

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA- 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIES



Mémoire de fin d'étude

**En vue de l'obtention du diplôme en Master II Spécialité :
Biotechnologie végétale**

**Effet de purin d'ortie sur la croissance et le rendement
du haricot (*Phaseolus vulgaris*) cultivé sous serre**

Réalisé par : Mr: KARBI Yassine

Devant le jury composé de :

M^{me} CHAOUIA C.	M.C.A	USDB1 Présidente
M^{me} BRADEA M.S.	M.C.A	USDB 1 promotrice
M^{me} YAHIA N.	M.C.B	USDB 1 co-promotrice
Mr BOUTAHRAOUI S. A.	M.A.A	USDB 1 Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2015-2016

Remerciement

Je remercie **DIEU** tout puissant de m'avoir offert un environnement favorable à l'étude et à la recherche du savoir. Je tiens à remercier en premier lieu mes parents qui m'ont soutenu et conféré le nécessaire pour achever mes études supérieures.

Le corps enseignant du département d'agronomie mérite toute ma gratitude, à commencer par **M^{me} BRADEA .M. S.** ma promotrice et **M^{me} YEHIYA NADIA** ma Co-promotrice qui m'ont ouvert les bras comme un fils.

Je remercie vivement Mme **CHAOUIA** qui m'a fait l'honneur de présider le jury.

J'exprime ma reconnaissance à Mr **BOUTAHRAOUI** d'avoir accepté de participer et d'examiner mon travail.

Je tiens aussi à remercier plus particulièrement mon cher ami **DALI AMINE** pour son aide et ses conseils de valeur, **SIF EL DINE RAHMANI**, mon copain de chambre qui m'a aidé à bâtir mes rêves et mes objectifs. Pour son encouragement et sa gentillesse.

Par la même occasion je tiens à saluer et remercier mes proches, à qui je fie Je citerais parmi tant d'autres : Dr Zouaoui et les doctorants du Laboratoire Youcef, Halim, Abbade, Bilel et Soraya.

Mes amis de promotion : Sadallah Mohamed Amine, Bahaddi Mohammed, Abdi Asma. Hamza Cherifa, Djeradi Faten, Bouda Amina, Adja Sarah, Kali Meriem.

,

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents :

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie par la volonté de DIEU mon travail à mes très chers, respectueux et magnifiques parents : Karbi Hadj Mohamed et H. Djoudi .C'est grâce à vous, et à vos valeurs nobles mes chers parents, que j'ai pu surmonter durant toutes ces années de sacrifices et de privations.

Soyez fières de m'avoir aidé à avancer dans la vie et récolter ici le résultat de votre endurance et bonté, qui m'ont soutenu tout au long de ma vie. Sans oublier mes frères (Taher, Oussama, Salah) et ma sœur (Fati.)

A tous mes enseignants et mes encadreurs qui tout au long du chemin m'ont encouragé et remis sur la bonne voie.

A tous mes collègues de la promotion 2016 A toute personne philanthropique qui de près ou de loin m'est venue en aide en m'encourageant pour arriver à mon but fixé



Résumé

La présente étude est effectuée au niveau de la station expérimentale de l'université Blida 1, département des Biotechnologies. Ce travail a pour but d'étudier l'effet de purin d'ortie sur quelques paramètres de production et de croissance. Pour cela 3 traitements ont été appliqués à différentes doses : T1 (10%), T2 (15%) et T3 (20%). Deux variétés du haricot ont été choisies, DJADIDA et CONTENDER cultivées sous serre, en comparaison avec un fertilisant chimique NPK (15.15.15) considéré comme témoin.

Nos résultats ont révélé que traitement T3 a un meilleur effet sur : la hauteur finale (64 cm) et le nombre de feuilles (37.33). Le traitement T2 montre un meilleur effet sur le poids frais des tiges (94.13 g) et le poids sec des feuilles (21.2 g). Alors que traitement T1 manifeste un meilleur résultat sur le poids frais des feuilles (90.19 g), le poids frais des racines (109.33 g), la longueur des racines (49.33 cm) et le poids sec des tiges (17.96 g). Cependant pour l'ensemble des paramètres de production c'est le traitement T3 qui a donné les meilleurs résultats, comparé aux T1, T2 et au témoin. Cela était pour les paramètres de nombre de gousses (21), le poids de gousses (138.33 g) et le rendement par m² (1136 g).

Mots clés : purin d'ortie, croissance, traitement, fertilisant, rendement.

Abstract

The present study is carried out on the level of the experimental farm of the university Blida 1, department of Biotechnologies. The purpose of this work is to study the effect of liquid manure of nettle on some parameters of production and growth. For that 3 treatments were applied to various amounts: T1 (10%), T2 (15%) and T3 (20%). Two varieties of bean were chosen, DJADIDA and CONTENDER cultivated under greenhouse, in comparison with a chemical fertilizer NPK (15.15.15) considered as witness.

Nos résultats ont révélé que traitement T3 a un meilleur effet sur : la hauteur finale (64 cm) et le nombre de feuilles (37.33). Le traitement T2 montre un meilleur effet sur le poids frais des tiges (94.13 g) et le poids sec des feuilles (21.2 g). Alors que traitement T1 manifeste un meilleur résultat sur le poids frais des feuilles (90.19 g), le poids frais des racines (109.33 g), la longueur des racines (49.33 cm) et le poids sec des tiges (17.96 g). Cependant pour l'ensemble des paramètres de production c'est le traitement T3 qui a donné les meilleurs résultats, comparé aux T1, T2 et au témoin. Cela était pour les paramètres de nombre de gousses (21), le poids de gousses (138.33 g) et le rendement par m² (1136 g).

Keywords: liquid manure of nettle, growth, treatment, fertilizer, yield.

الملخص

الدراسة التالية قد أجريت على مستوى المحطة التجريبية لجامعة البليدة 1. قسم البيوتكنولوجيا هذا العمل كان بهدف دراسة تأثير سماد سائل الحريقة على بعض معايير الإنتاج والنمو. لذلك تراعي أخذ ثلاث جرعات بتركيزات مختلفة (ت1) 10% (ت2) 15 % (ت3) 20%.

نوعين من الفاصوليا قد اختيرت "الجديدة" و "كوتندر". غرست في البيوت البلاستيكية. لمقارنتها بالسماد المعدني الثلاثي (أزوت. فوسفور. بوتاسيوم) (15.15.15) الذي نعتبره كشاهد للتجربة.

نتائجنا أظهرت أن العلاج (ت3) له أحسن تأثير على سرعة النمو. الطول النهائي (46 سم) و عدد الأوراق (37.33). بالنسبة للعلاج (ت2) فإنه أظهر أحسن النتائج على مستوى الوزن الطازج للأغصان (94.13 غ) و الوزن الجاف للأوراق (21.2 غ). في حين أن العلاج (ت1) أظهر أحسن النتائج بالنسبة لمعايير الوزن الطازج للأوراق (90.19 غ) و الوزن الطازج الجذور (109.33 غ). طول الجذور (49.33 سم) و الوزن الجاف للأغصان (17.96 غ). لكن بالنسبة لمجموع معايير الإنتاج فإن العلاج (ت3) قد أعطى أحسن النتائج مقارنة بالعلاج (ت1) و (ت2) وبالشاهد. كان ذلك بالنسبة لعدد الجربات (90.19 غ). وزنها (138.33 غ) و المحصول المنتج في المتر المربع الواحد (1136 غ).

الكلمات المفتاح : سماد الحريقة السائل. النمو. العلاج. المخصب. المحصول.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Place du taxon dans la classification APG III <i>Urtica dioica</i> L...	3
Tableau 2 : Composition du purin d'ortie.....	9
Tableau 3 : Teneur de l'extrait d'ortie en minéraux (en ppm = partie par million)	9
Tableau 4 : Place du taxon dans la classification APG III <i>Phaseolus vulgaris</i> L	16
Tableau 5 : Description générale de l'espèce <i>Phaseolus vulgaris</i> L.....	18
Tableau 6 : Besoins du haricot en température selon les stades de développement	19
Tableau 7 : Les principales maladies du haricot <i>Phaseolus vulgaris</i>	21
Tableau 8 : Principaux pays producteurs du haricot.....	23
Tableau 9 : Production du haricot vert en Algérie 2010- 2012.....	23
Tableau 10 : Variation de la température sous serre au cours de l'expérimentation	30
Tableau 11 : Traitements utilisés en expérimentation.....	37
Tableau 12 : Hauteur finale des plantes en (cm).....	42
Tableau 13 : Le nombre final moyen des feuilles.....	43
Tableau 14 : Le poids frais des feuilles en (g).....	44
Tableau 15 : Le poids frais des tiges en (g).....	46
Tableau 16 : Le poids frais des racines en (g).....	47
Tableau 17 : Longueur des racines en (cm).....	48
Tableau 18 : Le poids sec des feuilles en (g).....	49
Tableau 19 : Le poids sec des tiges en (g).....	50
Tableau 20 : Le poids sec des racines en (g).....	51
Tableau 21 : Nombre de gousses par plant	52
Tableau 22 : Poids de gousses moyen par plant en (g).....	53

Liste des figures

Figure 1 : La plante d'ortie : <i>Urtica dioica</i>	2
Figure 2 : Poils urticants d' <i>Urtica dioica</i> L.....	4
Figure 3 : Fleurs femelles et mâles d' <i>Urtica dioica</i> L.....	5
Figure 4 : Fruit d' <i>Urtica dioica</i> L. (AG 20).....	5
Figure 5 : Préparation du purin d'ortie.....	10
Figure 6 : Processus de fermentation du purin d'ortie.....	11
Figure 7 : Grains de la variété DJADIDA.....	24
Figure 8 : Grains de la variété CONTENDER.....	25
Figure 9 : Préparation de purin d'ortie.....	26
Figure 10 : Etat final de purin d'ortie.....	27
Figure 11 : Aspect final de terreau préparé.....	31
Figure 12 : Schéma du dispositif expérimental.....	32
Figure 13 : Semis du haricot.....	33
Figure 14 : Plantes du haricot au stade pépinière.....	33
Figure 15 : Transplantation du haricot au niveau de la serre.....	34
Figure 16 : Irrigation du haricot.....	35
Figure 17 : Aération de la serre.....	36
Figure 18 : Opération du binage.....	36
Figure 19 : Application du traitement fongique.....	37
Figure 20 : Evolution de la croissance des plantes du haricot (cm /jour).....	40
Figure 21 : La vitesse croissance des plantes du haricot (cm /jour).....	41
Figure 22 : Hauteur finale des plantes (cm).....	42
Figure 23 : Nombre de feuilles.....	43
Figure 24 : Poids frais des feuilles (g).....	45
Figure 25 : Poids frais des tiges (g).....	46
Figure 26 : Poids frais des racines (g).....	47
Figure 27 : Longueur des racines (cm).....	48
Figure 28 : Poids sec des feuilles (g).....	49
Figure 29 : Poids sec des tiges (g).....	50
Figure 33 : Rendement par m ² (g).....	55

Figure 30 : Poids sec des racines (g).....	51
Figure 31 : Nombre moyen de gousses.....	52
Figure 32 : Rendement par plant (g).....	54
Figure 33 : Rendement par m ² (g).....	55

Liste des abréviations

- **APG** : Angiosperm Phylogeny Group (Classification phylogénique des Angiospermes)
- **Aspro-PNPP** : Association pour la promotion des produits naturels peu préoccupants
- **Ddl** : Degré de liberté
- **ET** : Ecart-type
- **F.A.O**: Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
- **ITCM** : instituts techniques des cultures maraichères et industrielles
- **max** : maximum
- **Mo** : Matière Organique
- **P** : Probabilité
- **ppm** : Partie par million
- **Rdt** : Rendement
- **sp** : espèce
- **T** : Traitement
- **V** : Variété

Table des matières

Résumé	Pages
Introduction.....	1

Partie 01: Etude bibliographique

Chapitre I : Généralité sur la plante d'ortie

I.1. Généralité.....	2
I.2. Classification (APG III).....	3
I.3. Présentation botanique.....	3
I.3.1 Racine.....	3
I.3.2. Feuille.....	3
I.3.2.1. Poil urticant.....	4
I.3.3. Fleurs.	4
I.3.4. Fruit et la graine.....	5
I.4. Types d'Ortie.....	6
I.5. Exigences écologiques	6
I.6. Répartition géographique d' <i>Urtica dioïca</i>	6
I.7. Importance économique de la plante	7

