrer en activité qu'à des températures et humidité déterminées. Au même titre les engrais apportent encore plus de préjudice en absence d'humidité suffisante dans le sol .

# Conclusion

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet d'un amendement organique enrichi de microorganismes sur la productivité du pois chiche (*Cicer arietinum*), dans un sol céréalier en vue d'améliorer la qualité de ce sol en matière de fertilisation.

Malgré des conditions climatiques très défavorables, au cours du cycle du pois chiche, les résultats obtenus après l'analyse des six (6) premières variables montrent une différence significative.

Le traitement T2 a donc un effet considérable, par rapport au traitement T1 et T0, sur ces six variables qui sont la levée, le début floraison, la pleine floraison, la hauteur, la nouaison, la nodulation.

Les deux dernières variables (le rendement et le PCG) montrent une différence non significative, les conditions climatiques stressantes à un stade très sensible de la culture a beaucoup affecté l'évaluation de ces deux variables primordiales qui représentent en réalité la finalité de notre premier objectif. Mais en tenant compte de cette situation, nous pouvons dire que l'amendement organique a donné les meilleurs résultats par rapport aux autres traitements. Ces résultats quoique partiels nous apportent des renseignements utiles qui permettent une orientation vers des projections d'études complémentaires à cette étude préliminaire.

Par conséquent, compte tenu des résultats de cette première expérimentation de la fertilisation organique sur le pois chiche, il s'avère que tout amendement qu'il soit organique ou chimique ou hybride, le facteur limitant reste essentiellement l'eau.

Ainsi, il est souhaitable de continuer ce travail, sur une culture irrigable, où l'eau est une condition *sine qua non* doit être disponible.

Une recherche plus poussée est vivement recommandée, dans la recherche de la composition de la microflore des sols (champignons, bactéries, autres microorganismes). Mais ce travail demande plus de temps, et il serait beaucoup plus destiné à un travail de thèse, sinon le travail doit être engagé et réparti entre les enseignants de diverses spécialités, pour un encadrement coordonné et complémentaire de Master.

# Références Bibliographiques

**A. de Guardia., 2018.** Compostage et composts. Avancées scientifiques et techniques. Lavoisier Tec et Doc, 665p

**Barouche Saida et Boularas Samia., 2015.** Evaluation de l'effet de deux fertilisant chimiques et d'un bio fertilisant sur la croissance végétative du pois chiche (*Cicer arietinum L.*). Mémoire de Master en sciences biologiques. Université de Bordj Bou Arreidj.

**Bambara Cheick Aboubacar., 2017.** Effets des fientes de volailles sur les propriétés chimiques du sol et le rendement paddy du riz pluvial strict en zone sud soudanienne du Burkina Faso. Ingénieur du développement rural. Université polytechnique de Bobo-Dioulasso.

**Ben Mbarek., 2011.** Comportement du pois chiche (*Cicer arietinum L.*) du type « kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification de génotypes tolérant a la sécheresse. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, Tunisie. 280p

**Blumler M A. 1991.** Modeling the origins of legume domestication and cultivation. Econ. Bot. 45p

**Boubrit Anissa., 2015.** Variation saisonnière de l'abondance de la méso faune sous une culture de Pomme de Terre : Cas des sols de Boukhalfa. Mémoire de master en sciences agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 50p

**DSASI, 2009 à 2017.** Statistiques agricoles « Série B ». Direction des Statistiques Agricoles et Systèmes d'Information (dsasi). Sous direction des statistiques. Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche.