Chapitre II : Le purin d'ortie

II.1. Généralité sur le purin d'ortie.....	8
II.2. Mode de fabrication.....	9
II.3. Bienfaits du purin d'ortie.....	11
II.3.1. Effet fertilisant.....	11
II.3.2. Stimulant de la défense naturelle des plantes.....	12
II.3.3. Activateur de croissance.....	12
II.3.4. Insecticide, un insectifuge et fongicide naturel.....	12

Chapitre III : Généralité sur la culture du haricot

III.1. Origine et historique de la plante.....	15
III.2. Classification du haricot (APG III).....	16
III.3. Description botanique.....	16

III.3.1. La racine.....	16
III.3.2. La tige.....	17
III.3.3. La feuille.	17
III.3.4. La fleur.....	17
III.3.5. La gousse.....	17
III.3.6. La graine.....	17
III.4. Exigences de la plante.....	19
III.4.1. Exigences climatiques.....	19
III.4.2. Exigences édaphiques.....	20
III.4.3. Besoins hydriques.....	20
III.4.4. Exigences nutritionnelles.....	20
III.5. Principaux travaux d'entretien	21
III.5.1. Binage et buttage.....	21
III.5.2. Désherbage.....	21
III.5.3. Arrosage.....	21
III.6. Maladies et parasites du haricot.....	21
III.7. Importance économique de la plante.....	22
III.7.1. Dans le monde.....	22
III.7.2. En Algérie.....	23

Partie 02 : Expérimentation et résultats

Chapitre I : Matériels et méthodes

1. Objectif de l'expérimentation.....	24
2. Le matériel végétal.....	24
3. Traitement utilisé.....	26
4. Les doses.....	28
5. Conditions expérimentales.....	29
5.1. Lieu de l'expérience.....	29
5.2. Température de la serre.....	30
5.3. Substrat.....	31
5.4. Containers.....	31
6. Dispositif expérimental.....	32
7. Conduite de la culture.....	33

7.1. Semis.....	33
7.2. Repiquage sous serre.....	34
8. Travaux d'entretien.....	35
8. 1. Irrigation.....	35
8. 2. Désherbage.....	35
8. 3. Aération de la serre.....	36
8. 4. Binage.....	36
8. 5. Traitements phytosanitaires.....	37
9. Récolte.....	38
10. Paramètres étudiés.....	38
10.1. Paramètres de croissance.....	38
10.1.1. Evolution de la croissance.....	38
10.1.2. Vitesse de croissance.....	38
10.1.3. Hauteur finale des plantes.....	38
10.1.4. Nombre des feuilles.....	38
10.1.5. Poids frais des feuilles.....	38
10.1.6. Poids frais des tiges.....	39
10.1.7. Poids frais des racines.....	39
10.1.8. Longueur des racines.....	39
10.1.9. Poids sec des feuilles.....	39
10.1.10. Poids sec des tiges.....	39
10.1.11. Poids sec des racines.....	39
10.2. Paramètres de production.....	39
10.2.1. Nombre de gousses.....	39
10.2.2. Poids de gousses par plant.....	39
10.2.3. Rendement total des gousses par m ²	39
Résultats et discussion.....	
Conclusion.....	56
Références bibliographiques.....	58
Annexes.....	63

Introduction

La révolution industrielle dans le domaine de la fertilisation a donné des résultats exceptionnels grâce à l'utilisation des produits de synthèse, mais après des décennies d'utilisation de ces alliés chimiques, on s'est rendu compte que ces derniers présentent plus d'inconvénients que d'avantages, car ils ont abouti à des effets secondaires inattendus et l'agronomie conventionnelle montre ses limites ; un environnement qui se dégrade, des ressources épuisées, pollutions et un déséquilibre écologique (PLIMMER, 2004).

Les effets des produits chimiques ne touchent pas seulement la biodiversité et l'environnement mais aussi affectent la santé humaine. D'après les études effectuées dernièrement les spécialistes sont arrivés à prouver que ces substances chimiques entraînent des maladies dangereuses telles que les cancers (ISABELLE et *al*, 2010).

L'usage irrationnel des produits fertilisants met en péril la biodiversité naturelle et la santé humaine de jour en jour. Et c'est la raison pour laquelle les agriculteurs conscients et les organisations de santé essayent de faire recours à un intérim aux produits chimiques qui est l'utilisation des Biofertilisants, l'une des bases de l'agriculture durable.

Plusieurs travaux ont étudié l'effet de certains biofertilisants comme ceux de ZIADI et *al* (2006) qui prouvent que les biofertilisants à base d'algues marines influent positivement sur la biomasse produite chez les plantes. Et ceux de CROUCH et VAN STADEN (1992), qui ont révélé que les traitements à base d'extrait d'algues augmentent considérablement la partie aérienne et la biomasse fraîche des tiges et des feuilles. Mais sont fragmentaires les travaux ayant étudié l'effet nutritif du purin d'ortie. Parmi eux tout au plus, il est possible de citer ceux de BERTRAND (2008)

Dans ce contexte notre travail a pour objectif de tester l'effet de purin d'ortie (produit obtenu par macération prolongée de l'ortie dans l'eau) considéré comme un biofertilisant riche en éléments minéraux nécessaires au développement des cultures, et stimulant de la défense naturelle des plantes, testé sur deux variété du Haricot (*Phaseolus vulgaris L*) cultivées sous serre. En comparant avec une fertilisation chimique NPK (15.15.15).

I.1. Généralité

L'ortie est connue sous le nom *Urtica dioïca* L. son nom vient du latin *urtica* qui signifie brulant, Par extension, *urticaire*, *urticant*, *urtication* se disent de toute espèce de démangeaisons similaires à celles provoquées par les piqûres d'orties.

Le nom d'espèce *dioïca*, dioïque en français, concerne un végétal dont les fleurs, mâles et femelles sont portées par des pieds différents (BERTRAND, 2008 ; VALNET, 1992).

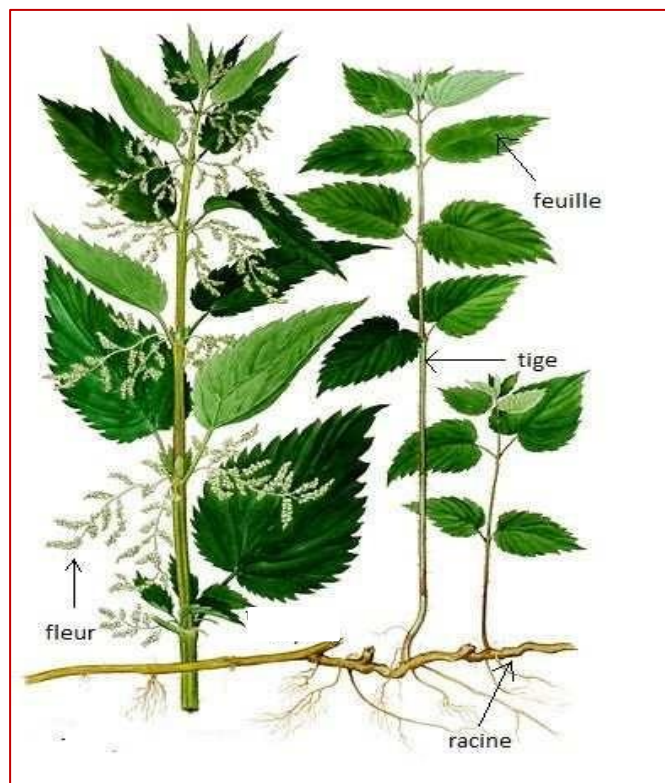


Figure 1 : La plante d'ortie : *Urtica dioica* (BLAS et al., 2012)

L'ortie est une plante herbacée vivace portée par un rhizome jaune rampant, nitrophile, couverte de poils crochus irritants. Elle peut atteindre 1,50 mètre de haut. La tige, dressée et velue, est quadrangulaire et porte des feuilles opposées. La tige est non ramifiée, sauf si on la coupe. Elle est très fibreuse. Les feuilles à bords dentés se terminent en pointe au sommet et les fleurs sont petites et verdâtres. Parfois, au printemps, les pousses exposées au soleil sont légèrement rougeâtres couleur liée à la présence de fer (TESSIER, 1994 ; BREMNESS, 2005 ; MOUTSIE, 2008 ; BERTRAND, 2008).

I.2. Classification

Appellation française : ortie dioïque, grande ortie (ortie commune, ortie vivace, ortie majeure, ortie féminine ou ortie femelle, ortie de grain, ortie à tige rouge).

(FLEURENTIN, 2008 ; BERTRAND, 2008 ; VALNET, 1992).

Appellation anglaise : nettle wort, nettle leaf

Appellation allemande : Brennesselblätter, Brennesselkraut, Nesselkraut, Haarnesselkraut, Hanfnesselkraut (WICHTL et ANTON, 2003).

Appellation italienne : ortica

Appellation espagnole : ortiga

Appellation portugaise : urtigao (MOUTSIE, 2008).

Tableau 1 : Place du taxon dans la classification APG III *Urtica dioica* L.

Rang	Nom scientifique
Classe	Magnoliopsida
Famille	Urticaceae
Genre	Urtica
Espèce	Urtica dioica

(ANONYME, 2016)

Dans le genre *Urtica* il existe une cinquantaine d'espèces, dont une trentaine en régions tempérées, huit en Europe et cinq en France (MOUTSIE, 2008 ; DIEDERICHS, 2005 ; TESSIER, 1994 ; VALNET, 1992).

I.3. Présentation botanique de la plante

I.3.1. Les racines

Ce sont des rhizomes jaunâtres, traçants et abondamment ramifiés qui développent chaque année de nouvelles pousses, d'où le caractère parfois envahissant de l'ortie. Ils fixent l'azote de l'air grâce à l'action de micro-organismes (*Rhizobium frankia*) qui vivent en symbiose avec les racines d'ortie

(MOUTSIE, 2008).

I.3.2. Les feuilles

Urtica dioica L. est constituée de feuilles simples, charnues, tombantes, dentelées, en forme de cœur et terminée par une pointe. Les feuilles et la tige sont recouvertes de poils urticants blancs

I.3.2.1. Le poil urticant

Les poils urticants se retrouvent principalement chez les urticacées. Ils constituent des émergences de l'épiderme de l'ortie.

Le poil urticant est pourvu d'une ampoule à sa base qui constitue la partie glanduleuse. c'est un réservoir rempli de liquide urticant. Diverses substances y sont contenues sous pression, véritable cocktail chimique riche en histamine, formiate de sodium, acide formique, sérotonine et acétylcholine (FLEURENTIN, 2008).

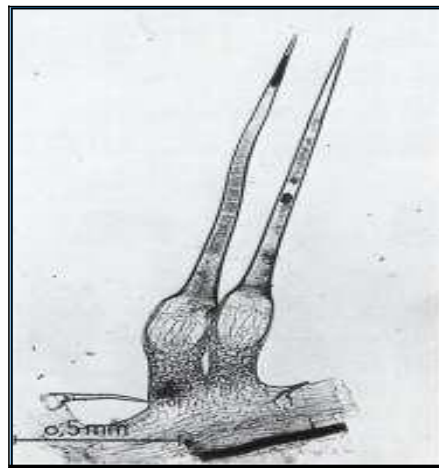


Figure 2 : Poils urticants d'*Urtica dioica* L. (WICHTL et ANTON, 2003).

Le poil, transparent et effilé, est coiffé d'une sorte de petite boule qui se brise comme du verre (Bertrand, 2008). L'inclusion d'acide salicylique rend en effet sa paroi fragile et cassante par contact au niveau du point de rupture. Le poil pénètre ensuite dans la peau comme l'aiguille d'une seringue et libère son contenu cellulaire urticant (LÜTTGE ET al., 2002).