**DSA, 2016.** Statistique de la production du pois chiche dans la wilaya de Sidi Bel Abbés

**FAO, 2007 :** Production / Prodstat / Crops. By Food and Agriculture Organisation of the United Nations from <http://faostat.fao.org/>

- FAO, 2015.** Statistical database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO, 2016.** [En ligne], <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>
- ITGC., 2018.** La culture du pois chiche en Algérie. ITGC, Algérie. 22p
- ITGC.,2009.** Présentation de la ferme de démonstration et de production de semences de l’Institut Technique des Grandes cultures de Sidi Bel Abbés.4p
- Mahiout Djamel., 2017.** Contribution a la caractérisation *Aschochyta rabiei*(Pass.) Labr., agent causal de l’antracnose du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) et étude de son interaction avec *Medicago truncatula* Gaertn. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Université Abd El Hamid Ibn Badis de Mostaganem. 182p
- Merine Soumia., 2019.** Analyse des techniques pour la conservation des sols des cultures pluviales : cas des céréales et des légumes secs (pois chiche-lentille) dans les monts de Tessala. Sidi Bel Abbés. Mémoire de Master en science agronomique. Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbés. 73p
- Mustin M.** (1987). Le compost, gestion de la matière organique. Ed. François Dubusc, Paris : 954.
- Muelhbauer, F.J., AND Tullu, A., 1998.** *Cicer arietinum* L. In: J. Janick and J.E.Simon (eds.), New crops. Wiley, New York.
- QA international, 2006.** L’encyclopédie visuelle des aliments. Québec Amérique Inc.Singapour
- Singh KB., Diwakar B., 1995:** Chickpea Botany and Production Practices Skill development Series no. 16-Training and Fellowships Program ICRISAT .Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India p : 4.6.7
- Zerrouki Assia et Saidi Fadila., 2017.** Etude comparative des caractères agronomiques et physicochimiques de quelques lignées de pois chiche sélectionnées, dans la région de SBA. Mémoire de master en sciences agronomiques. Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbés. 49p
- Upadhyaya H.D. (2003).** Geographical patterns of variation for morphological and agronomic characteristics in the chickpea germplasm collection. Euphytica, 132: 343–352.

**Zeglels et Masscho., 1999.** Quantité d'organismes vivants intervenant a un moment ou a un autre pendant le compostage. C.I.H.E.M Mediterranean Agronomic Instituted of Bari. p29.

**Site web n°1:** [www.larousse.fr](http://www.larousse.fr)

**Site web n°2:** [www.agriculture.gov.sk.ca](http://www.agriculture.gov.sk.ca)

**Site web n°3:** [www.dreamstime.com](http://www.dreamstime.com)

**Site web n°4:** [www.bactériosol-sobac.com](http://www.bactériosol-sobac.com)

# Annexes

Septième variable : rendements grains– 20/08/2021 (133<sup>ème</sup>jour)

Tableau d'estimation des rendements

	T0			T1			T2		
	Nbr	poids	G av.	Nbr	poids	G av.	Nbr	poids	G av.
<b>R1</b>	21	<b>5.5</b>	0	17	<b>4.6</b>	2	28	<b>7.3</b>	0
<b>R2</b>	24	<b>6.5</b>	0	56	<b>13.8</b>	3	22	<b>5.2</b>	2
<b>R3</b>	22	<b>5.8</b>	0	32	<b>6.6</b>	2	55	<b>14.6</b>	2
<b>R4</b>	52	<b>13.2</b>	2	38	<b>9.7</b>	3	49	<b>12.0</b>	3
<b>Moy.</b>	29.75	<b>7.75</b>	0.5	35.75	<b>8.67</b>	2.5	38.5	<b>9.77</b>	1.75

Tableau n°26: poids de cents grains (PCG)

**Nbr** : nombre de graines

**Poids** en grammes

**G av.** : gousse sans graine (*vide*)

huitième variable : Poids de Cents grains (PCG)- 20/08/2021 (133<sup>ème</sup>jour)

Tableau des résultats des calcul du PCG

	T0	T1	T2
<b>R1</b>	27.5	27.2	29.0
<b>R2</b>	28.3	27.6	29.2
<b>R3</b>	27.3	28.4	29.8
<b>R4</b>	28.5	26.6	26.2
<b>Moyenne</b>	27.9 gr	27.4 gr	28.5 gr

Tableau n°27 : rendement grains

Nous avons calculé le PCG de la semence mère qui a une valeur de **32.4 gr**

**Variable : rendement (nbre grain)**

**HISTOGRAMME DES RESIDUS**

6            33  
 5            23  
 4            22  
 3    34      14  
 2    21      12   31  
 1    13   32   11   24

EFFECTIF 3    1    6    2

BORNES -7.667-3.917-.167 3.583

à  
 -3.917-.167 3.583 7.333

MINIMUM-7,667    MAXIMUM7,333INTERVALLE3,75  
**INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)**

SYMETRIE    (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.19    PROB : 0  
 APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 2.399    PROBA : 0.62588

**RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)**

NUL

**CARTOGRAPHIE DES RESIDUS**

	1	2	3
1	t2 b4	t0 b4	t1 b4
2	t1 b3	t2 b3	t0 b3
3	t1 b2	t0 b2	t2 b2
4	t2 b1	t1 b1	t0 b1

< -3.109399	< 0	< 3.109399	< 999999
-------------	-----	------------	----------

## ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = pchbis

1 (t0)	2 (t1)	3 (t2)
3,018	5,27	6,307

KHI2 = 1.321

PROB =0.52157

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
7,506	1,528	3,464	6,658

KHI2 = 3.773

PROB =0.28643

## ANALYSE DE VARIANCE

**Tableau 28** : résultats d'analyses de variance du rendement (nbre grain)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	402,667	11	36,606				
VAR.FACTEUR 1	42,667	2	21,333	0,557	0,60348		
VAR.BLOCS	130	3	43,333	1,13	0,40967		
VAR.RESIDUELLE 1	230	6	38,333			6,191	23,51%

## MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 26.333

MOYENNES FACTEUR 1 = pchbis

1 (t0)	2 (t1)	3 (t2)
25	29	25

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
22	25	27,333	31

## COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE DUNNETT - seuil = 5%

FACTEUR 1 / RESIDUELLE 1

DIFFERENCE NON SIGNIFICATIVE

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Données pour des regroupements d'essais

1 (t0)	25	Résiduelle DDL	Nb Blocs
2 (t1)	29	38,3330002	6 4
3 (t2)	25		

**Variable : PCG**

## HISTOGRAMME DES RESIDUS

6	33
5	32
4	31
3	22 24
2	34 21 23
1	13 11 12 14

EFFECTIF 2 3 6 1

BORNES -1.483-.746 -.008 .729

àààà

-.746 -.008 .729 1.467

MINIMUM	-1,483	MAXIMUM	1,467	INTERVALLE
0,737				

## INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.039 PROB : 0.7555

APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 2.934 PROBA : 0.95707

**RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)**

NUL

**CARTOGRAPHIE DES RESIDUS**

		1	2	3
	t2	t0	t1	
1	b4	b4	b4	
	t1	t2	t0	
2	b3	b3	b3	
	t1	t0	t2	
3	b2	b2	b2	
	t2	t1	t0	
4	b1	b1	b1	

< -.5370005  
  < 0  
  < .5370005  
  < 999999

**ECARTS-TYPES DES RESIDUS**

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = pchbis

1 (t0)	2 (t1)	3 (t2)
1,087	0,3	1,007

KHI2 = 3.689

PROB =0.15569

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
0,454	0,25	0,993	1,475

KHI2 = 4.924

PROB =0.17563

**Tableau n°29 : résultats de l'analyse de la variance du PCG**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	12,907	11	1,173				
VAR.FACTEUR 1	2,447	2	1,223	1,07	0,40204		
VAR.BLOCS	3,6	3	1,2	1,05	0,43754		
VAR.RESIDUELLE 1	6,86	6	1,143			1,069	3,82%

### MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 27.967

MOYENNES FACTEUR 1 = pchbis

1 (t0)	2 (t1)	3 (t2)
27,9	27,45	28,55

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
27,9	28,367	28,5	27,1

### COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE DUNNETT - seuil = 5%

FACTEUR 1 / RESIDUELLE 1

DIFFERENCE NON SIGNIFICATIVE

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Données pour des regroupements d'essais

1 (t0)	27,9	Résiduelle DDL	Nb Blocs
2 (t1)	27,45	1,14300001	6 4