I.3.3. Les fleurs

Les fleurs sont disposées en grappes ramifiées, allongées et pendantes. Les grappes se situent à l'aisselle des feuilles. Comme déjà dit, la grande ortie est dioïque car elle porte les fleurs femelles et mâles sur des plants différents, alors que

l'ortie brûlante est monoïque (FLEURENTIN, 2008 ; Alternative Medicine Review, 2007)

Que les fleurs soient mâles ou femelles, elles sont vert-gris, verdâtres, petites et discrètes. Les fleurs des pieds mâles évoquent de petits amas de perles, souvent teintés de rouge (FLETCHER, 2007). Elles sont apétales. La floraison est étalée de mai à octobre (MOUTSIE, 2008).

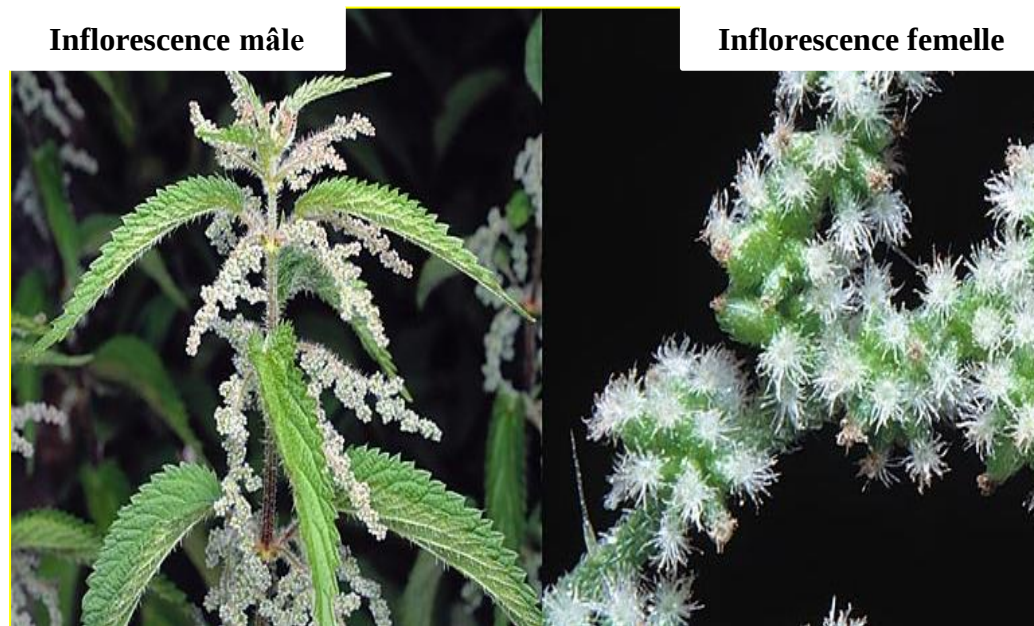


Figure 3 : Fleurs femelles et mâles d'*Urtica dioica* L. (MAZZA, 2015)

I.3.4. Le fruit et la graine

Le fruit d'*Urtica dioica* est constitué d'un akène ovale enfermé dans un calice persistant contenant une graine. Provenant des panicules à maturité, il est de couleur sable à jaune-brun, de forme aplatie, ovoïde et pointue. Son extrémité pointue porte des restes de stigmates pénicillés. Ces fruits sont très souvent entourés de deux petites feuilles extérieures, étroites, et de deux feuilles intérieures plus grandes, larges et obovales de couleur verte (WICHTL ET ANTON, 2003).



Figure 4: Fruit d'*Urtica dioica* L. (AG 20) (PANCRAAT, 2005)

I.4. Types d'ortie

Les principales espèces du genre *Urtica* sont : *Urtica dioica* L (Grande Ortie), *Urtica urens* L. (Ortie brûlante ou petite Ortie), *Urtica pilulifera* L. (Ortie romaine ou ortie à pilules), *Urtica cannabina* L., *Urtica atrovirens* Req. Et *Urtica membranacea* Poiret (QUEZEL et SANTA, 1962).

Parmi ces espèces, *Urtica dioica* et *Urtica urens*, sont connues pour leurs propriétés médicinales. *Urtica dioica* étant le sujet de cette étude, nous n'accorderons qu'une description sommaire d'*Urtica urens*. (QUEZEL et SANTA, 1962)

Urtica urens, est une plante annuelle très commune, mais plus petite qu'*Urtica dioica* (max 70 cm de haut). C'est une espèce monoïque (fleurs mâles et femelles sur le même pied), possédant des feuilles ovales à peine plus longues que larges (BERTRAND, 2002).

I.5. Exigences écologiques

L'Ortie est une plante qui «aime» le voisinage des habitations, les décombres et lieux incultes, c'est une plante qualifiée de «rudérale ». Elle pousse sur les terres humifères et légères; on la rencontre dans les haies, les chemins, les coupes des bois, dans les champs et les jardins bien fumés Elle supporte tous les sols, mais préfère les sols frais et légers, surtout ceux contenant des matières organiques fraîches; elle fait partie des plantes nitrophiles. L'ensoleillement lui semble indifférent puisqu'on la trouve aussi bien en plein soleil à l'abri d'une façade qu'au fond d'un vallon ombragé (BERTRAND, 2002).

I.6. Répartition géographique de l'Ortie dioïque

Parmi les espèces du genre *Urtica*, *Urtica dioica* L. est la plus grande et la plus répandue. C'est une espèce cosmopolite, présente dans presque toutes les régions du monde. En Algérie, elle est relativement commune dans les ravins des montagnes de Kabylie et dans les régions de Skikda et Annaba. Elle est moins fréquente dans l'Atlas Blidéen (BABA AISSA, 2000).

I.7. Importance économique

L'ortie dioïque est une plante importante sur le marché mondial à cause de sa large gamme d'utilisation dans les différents domaines pharmaceutique, cosmétique, culinaire et agricole.

Plusieurs grandes entreprises utilisent des extraits à base d'ortie dans les shampoings ou revitalisants. Mais, comme un purin qui prouve son efficacité comme biofertilisant et biofongicide dans le domaine agricole. Sur le marché, les parties aériennes de l'ortie se présentent sous forme séchée en vrac ou en capsules, ou encore en extraits liquides (teinture, glycéré) (DUFRESNE et OUELLET, 2009).

II.1. Généralité sur le purin d'ortie

Parmi les dérivés agricoles de l'ortie, l'extrait fermenté, connu sous le nom de « purin », est le plus populaire et le plus anciennement connu. Il a ses limites, et sa fabrication pourtant simple exige un minimum d'attention. Il doit le nom de « purin » à l'odeur putride qui s'en dégage, résultat de la macération prolongée, donc d'une putréfaction des orties dans l'eau. Or un bon extrait doit être filtré en fin de fermentation, avant que le processus de putréfaction ne se mette en route. (BERTRAND, 2008).

La Suède est le premier pays qui a fait des études sur l'impact de l'ortie et plus spécialement du purin d'ortie sur ses cultures, en 1980 (MOUITSIE, 2008). Ces études sont l'œuvre de Rolf Peterson, chercheur suédois de l'université de Lund. (BERTRAND, 2008) Les résultats de ces travaux confirment les observations de terrains. Ainsi les chercheurs ont cultivé sur un substrat neutre, en serre, dans des conditions climatiques rigoureusement contrôlées, des radis, des tomates, du blé et de l'orge. Une partie des plantes recevait une dilution d'extrait d'ortie, les autres une solution minérale chimique de composition identique. L'expérience a duré deux mois. Les analyses ont démontré que la méthode naturelle avait produit une quantité plus importante de matière végétale fraîche, mais aussi de matière sèche, et que le système racinaire de plantes ainsi nourries était plus développé. (BERTRAND, 2008).

Aujourd'hui, et ce depuis la fin des années 1990, la démarche a été professionnalisée. La technique de fabrication et les traitements variés auxquels l'extrait d'ortie convient, ont été mis au point (BERTRAND, 2008).

Tableau 2 : composition du purin d'ortie

Analyse physique	Sur produit	
	SEC	BRUT
Matière		0,29 %
Mo	51,72 %	0,15 %
M minérale	48,28 %	0,14 %
Carbone organique (C)	258,6	0,75 (g/kg)

(BERNARD et *al.*, 2012)

Tableau 3 : Teneur de l'extrait d'ortie en minéraux (en ppm = partie par million)

Elements nutritifs	ppm	Elements minéraux	ppm
Azote total	595	Potassium	630
Azote nitrique	5	Calcium	730
Azote	240	Magnésium	80
Azote organique	350	Sulfate	50
Phosphate	20	Fer	2.5

(BERTRANT, 2008)

L'extrait d'ortie présente une richesse relative en azote, sa teneur en phosphore est relativement faible et sa richesse en fer exceptionnellement élevée (BERTRAND, 2008).

De fortes concentrations de l'extrait d'ortie peuvent produire des effets inverses de ceux recherchés et soit favoriser un développement exubérant de la végétation, au détriment d'une bonne floraison et fructification, soit inhiber la croissance des plantes.

Le phytostimulant d'ortie ne présente aucune contre-indication particulière, (BERTRAND, 2008).

II.3. Mode de fabrication

Le purin d'Ortie est le résultat d'une macération prolongée de plantes dans de l'eau. Deux phases successives du processus sont essentielles à connaître : la fermentation et la putréfaction. Le résultat dépend de la maîtrise de ces phases. La fermentation se traduit par une destruction des cellules d'orties qui libèrent ainsi le suc cellulaire. Au bout de quelques jours, bactéries et champignons microscopiques prolifèrent rapidement (DRAGHI, 2005).

L'odeur nauséabonde qui se dégage rappelle qu'il s'agit d'un début de décomposition de matière organique tout à fait naturelle. Les bactéries de purification, en se multipliant, entretiennent le processus. (DRAGHI, 2005).

Le purin d'Ortie se fabrique dans de grands récipients en bois, en plastique résistant ou en inox de 20 à 200 litres. Les tonneaux en fer sont à proscrire car ils s'oxydent très rapidement. Le fer libéré s'ajoute à celui d'origine végétale, l'excès de cet élément n'est pas apprécié par la végétation. Les quantités sont à raison d'une partie de plante pour neuf parties d'eau (ex : 1 kg d'orties + 9 L d'eau) (DRAGHI, 2005).



Figure 5 : Préparation du purin d'ortie (BERNARD et *al.*, 2012)

Le contrôle de la fermentation est essentiel, en effet celle-ci peut varier en fonction de la température de 5 à 30 jours. Lorsque les petites bulles provoquées par le brassage disparaissent, cela signifie que la fermentation est finie et que la

putréfaction va débiter. Il faut alors séparer les déchets végétaux du liquide obtenu (DRAGHI, 2005).



Figure 6: Processus de fermentation du purin d'ortie (BERNARD et *al.*, 2012)

Le purin convenablement filtré est un produit naturel stable qui conserve parfaitement toutes ses qualités durant plus d'un an. Le stockage doit se faire dans des futs ou des bidons plastiques bien pleins et fermés hermétiquement (DRAGHI, 2005).

II.4. Bienfaits du purin d'ortie

Le purin d'ortie permet plusieurs actions à savoir :

II.4.1. Effet fertilisant

Les purins de plantes entrent dans la composition de certaines préparations biodynamiques utilisées pour fertiliser les cultures. Des travaux sur grandes cultures aux USA (Wisconsin) ont montré un effet favorable de ces préparations sur l'enracinement et les rendements du blé et du maïs (BERNARD et *al.*, 2012).

II.4.2. Stimulant de la défense naturelle des plantes

L'extrait d'ortie est utilisé soit comme stimulant de fertilisation, soit comme stimulant des défenses naturelles des plantes vis-à-vis de certaines maladies ou

invasions de parasites. Il agit indirectement en renforçant la combativité des plantes face aux agresseurs potentiels. Il peut aussi ralentir ou arrêter les cycles de reproduction de certains parasites en modifiant leur environnement immédiat (BERTRAND, 2008).

II.4.3. Activateur de croissance

Le purin d'Ortie est riche en azote, calcium et potassium ce qui fait de celui-ci un excellent activateur de croissance. En effet 2 l de purin dilué dans 10 l d'eau de pluie permet de restituer aux plantes les nutriments nécessaires à leur croissance sous une forme assimilable. Une plus forte concentration pourrait au contraire inhiber la croissance. Les molécules azotées directement assimilées par les plantes sont NH_4^+ (ammonium) et NO_3^- (nitrate) pour synthétiser des acides aminés. Le purin permet ainsi un meilleur développement des appareils végétatifs et racinaires de la plante (BERTRAND, 2008).

II.4.4. Insecticide, un insectifuge et fongicide naturel

Une dilution à 10% (1 l de purin dans 10 l d'eau de pluie) de celui-ci permet de lutter contre les pucerons et acariens lorsqu'on le pulvérise sur les feuilles.

A plus forte concentration, il permet de lutter contre les champignons, les lichens, le mildiou... De même il a un effet répulsif contre certains parasites pouvant être nuisibles pour les plantes. De même, associé avec de la Prêle, le purin d'Ortie permet de limiter les attaques de pucerons et d'araignées rouges sur les arbres fruitiers. Une expérience réalisée au Népal sur des cultures de radis, de pois et de concombre a mis en évidence le rôle des « extraits frais et fermentés d'Ortie » dans la lutte de l'alternariose (radis) et de l'oïdium (pois et concombre) en étudiant les rendements. Les recherches à ce stade restent très limitées. Cependant, des travaux effectués au Kenya In-vitro en laboratoire ont mis en évidence l'inhibition de la germination des spores (ou conidies) de certains champignons pathogènes tel que le *Fusarium sp.* A noter également la présence de phytopathogènes qui permettent de renforcer les défenses de la plante (ANONYME, 2016).

III.1. Origine et historique du Haricot

Dans le groupe des légumineuses comestibles, le haricot commun *Phaseolus vulgaris* L est l'une des légumineuses les plus cultivées et la plus consommée dans le monde (ZANATTA et *al.*, 2007) grâce à sa grande diffusion dans les 5 continents et parce qu'elle constitue un élément nutritif indispensable au régime alimentaire humain (BROUGHTON et *al.*, 2003).

Le haricot est apparu et a été domestiqué en deux principaux centres de diversité : l'Amérique Centrale et la Cordillère des Andes (YAN et *al.*, 2001).

Le haricot a été découvert par Christophe Colomb sur l'île de Cuba. Il y a environ 7000 ans, le haricot était déjà cultivé par les habitants du Mexique et du Pérou, il conquiert progressivement toute l'Amérique du Sud (LAMBOLEY, 2001). Le haricot commun a été diffusé dès le XVIème siècle vers d'autres régions, après la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb, principalement les Etats-Unis, l'Europe et l'Afrique tropicale, secondairement vers l'Afrique du Nord et l'Asie (BAUDOUIN et *al.*, 2001).

Pour être rapidement diffusé dans les zones méditerranéennes et subtropicales du globe (PERON, 2006). L'espèce est bien établie dans de nombreux pays Africains par où elle a été introduite par les Portugais au XX siècle.

Il est largement cultivé en Amérique Latine et Centrale où le Mexique et le Brésil en sont les principaux producteurs, mais sa production en Afrique est moins importante qu'en Amérique (DIAW, 2002).

En Algérie il est cultivé essentiellement en hiver dans les basses terres (BROUGHTON et *al.*, 2003) mais malheureusement, sa culture en Algérie est en baisse à cause de certains facteurs biotiques et abiotiques (BENADIS et *al.*, 2012).

III.2. Classification de la plante du haricot

Selon la dernière classification le haricot est classé comme suite

Tableau 4 : Place du taxon dans la classification APG III

***Phaseolus vulgaris* L.**

Rang	Nom scientifique
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	Phaseolus
Espèce	Phaseolus vulgaris

(ANONYME, 2016)

Le genre *Phaseolus* comprend plus ou moins 35 espèces dont 5 sont cultivées notamment

Phaseolus vulgaris.

Phaseolus lunatus L.

Phaseolus coccineus L.

Phaseolus polyanthus Greenm.

Phaseolus acutifolius A. Gray, Var, *Latifolius*, Freeman.

III.3. Description botanique

III.3.1. Racine

La racine principale n'est pas dominante et sa croissance peut être facilement stoppée par les obstacles du sol. Les racines latérales sont nombreuses et ont un développement qui dépasse par la suite en longueur celui de la racine principale. Des

nodosités peuvent se former sur les radicelles, mais on ne peut pas considérer le haricot comme une plante enrichissant le sol en azote car son cycle végétatif est très court (CHAUX et FOURRY, 1994).

En conditions moyennes, les racines atteignent 15 cm de profondeur au stade de la 3^{ème} feuille trifoliolée et dépassent 30cm au début de floraison (CHAUX et FOURRY, 1994).

III.3.2. Tige

La tige du haricot est herbacée, parfois lignifiée à la base. Suivant le port de la tige, on distingue des formes naines et des formes hautes à rames (BEZPALY ,1984) Elle est angulaire, mince et volubile chez les variétés à rames, pouvant atteindre jusqu'à 3 mètres de hauteur, et de 20 à 40 cm chez les variétés naines, de couleur verte ou violacée vide à l'intérieur et d'un diamètre supérieur à 4mm (CABURET et LETHÈVE, 2002).

III.3.3. Feuille

Les feuilles du haricot sont trifoliées. Les premières feuilles opposées au limbe sont dites cotylédonaire. Les feuilles suivantes sont alternées. Elles sont dites trifoliées à folioles triangulaires. (HOPKINS, 2003).

III.3.4. Fleurs

Les fleurs sont portées sur des grappes axillaires, de 4 à 10 fleurs. La corolle, papilionacée présente un étendard verdâtre à carmin, 2 ailes, blanches, une carène de même couleur. La fleur du haricot reste naturellement fermée. Elle est très rarement visitée par les insectes, alors la pollinisation est autogame (CHAUX et FOURRY, 1994).

III.3.5. Gousses

Les gousses sont droites arquées, à section aplatie, elliptiques ou arrondies (CHAUX, 1972). A l'état frais, elles présentent une vaste gamme de nuances allant du vert (haricot vert) au jaune (haricot beurre). A un stade plus ou moins avancé, selon le type variétal, la gousse développe deux structures fibreuses. A maturité complète, ces structures interviennent dans le mécanisme de la déhiscence : le fil et le parchemin (CHAUX et FOURRY, 1994).

III.3.6. Graines

Les graines du haricot peuvent présenter des formes, des couleurs et des consistances variables (DORE et VAROQUAUX, 2006). Selon CABURET et

LETHÈVE (2002), les graines peuvent être blanches; roses; noires; marrons ou violettes. Elles sont rondes uniformes, cylindriques ou ovales.

Tableau 5 : Description générale de l'espèce *Phaseolus vulgaris* L.

Type	Plante annuelle
Port	Variable buissonnant, prostré, rampant, voir volubile à croissance déterminée ou indéterminée.
Hauteur	30 à 80 cm, forme naine de 20 à 60 cm.
Tiges	Section circulaire, tiges grêles, parfois légèrement cannelées, glabres.
Feuilles	Type : 3folioles, pilosité : faible ou nulle, stipule : oui, éperonnées à la base, stipelle : oui peu visible, folioles : ovales aigues.
Inflorescence	En grappes axillaires, axe de 20-25 cm le long de cet axe. Souvent une seule paire qui donne des gousses.
Fleur	Couleur : blanc, jaune, crène, rose, violet carême tordue en spirale. style : stigmat style tordus en spirales -stigmat globuleux
Gousse	Pendantes Déhiscence : oui en générale Parois : vertes ou jaunes Forme : étroite, allongé, droite, linéaire, +/- arquée, un peu étranglée entre les graines Extrémité : terminée par un bec section subcylindrique +/- aplatie Dimension : 8-20 cm à 1.5- 2.5 cm.

BORGET, 1989

III.4. Exigence de la culture du haricot *Phaseolus vulgaris* L.

III.4.1 Exigences climatiques

❖ La température

D'après PERON (2006), Les haricots verts sont cultivés en zone tempérée comme en zone tropicale. La température optimum pour sa culture est entre 20°C et 25°C. Le zéro végétatif est à 10°C et les fortes chaleurs sont néfastes à la fécondation des fleurs.

Le haricot est une plante de climat chaud, nécessitant donc des températures élevées. Sa germination n'est normale qu'au-dessus de 14 à 15°C (CHAUX, 1972).

Les besoins en températures du haricot durant tout le cycle végétatif soient présentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Besoins du haricot en température selon les stades de développement

Stade de développement	Besoin en température (°C)
Germination	20 à 25
Croissance	15 à 25
Floraison	15 à 25
Formation	> 30

(CHAUX et FOURY, 1994)

❖ La lumière

La plante présente une forte sensibilité à l'intensité lumineuse, notamment au moment de la floraison. Une déficience de lumière entraîne l'avortement des fleurs (PERON, 2006).

❖ Humidité

Le haricot exige autant une humidité de l'air que du sol pendant sa végétation. Généralement cette espèce recommande une humidité d'air de l'ordre de 60 à 70% (DEVIGNEN, 1986).

III.4.2. Exigences édaphiques

Le haricot vert s'adapte à de nombreux types de sols : légers à moyennement lourd ou tourbeux, avec un pH neutre et un bon drainage. Il est sensible à la salinité. Les sols les plus propices sont les colluvions, les sols allophanes bien pourvus en matières organiques et les vertisols magnésiens. Les sols ferralitiques acides sont les moins appropriés (CABURET ET HEKIMIAN, 2003).

Comme toutes les légumineuses, le haricot vert est une plante relativement exigeante en azote et c'est essentiellement la fixation symbiotique qui permettra de satisfaire ce besoin. Le taux de fixation peut atteindre 60 à 120 kg d'azote par hectare si les conditions édaphiques sont satisfaisantes, principalement au niveau des températures, du pH et des éléments minéraux (BAUDOUIN *et al.*, 2001).

III.4.3. Les besoins hydriques

Le besoin en eau de la culture est de 400 mm en plein champ et de 250-300 mm sous serre (avec le goutte-à-goutte). L'utilisation du goutte-à-goutte commence à se généraliser même en plein champ. (SKIREDJ, 2007).

III.4.4. Exigences nutritionnelles

Le haricot vert, comme toutes les légumineuses dispose de deux voies d'alimentation azotée :

- L'assimilation des nitrates du sol ou des engrais.
- La fixation symbiotique de N₂ atmosphérique.

Tout programme de fertilisation de cette culture ne peut être réussi que lorsqu'il prend en considération cette caractéristique des légumineuses (SKIREDJ, 2007).

Les haricots verts apprécient un apport de potasse et de phosphore, qui doit être fait sous une forme rapidement assimilable (superphosphate, sulfate de potasse), étant donné la brièveté du cycle de culture. Comme toutes les légumineuses, le haricot assimilent l'azote de l'air, un apport de 60 à 80 unités d'azote à l'hectare immédiatement avant ou après le semis, est généralement recommandé et permet une amélioration du rendement (LAUMONNIER, 1979).

III.5. Principaux travaux d'entretien

III.5.1. Binage et buttage

Deux binages assurés au tracteur léger. Le premier est effectué quelques jours après la levée, le second, qui sert de buttage, un peu avant la floraison.

On peut effectuer un léger buttage. Ces soins culturaux visent à maintenir l'aération et la fraîcheur du sol et favoriser l'assimilation des fumures (LAUMONNIER, 1979).

III.5.2. Désherbage

Le désherbage chimique du haricot est valable mais il demande de la prudence et de l'expérience. Généralement il est pratiqué avant l'installation de la culture pour éviter toutes sortes de concurrences : hydrique ou nutritionnelle (LAUMONNIER, 1979).

III.5.3. Arrosage

Il est vivement recommandé d'éviter l'irriguer quand la températures augmentent , pour cela les arrosages distribués par aspersion sont à exécuter le soir pour écarter tout risque de grillage du feuillage (LAUMONNIER, 1979).

III.5.4. Tuteurage

Les haricots à rames ont besoins d'être tuteurés pour le soutien des pousses, qui atteignent 1,80 m. Les bambous, piquets, ficelles, fil de fer, grillage sont utilisés pour le tuteurage (LAUMONNIER, 1979).

III.6. Maladies et parasites du haricot

Les maladies et les parasites qui peuvent se développer sur le haricot durant la période du cycle végétatif sont précisés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Les principales maladies et les parasites du haricot vert *Phaseolus vulgaris* L

Organes attequés et symptômes	Parasites ou Maladies	Traitement /observation/produit conseillé
La mouche de semis ronge les cotylédons et détruit le bourgeon central	Mouche des semis	Avant le semis Traitement préventif des sols par un insecticide
Feuilles décolorées, couvertes de petits points blancs, présence d'acariens à la face inférieure	Tétranyques (araignées jaunes)	Pulvériser avec un anti araignées et jaunes
Colonies de pucerons noirs ou verts	Pucerons	Ils transmettent de graves viroses. pulvérisés : insecticide liquide dès leur apparition
Feuilles portant des taches suivant les nervures, taches circulaires sur les gousses.	Anthraxnose	Effectuez trois traitements préventifs a partir de l'apparition des 1 ^{er} feuilles jusqu'après la floraison avec : maladies et pourritures
Postules brunes sous et sur les feuilles.	Rouille	Traitez préventivement les cultures tardives : MALADIES et pourritures
Feuilles et gousses portant des taches huileuses qui se nécrosent	Graisse	Maladies bactériennes, pulvérisés préventivement : bouillie bordelaise
Pourriture grise avec feutrage grisâtre sur les gousses	Botrytis	Favorise par les conditions humides et un grand développement de la végétation ; pulvériser : maladies et pourritures

(CHAUX et FOURY, 1994)

III.7. Aspect économique du haricot

III.7.1. Dans le monde

La production de *Phaseolus vulgaris* constitue 95% de la production mondiale du haricot. Moins de 5% de la production totale provient de trois autres espèces de *Phaseolus*. 30% de la production totale provient de l'Amérique tropicale. Le Brésil est le principal producteur (CABURET ET HEKIMIAN, 2003).

D'après BAUDOUIN et *al.*, 2001. La production mondiale en graine sèche est estimée à 14 millions de tonnes par an pour une superficie de 24 millions ha. L'Amérique latine fournit 30% ou 4 millions tonnes par an de cette production et la consommation par tête dans ce continent est de 13,3 kg par an ou 25 g par jour.

Selon F.A.O. (2010) les principaux pays producteurs du haricot sur l'échelle mondiale sont précisés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Principaux pays producteurs du haricot.

	Surface Cultivée (ha)	Production (tonnes)
États-Unis d'Amérique	114520	926600
France	28141	318200
Maroc	8000	160000
Philippines	14670	118454
Mexique	9700	101900
Pologne	7725	64614
Turquie	8200	60051
Japon	7000	48300
Argentine	6100	46200
Iraq	11400	41300
Pérou	9000	27300
Chine	1300	15300

(ANONYME, 2010)

III.7.2. En Algérie

D'après l'ITCMI, le haricot est une plante cultivée dans tout le territoire Algérien. Le haricot est placé en 13^{ème} position des cultures maraîchères, soit 2.16% de la production totale.

Parmi les légumes, le haricot occupe la 3ème position par une surface de 14.57% et ce par rapport à la superficie totale réservée au maraîchage.

Tableau 9 : Production du haricot vert en Algérie 2010- 2012

Années	Superficie (ha)	Production (qx)	Rdt (qx /ha)
2010	167,09	12 144	72,7
2011	147,89	15 373	103,9
2012	141,48	14 460	102,2

(ANONYME, 2016)

1. Objectif de l'expérimentation

Notre travail a pour objectif de mettre en évidence l'effet de purin d'ortie ou l'extrait de l'ortie (produit obtenu par macération prolongée de l'ortie dans l'eau) qui est considéré comme un biofertilisant riche en éléments minéraux nécessaires au développement des cultures, et stimulant de la défense naturelle des plantes, utilisé pour les petites exploitations agricoles. Pas seulement dans le but de résoudre le problème de disponibilité des intrants, mais aussi pour contourner les effets secondaires qui résultent de l'utilisation des produits chimiques qui : provoquent la dégradation des sols, polluent la biosphère, détruisent la microfaune utile du sol et affecte d'une manière implicite la santé humaine.

2. Le matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre expérimentation est le haricot vert (*Phaseolus vulgaris. L*) pour lequel on a choisi deux variétés : DJADIDA et CONTENDER. Dont les semences proviennent de l'Institut Technique de Cultures Maraichères et Industrielles (ITCMI).



Figure 7 : Grains de la variété DJADIDA

La variété DJADIDA présente les caractéristiques suivantes

- Variété naine de type mangetout.
- Bonne vigueur.
- Feuilles longues de couleur verte claire à fleurs blanches.
- Gousses de longueurs moyennes (16 cm), et de diamètre de (10 mm) à couleur verte foncée sans fil.
- Résistance au mildiou poudreux (ITCMI, 2016).

La variété CONTENDER :



Figure 8 : Grains de la variété CONTENDER

- La variété CONTENDER présente les caractéristiques suivantes
- Variété naine
- Présente des réactions rapides aux changements du milieu
- Feuilles longues de couleur verte claire à Fleurs violettes.
- Variété traditionnelle, rustique et résistante, elle produit des gousses charnues sans fil, d'environ 15 Cm, elle est recommandée pour les conserves, mais elle ne convient pas pour la congélation. (ITCMI, 2016).

3. Traitement utilisé

Le traitement utilisé dans notre expérience est le purin d'ortie.

C'est un extrait qui résulte de la macération prolongée de l'ortie dans l'eau.

Pour la préparation de la solution mère de cet extrait : on a suivi le protocole suivant :

- On a apporté un bidon en plastique tout en évitant les tonneaux de fer qui s'oxydent très rapidement en contact avec le purin d'ortie, ce qui change la composition chimique de l'extrait.
- On a mis 1Kg d'ortie fraîchement cueillie et bien découpée en petits morceaux dans le récipient.
- On a ajouté 9L d'eau de la station après vérifier sa composition chimique (Annexe 1)



Figure 9 : Préparation de purin d'ortie

- On a stocké le seau fermé hermétiquement à l'abri du gel et hautes températures tout en remuant le mélange chaque deux jours.

- On a effectué la filtration du mélange après la disparition des bulles.

La préparation du purin d'ortie a commencée le 20/02/2016, et on a pu obtenir le purin après 20 jours de macération dans des conditions presque adéquates pour le processus de fermentation.



Figure 10 : Etat final de purin d'ortie

Selon BERTRAND (2008), de fortes concentrations de l'extrait d'ortie peuvent produire des effets inverses de ceux recherchés et soit favoriser un développement exubérant de la végétation, au détriment d'une bonne floraison et fructification, soit inhiber la croissance des plantes, pour cela la dilution de la solution mère, reste une opération primordiale pour assurer la quantité nécessaire au développement de la plante.

La dose optimale indiquée dans la littérature des spécialistes et qui sert à la fertilisation des plantes varie entre 10% à 20%. Pour cette raison on a préconisé 3 concentrations à savoir :

T₁ : Dilution de la solution mère à 10%

T₂ : Dilution de la solution mère à 15%

T₃ : Dilution de la solution mère à 20%

4. Les doses

T₁: Chaque plante doit recevoir **50 ml** deux fois par semaine de la solution obtenue par dilution de **100 ml** de la solution mère de purin d'ortie dans un litre d'eau.

T₂: Chaque plante doit recevoir **50 ml** deux fois par semaine de la solution obtenue par dilution de **150 ml** de la solution mère de purin d'ortie dans un litre d'eau.

T₃ : Chaque plante doit recevoir **50 ml** deux fois par semaine de la solution obtenue par dilution de **200 ml** de la solution mère de purin d'ortie dans un litre d'eau.

Dans notre expérience on compare l'effet de purin d'ortie de différentes doses avec un témoin.

Témoin (T₀) : a porté sur l'application d'une dose de **10 g** d'engrais chimique solide **NPK (15. 15. 15)** par plante à deux reprises; une après le repiquage et l'autre juste après la floraison.

L'application de ces traitements s'est effectuée une semaine après le repiquage au niveau de la serre (02/03/2016).

5. Conditions expérimentales :

5.1. Lieu de l'expérience

Notre expérimentation a été réalisée au niveau de la station expérimentale de l'université Blida 1, département des Biotechnologies, située au bas du piedmont de l'Atlas Blidéen, limité à l'est par la commune de SOUMAA, à l'ouest par la commune d'OULED YAICHE, au nord par la commune de GUEROUAOU et BENI-MEREDDE et au sud par le mont de CHREA.

La surface de la serre est de 40 m^2 , elle est constituée par des chapelles métalliques qui ont une structure hémicylindrique (ayant la forme d'une moitié de cylindre) et une forme aérodynamique, couverte par un film plastique transparent en polyéthylène,

5.2. Température de la serre

La température a été prise pendant tout le cycle végétatif de la plante, 3 fois par jour à savoir : à 9:00h à 12:00h et à 16:00h.

Tableau 10 : Variation de la température sous serre au cours de l'expérimentation

Dates	9:00h	12:00h	16:00h
(24-01-2016), (03-02-2016)	8.9	17	14.9
(03-02-2016), (13-02-2016)	9.44	15.77	14.11
(13-02-2016), (23-02-2016)	10.9	21.4	18.9
(23-02-2016), (05-03-2016)	11.5	17.7	15.5
(05-03-2016), (15-03-2016)	15.5	23.3	22.4
(15-03-2016), (25-03-2016)	19.1	27	23.5
(25-03-2016), (04-04-2016)	18.44	24.77	23.66
(04-04-2016), (14-04-2016)	29.66	36	27.44
(14-04-2016), (24-04-2016)	28.5	35.62	28.65
(24-04-2016), (04-05-2016)	28.88	34.44	29
(04-05-2016), (11-05-2016)	31.11	36	33.44

D'après les données du tableau (10), nous constatons que les températures matinales moyennes, étaient défavorables à la croissance du haricot et ce par rapport aux données préconisées par CHAUX et FOURY (1994).

5.3. Le Substrat

Le bon développement du haricot demande un sol léger et riche en éléments fertilisants, pour cela, dans notre expérimentation on a préparé le terreau comme substrat. Il est constitué par

- 1/3 de fumier de vache bien décomposé, qui provient de la station expérimentale du département des Biotechnologies, Blida 1.
- 2/3 de terre, qui provient de la serre elle-même.

Les deux proportions sont bien mélangées et tamisées.



Figure 12 : Aspect final de terreau préparé (Photo originale, 2016).

5.4. Containers

Les containers utilisés sont des sachets en polyéthylène de couleur sombre (noir) ayant une capacité de 8,5 L et présentent des orifices de drainage à leur base afin de permettre l'évacuation des solutions nutritives excédentaires.

Chaque sachet mesure 38 cm de longueur et 28 cm de largeur

6. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un plan sans contrôle d'hétérogénéité (randomisation totale), dont l'affectation des traitements s'est faite d'une manière aléatoire.

Le dispositif expérimentale comprend 8 traitements qui résultent de la combinaison de deux facteurs : (facteur solution à 04 niveaux : T_0 , T_1 , T_2 et T_3) et facteur variété (deux variétés : V_1 et V_2)

$T_0 V_1$ / $T_0 V_2$ / $T_1 V_1$ / $T_1 V_2$ / $T_2 V_1$ / $T_2 V_2$ / $T_3 V_1$ / $T_3 V_2$ /

Répétés 3 fois, Alors (4 x 2 x 3) soit 24 unités expérimentales pour chaque Répétition.

Alors l'ensemble des unités expérimentales soit 72 Unités.

$T_0 V_1$	$T_0 V_1$	$T_0 V_1$	$T_3 V_2$	$T_3 V_2$	$T_3 V_2$
$T_0 V_2$	$T_0 V_2$	$T_0 V_2$	$T_1 V_2$	$T_1 V_2$	$T_1 V_2$
$T_1 V_1$	$T_1 V_1$	$T_1 V_1$	$T_0 V_1$	$T_0 V_1$	$T_0 V_1$
$T_1 V_2$	$T_1 V_2$	$T_1 V_2$	$T_0 V_2$	$T_0 V_2$	$T_0 V_2$
$T_2 V_1$	$T_2 V_1$	$T_2 V_1$	$T_3 V_2$	$T_3 V_2$	$T_3 V_2$
$T_2 V_2$	$T_2 V_2$	$T_2 V_2$	$T_1 V_1$	$T_1 V_1$	$T_1 V_1$
$T_3 V_1$	$T_3 V_1$	$T_3 V_1$	$T_2 V_1$	$T_2 V_1$	$T_2 V_1$
$T_3 V_2$	$T_3 V_2$	$T_3 V_2$	$T_2 V_2$	$T_2 V_2$	$T_2 V_2$
	$T_0 V_1$	$T_0 V_1$	$T_0 V_1$		
	$T_0 V_2$	$T_0 V_2$	$T_0 V_2$		
	$T_1 V_1$	$T_1 V_1$	$T_1 V_1$		
	$T_2 V_2$	$T_2 V_2$	$T_2 V_2$		
	$T_1 V_2$	$T_1 V_2$	$T_1 V_2$		
	$T_3 V_1$	$T_3 V_1$	$T_3 V_1$		
	$T_2 V_1$	$T_2 V_1$	$T_2 V_1$		
	$T_3 V_2$	$T_3 V_2$	$T_3 V_2$		

T_0 . T_1 . T_2 . T_3 . = Traitement

V_1 . V_2 = Variété

Figure 12 : schéma du dispositif expérimental

7. Conduite de la culture

7.1. Semis

C'est la première opération effectuée, elle a été réalisée le **14 / 02 / 2016** dans des gobelets en plastique contenant de la tourbe noire.

Les graines sont déposées à **3 cm** de profondeur puis recouvertes par une autre couche de tourbe et arrosées en abondance jusqu'à infiltration de l'eau par les trous de drainage pour l'obtention d'une bonne germination des semences du haricot.



Figure 13 : Semis du haricot

Les arrosages ont été effectués à une fréquence de **2 à 4** fois par semaine selon la fluctuation de la température.

Le stade pépinière a duré 10 jours dans des conditions presque adéquates, afin que les plantes prennent un aspect vigoureux.



Figure 14 : plantules du haricot au stade pépinière (photo originale, 2016).

7.2. Repiquage sous serre

Le repiquage a été effectué le **24 / 02 / 2016** lorsque les plantules sont devenues vigoureuses. L'opération consiste à transplanter la plantule avec sa motte directement dans le sachet, la recouvrir puis l'irriguer pour avoir une bonne cohésion entre les racines et le sol.

Il est vivement recommandé d'éviter la transplantation lorsque les températures dépassent 25° C, pour cela on a repiqué le haricot lorsque il faisait frais.



Figure 15 : Transplantation du haricot au niveau de la serre.

8. Travaux d'entretien

8. 1. Irrigation

L'irrigation est très importante en culture maraîchère, surtout après le repiquage, elle permet une bonne reprise des plantules. La fréquence des irrigations est en fonction de la température et le stade de développement de la plante.

Dans notre expérience on a donné 500 ml d'eau pour chaque plant, chaque 2 jours en stade (2 feuilles et 4 feuilles) et lorsque les températures journalières étaient faibles, Mais à partir de cela, on a donné 500 ml d'eau chaque jour pour chaque plante.



Figure 16 : Irrigation du haricot (photo originale, 2016)

8.2. Désherbage

Dans le but de réduire les risques d'attaques de nos plantes par des parasites, des insectes, aussi pour éviter la concurrence hydrique et nutritionnelle, le désherbage manuel était réalisé régulièrement (deux fois par semaine).

8.3. Aération de la serre

L'aération de la serre se faisait quotidiennement par l'ouverture des portes et l'écartement du film plastique (figure 17) pour diminuer les excès d'humidité et de chaleur qui représentent des conditions favorables au développement des maladies cryptogamiques.



Figure 17 : Aération de la serre (photo originale, 2016)

8.4. Binage

Le binage est une opération qui s'effectue le premier mois après la reprise des plantes, pour assurer l'aération des racines et réduire le tassement du sol.



Figure 18 : Opération du binage (photo originale, 2016)

8.5. Traitements phytosanitaires

La serriculture présente un inconvénient majeur, c'est les maladies cryptogamiques, à cause de la grande humidité retenue par la serre. Au cours de notre expérience, nous avons appliqué un traitement chimique Antifongique préventif chaque 15 jours, après une semaine de repiquage, pour éliminer tous les risques d'attaques fongiques.

Tableau 11 : Traitements utilisés en expérimentation

Dates	Produits	Désignation	Dose	Matière active
à partir de 02/03/2016	Medomyl	Fongicide	1g/l	Mancozeb 64% Metaloxyl 8%

L'application du traitement par pulvérisation est effectuée manuellement seulement pour le témoin.



Figure 19 : Application du traitement fongique (photo originale, 2016)

9. Récolte

Les fruits sont récoltés au stade vert, la première récolte a été effectuée le **10/04/2016**. L'essai a porté sur trois récoltes soit une fois tous les **15** jours.

Récolte 1 : 10/04/2016 c'est-à-dire 77 jours après semis.

Récolte 2 : 26/04/2016 c'est-à-dire 92 jours après semis.

Récolte 3 : 11/05/2016 c'est-à-dire 107 jours après semis.

10. Paramètres étudiés

On distingue 2 types de paramètres étudiés durant l'expérimentation : paramètres de croissance et paramètres de production.

10.1. Paramètres de croissance

10.1.1. Evolution de la croissance

Elle a été mesurée en **cm**. Elle représente les différentes phases de la vie de la plante.

10.1.2. Vitesse de croissance

Le principe consiste à diviser la hauteur des plants de chaque traitement par le nombre de jours, correspondant à chaque mesure. Ce paramètre est exprimé en **cm / jour**.

10.1.3. Hauteur finale des plantes

Elle a été mesurée en **cm** à l'aide d'un mètre ruban, du collet jusqu'à l'apex, ce paramètre a été mesuré au moment de la coupe finale.

10.1.4. Nombre des feuilles

Le principe consiste à faire un comptage des feuilles pour chaque plante au moment de la coupe finale.

10.1.5. Poids frais des feuilles

Consiste à peser les feuilles à l'état frais juste après l'arrachage de la plante afin de contrôler leur développement.

10.1.6. Poids frais des tiges

Consiste à peser les tiges à l'état frais juste après l'arrachage de la plante afin de contrôler leur développement.

10.1.7. Poids frais des racines

Consiste à peser les racines à l'état frais juste après l'arrachage de la plante afin de calculer la moyenne (g).

10.1.8. Longueur des racines

Consiste à mesurer la longueur des racines en (cm) après l'arrachage de la plante afin de calculer la moyenne (g).

10.1.9. Poids sec des feuilles, des tiges et des racines

Les parties de la plante à l'état frais doivent être séchées dans une étuve à température égale de 70°C. Après le séchage, ces parties des plantes doivent être pesées plusieurs fois jusqu'à la stabilisation de leur poids sec.

10.2. Paramètres de production

10.2.1. Nombre de gousses

Ce comptage a été effectué à la maturité des fruits du haricot afin de voir l'effet du traitement appliquée.

10.2.2. Poids de gousses par plant

Ce comptage a été effectué à la maturité des fruits du poivron et piment afin d'estimer le rendement des fruits par plant. Ce paramètre est exprimé en (g)

10.2.3. Rendement total des gousses par m²

Le rendement estimé par mètre carré a été mesuré selon le nombre des plants qui peuvent occuper un mètre carré de surface. La production est évaluée par détermination du rendement total des fruits dans chaque traitement en (g).

Paramètre de croissance

Évolution de la croissance

On estime l'évolution de la croissance des plantes du haricot après l'application des différents traitements par la mesure de la hauteur des plantes chaque 10 jours.

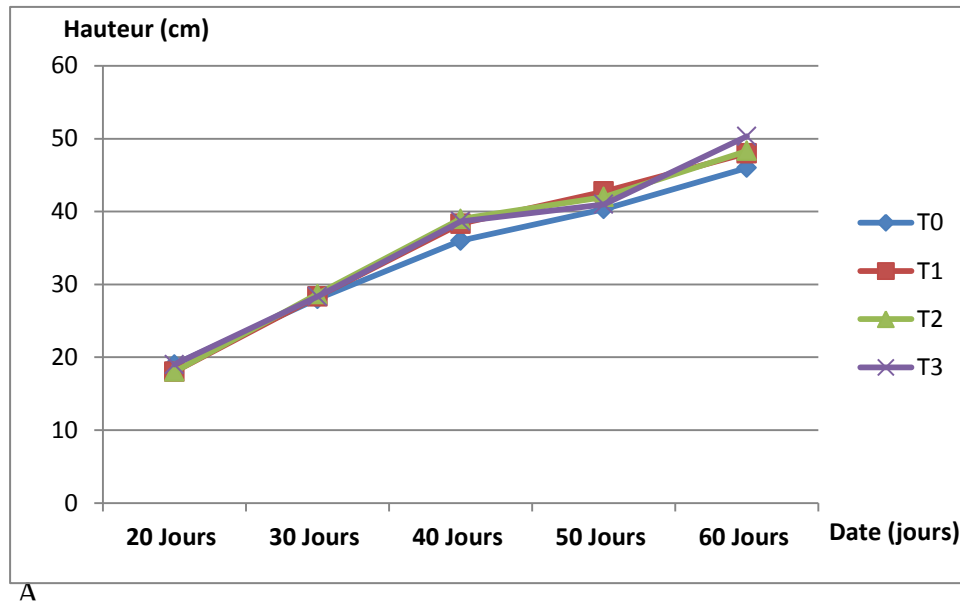


Figure 20 : Evolution de la croissance des plantes du haricot (cm /jour)

La figure 20 montre que l'évolution de la croissance des plantes testées passe par deux phases :

La première débute du 20^{ème} jours jusqu'au 45^{ème} jours, c'est une phase végétative où toutes les réserves de la plantule sont destinées à la construction des tissus végétaux, elle se traduit par une forte croissance dans les différents traitements.

La deuxième phase commence le 55^{ème} jours, où on constate que les plantules reprennent leur évolution d'une manière plus normale. Cependant les deux phases sont séparées par un stade à évolution lente, qui commence à partir du 45^{ème} jours jusqu'au 55^{ème} jours, révélé par les différents traitements. Qui peut être expliquée par l'apparition des boutons floraux (la floraison) et le début de la formation des fruits (la nouaison), aussi par l'arrêt de l'application des traitements.

-

Vitesse de croissance

La vitesse de croissance a été mesurée lors de chaque décade à partir du 10^{ème} jour après la transplantation jusqu'à la coupe finale des plantes voir 60 jours après la transplantation. La figure 21 montre la vitesse de la croissance des plants du haricot

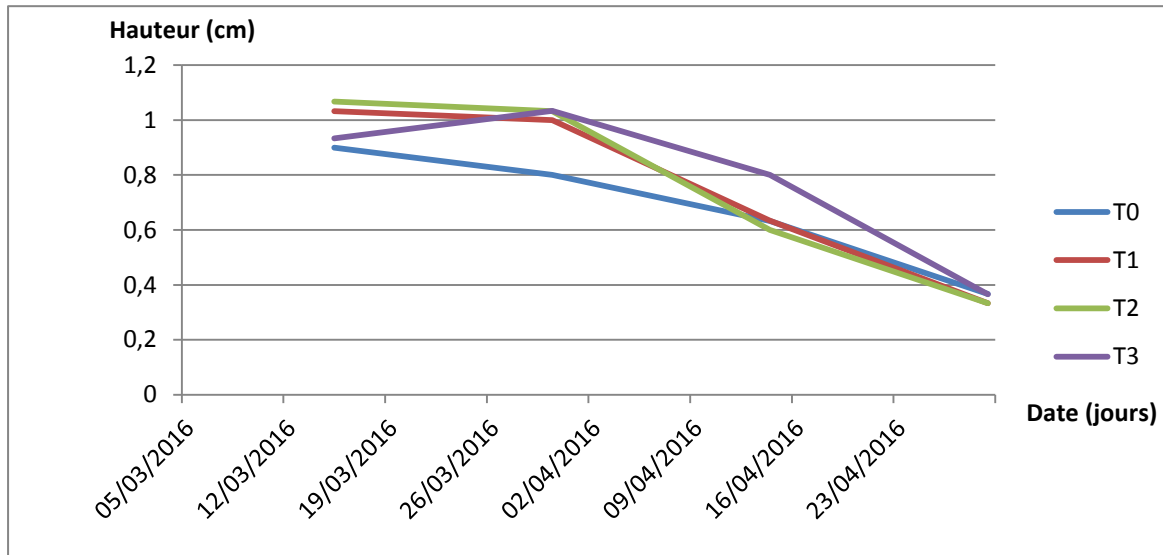


Figure 21 : La vitesse croissance des plantes du haricot (cm /jour)

L'illustration révèle chez les deux variétés du haricot que la meilleure vitesse de croissance a été enregistrée pour le traitement T3 (dilution de purin d'ortie à 20%) suivie par le traitement T2 qui représente la concentration 15% et la plus faible vitesse de croissance a été obtenue avec le traitement T0 (traitement NPK) pour une dose de 20g/l.

Selon les résultats de la figure 10, la vitesse de croissance des plantes traitées par le purin d'ortie (T1, T2 et T3) montre la présence de deux phases : la première phase représente les premiers 25 jours après l'application du traitement où on remarque que la vitesse de croissance est élevée pour l'ensemble des traitements, Cette augmentation pourrait être expliquée par la présence au niveau des traitements d'éléments nutritifs favorables à la croissance des plantes notamment l'azote et les oligo-éléments. Pour la deuxième phase, on constate une diminution progressive de la vitesse de croissance qui est peut être dû à la phase de floraison, de nouaison et de formation de gousses chez les plantes.

Cependant le traitement T0 montre une faible vitesse de croissance durant tout le cycle de la plante par rapport aux autres traitements de purin d'ortie.

Nos résultats sont confirmés par les travaux de **CROUCH et VAN STADEN (1993)** qui montrent que la vitesse de croissance augmente d'une manière significative chez les plants traités par les extraits d'algues par rapport aux plantes qui ont reçu une fertilisation chimique d'NPK.

Hauteur finale des plantes

Les hauteurs finales des plantes ont été mesurées au moment de la coupe finale (du collet jusqu'à l'extrémité des plants) ; les résultats obtenus des hauteurs finales moyennes sont consignés dans le tableau 12:

Tableau 12 : hauteur finale des plantes en (cm)

Traitement	T0V1	T1V1	T0V2	T1V2	T2V1	T2V2	T3V1	T3V2
Hauteur finale	46,0 ± 2,64 c	50,66 ± 1,52 b	51,66 ± 2,51 b	52,33 ± 2,51 b	53,33 ± 2,08 b	60,0 ± 1,0 a	62,0 ± 2,0 a	64,0 ± 6,30 a

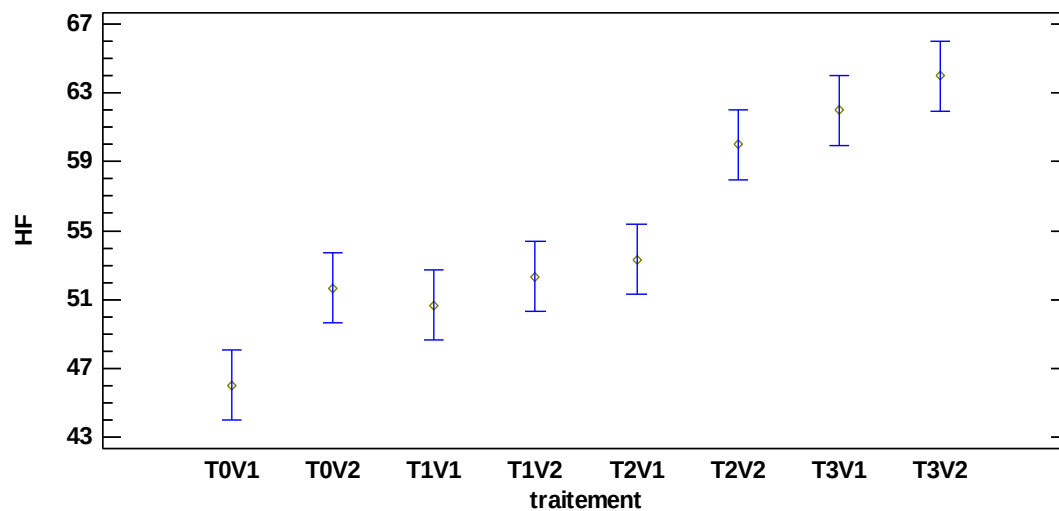


Figure 22 : Hauteur finale des plantes (cm)

D'après le tableau 12 et la figure 22, nous constatons que les hauteurs moyennes finales des plantes du haricot sont comprises entre 46 cm (T0) et 64 cm (T3).

L'Analyse de la variance montre une différence statistiquement significative à un niveau de confiance de 95% entre les différentes hauteurs étudiées (Annexe 1)

Le teste de NEWMAN-KEULS révèle la présence de 3 groupes homogènes et indiquent que la hauteur la plus élevée (avec une valeur de 64 cm) a été enregistrée au niveau du traitement du purin d'ortie T3 en application racinaire obtenu par dilution de la solution mère à 20 %. Et la plus faible hauteur (avec une valeur de 46 cm) au niveau du témoin : fertilisation chimique NPK (15-15-15) à une dose de 20 g/plant. Les valeurs obtenues montrent un impact positif de l'application du traitement du purin d'ortie sur la hauteur des plantes du haricot par rapport au traitement du NPK.

Les travaux de **THIRUMARUN et al (2009)** ont des résultats similaires à nos résultats. Les plants traités par les biofertilisants à base d'extraits d'algues ont une hauteur considérable par rapport aux plants non traités.

Ce qui augmente la vigueur générale des plants.

Nombre de feuilles

Le Tableau 13 représente le nombre de feuilles enregistré au moment de la coupe finale des plantes du haricot :

Tableau 13 : Le nombre final moyen des feuilles

Traitement	T0V1	T0V2	T1V2	T2V2	T3V2	T1V1	T2V1	T3V1
Nombre de feuilles	26,33 ± 2,51 d	31,33 ± 3,05 c	32,33 ± 1,52 bc	33,66 ± 1,52 abc	35,66 ± 0,57 abc	36,0 ± 1,0 abc	36,33 ± 1,52 ab	37,33 ± 2,08 a

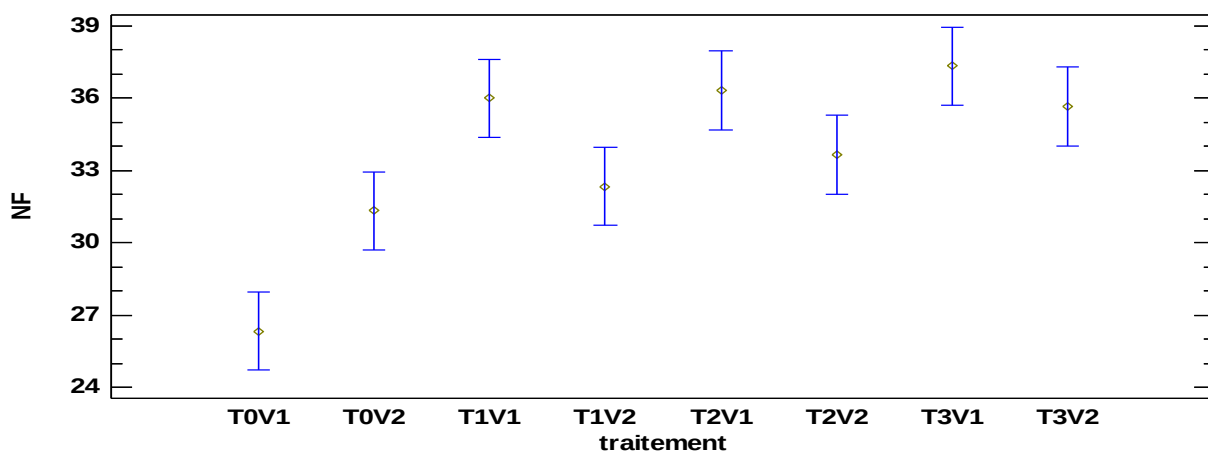


Figure 23 : Nombre de feuilles

Les résultats relatifs au nombre final des feuilles sont compris entre 26.33 (T0V1) et 37.33 (T3V1)

L'analyse de la variance pour le nombre des feuilles moyen (annexe 2) montre que le test F est significatif pour ce caractère. Le F observé étant plus grand que le F théorique, pour un risque d'erreur de 1ère espèce $\alpha = 0.05\%$. Ce résultat traduit qu'il existe un effet significatif des traitements étudiés sur le nombre des feuilles des plants des deux variétés du haricot (DJADIDA et CONTENDER).

Le test de NEWMAN et KEULS, indique la présence de plusieurs groupes homogènes et détermine les meilleures moyennes de nombre des feuilles qui sont représentées par le traitement T3V1 (dilution de la solution mère à 20%) avec une valeur de (37.33). Toutefois, le plus petit nombre de feuilles est celui de T0V1, suivis du traitement T0V2. Ces résultats indiqueraient que les traitements étudiés agissent efficacement sur le nombre de feuilles des plants.

De même on remarque que tous les plants qui ont reçu un traitement de purin d'ortie ont un nombre de feuilles plus important à ceux qui ont reçu une fertilisation chimique d'NPK, ce qui prouve la richesse de purin d'ortie par des éléments nutritifs tel que l'azote favorisant la végétation et le développement de la partie aérienne.

Poids frais des feuilles

Les résultats obtenus pour le poids frais des feuilles sont représentés dans le tableau 14 et illustré par la figure 24.

Tableau 14 : Le poids frais des feuilles en (g)

Traitement	T0V1	T0V2	T3V1	T1V2	T2V2	T2V1	T3V2	T1V1
Poids frais de feuilles	65,2 ± 1,8 g	71,56 ± 2,55 f	76,74 ± 1,89 e	79,46 ± 1,22 de	82,53 ± 2,05 cd	84,4 ± 1,90 bc	87,48 ± 3,60 ab	90,19 ± 2,37 a

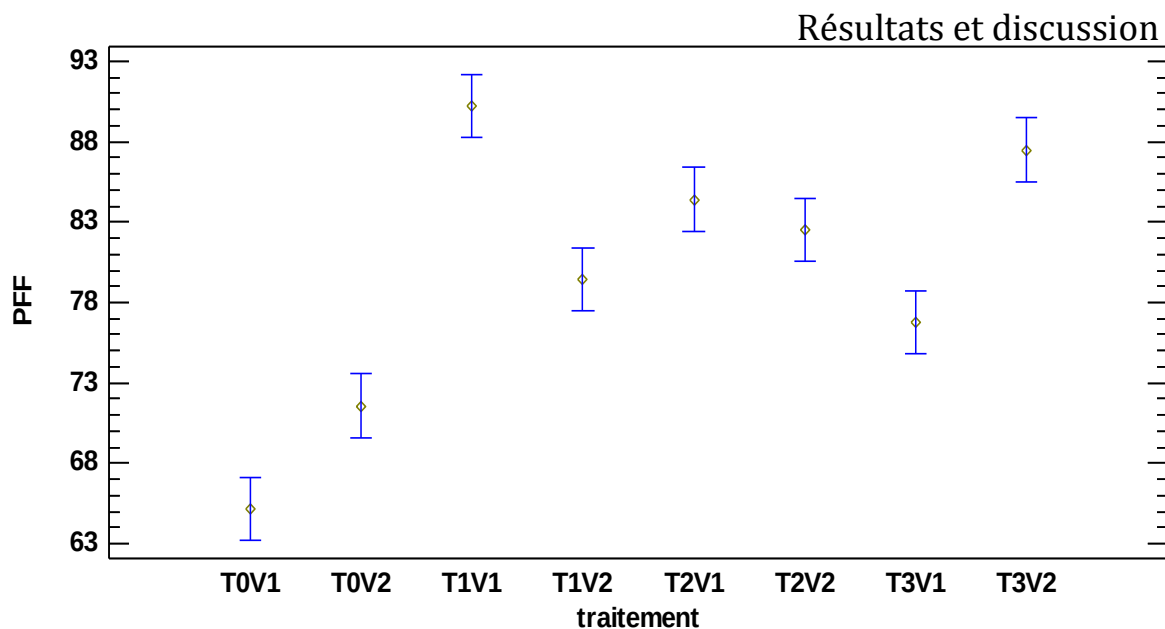


Figure 24 : Poids frais des feuilles (g)

Les résultats relatifs au poids frais des feuilles sont compris entre 65.2 (T0V1) et 90.19 (T1V1)

L'analyse statistique de la variance du poids frais moyen des feuilles (annexe 3) indique qu'il existe une différence significative des traitements pour les deux variétés DJADIDA et CONTENDER (probabilité = 0.0000).

Le test de NEWMAN et KEULS, dévoile la présence de plusieurs groupes homogènes et révèle les meilleurs poids moyens de ce paramètre.

Il en ressort que la valeur la plus élevée est obtenue pour le traitement T1V1 (dilution de la solution mère à 10 %) avec 90.19 g, alors que la plus faible est observée chez le témoin (T0V1) avec 65.2 g.

Ces chiffres prouvent un effet positif des différents traitements pour le paramètre étudié.

Poids frais des tiges

Les résultats obtenus pour le poids frais des tiges sont représentés dans le tableau 15 et illustré par la figure 25.

Tableau 15 : Le poids frais des tiges en (g)

Traitement	T0V1	T2V2	T3V1	T0V2	T1V2	T3V2	T1V1	T2V1
Poids frais de tiges	32,24 ± 0,48 e	40,46 ± 1,42 d	41,3 ± 0,78 d	43,6 ± 2,05 d	52,5 ± 3,17 c	55,9 ± 3,60 c	65,46 ± 2,46 b	94,13 ± 1,60 a

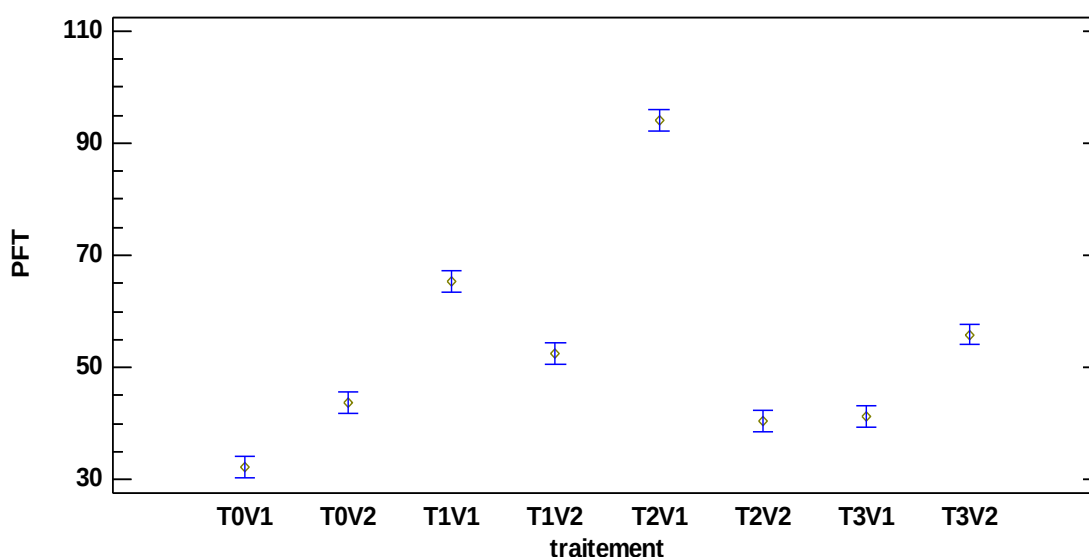


Figure 25 : poids frais des tiges (g)

D'après le tableau 15, nous constatons que le poids frais des tiges moyen des plantes du haricot est compris entre 32.24 g (T0) et 94.1 g (T2).

L'analyse de la variance des traitements étudiés (annexe 4) montre que le test F est très hautement significatif ($P=0.0000$) pour les deux variétés étudiées

Le test de NEWMAN et KEULS, montre la présence de 5 groupes homogènes (a) (b) (c) (d) (e) classés par ordre croissant, révélant des moyennes meilleures du poids frais des tiges.

Le tableau 15 et la figure 24 indiquent que le plus grand poids frais des tiges a été enregistré avec le traitement T2 pour la variété DJADIDA avec une valeur égale de (94.13 g). En revanche, le plus faible poids frais des tiges est signalé dans le T0V1 fertilisation chimique de NPK (15-15-15), avec une valeur moyenne de 32.24 g.

Par ailleurs les travaux de **ZIADI et al (2006)** qui renforcent notre travail, où ils ont prouvés que les biofertilisants à base d'algues marines influent positivement sur la biomasse produite chez les plantes.

Selon **CROUCH** et **VAN STADEN (1992)**, les traitements avec l'extrait d'algues augmentent considérablement la partie aérienne et la biomasse fraîche des tiges et des feuilles.

Poids frais des racines

Les résultats obtenus pour le poids frais des racines sont représentés dans le tableau 16 et illustré par la figure 26.

Tableau 16 : Le poids frais des racines en (g)

Traitement	T0V2	T3V1	T2V2	T0V1	T3V2	T1V2	T2V1	T1V1
Poids frais des racines	77,4 ± 0,87 f	81,06 ± 1,47 e	84,6 ± 1,56 d	85,8 ± 3,21 d	88,26 ± 2,29 cd	91,2 ± 1,13 c	94,96 ± 2,64 b	108,33 ± 0,57 a

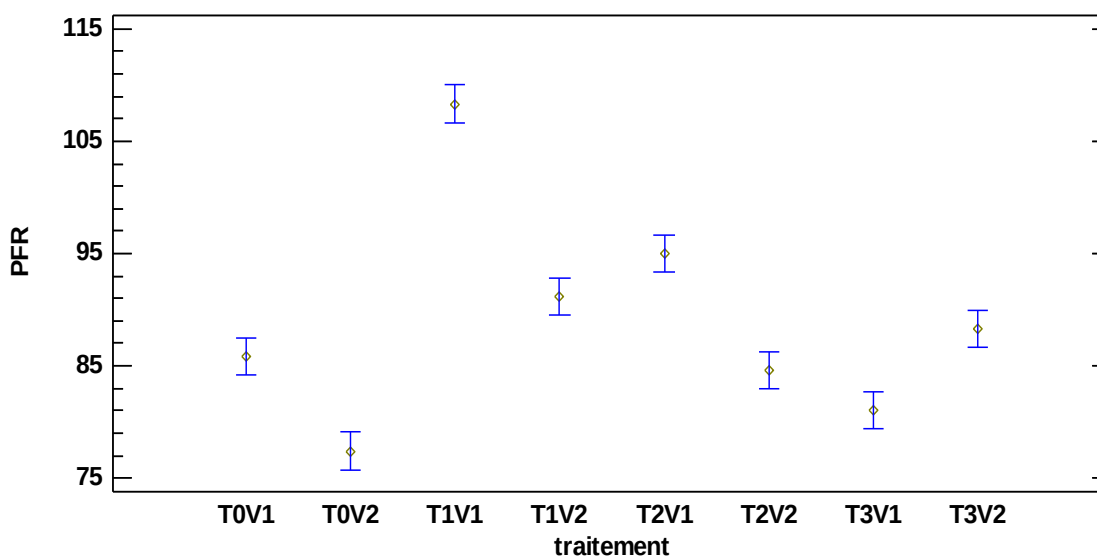


Figure 26 : Poids frais des racines (g)

L'analyse de la variance du traitement étudié (annexe 5) fait apparaître une différence très hautement significative pour le poids frais des racines. Ceci traduit l'impact des traitements par le purin d'ortie et de son mode d'application sur ce paramètre.

Le test de NEWMAN et KEULS, classe plusieurs groupes homogènes et révèle des valeurs de poids frais des racines oscillant entre (77.4 g) et (91.2 g) pour la variété CONTENDER et (81.04 g) et (108.33 g) pour la variété DJADIDA. Le meilleur traitement étant le T1V1, suivi du T2V1 avec une valeur de (108.33 g) et (94.6 g). Toutefois, le traitement ayant donné le plus faible poids sec est le T0V2.

Longueur des racines

Les résultats obtenus pour la longueur des racines sont représentés dans le tableau 17

Tableau 17 : Longueur des racines en (cm)

Traitement	T0V2	T0V1	T3V2	T3V1	T2V1	T2V2	T1V2	T1V1
Longueur des racines	27,33 ± 2,08 d	31,33 ± 1,52 c	36,9 ± 1,41 b	38,1 ± 2,08 b	44,66 ± 1,33 a	44,83 ± 3,05 a	47,8 ± 3,92 a	49,33 ± 1,72 a

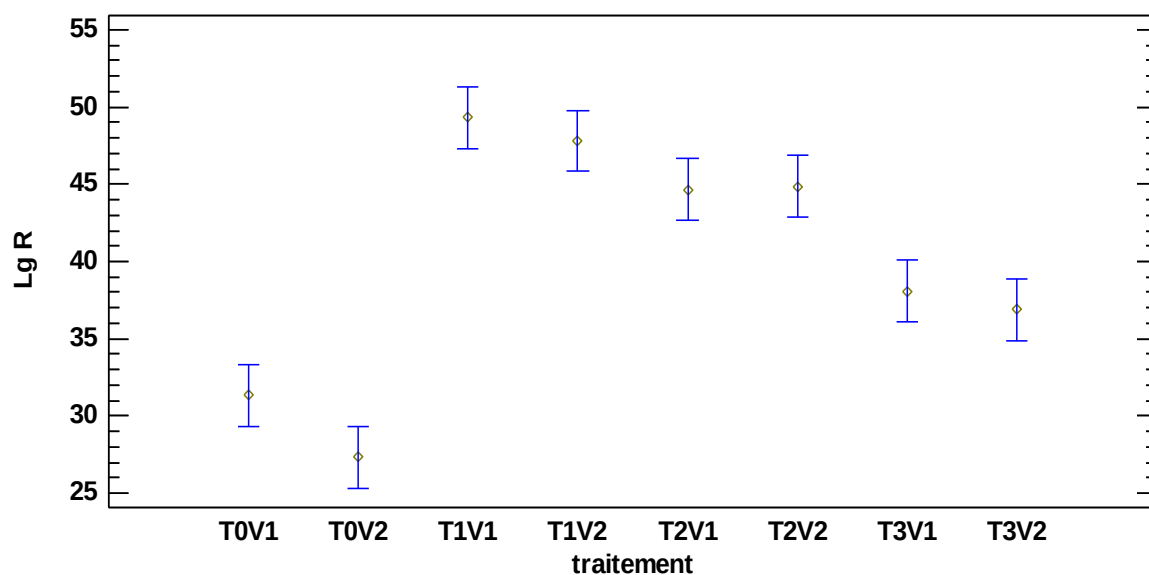


Figure 27 : Longueur des racines (cm)

D'après le tableau 17, nous constatons que la longueur moyenne des racines des plantes du haricot est comprise entre 27.33 cm (T0) et 49.33 cm (T1).

Comme la valeur de la probabilité pour le test F est inférieure à 0,05, l'analyse de la variance montre qu'il y a une différence statistiquement significative entre les moyennes de longueur des racines d'un traitement à l'autre, à un niveau de confiance de 95,0% (annexe 6).

Le teste de NEWMAN-KEULS révèle la présence de 4 groupes homogènes, les résultats obtenus indiquent que la longueur la plus élevée (avec une valeur de 49.33 g) a été enregistré au niveau du traitement du purin d'ortie T1 obtenu par dilution de la solution mère à 10 %. Et la plus faible valeur est de 27.33 g au niveau du témoin : fertilisation chimique NPK (15-15-15) à une dose de 20 g/plant.

Alors que on remarque que le traitement T3 n'est pas aussi efficace pour le caractère étudié, car la forte dose de purin d'ortie favorise l'élongation de la partie aérienne au dépend de la partie souterraine.

Poids sec des feuilles

Les résultats obtenus pour le poids sec des feuilles sont représentés dans le tableau 18

Tableau 18 : Le poids sec des feuilles en (g)

Traitement	T2V2	T1V1	T3V1	T0V2	T3V2	T0V1	T1V2	T2V1
Poids sec des feuilles	13,19 ± 1,01 d	15,15 ± 1,87 c	15,8 ± 2,26 b	15,95 ± 0,99 b	18,15 ± 1,14 a	18,20 ± 0,99 a	19,18 ± 1,93 a	21,20 ± 2,62 a

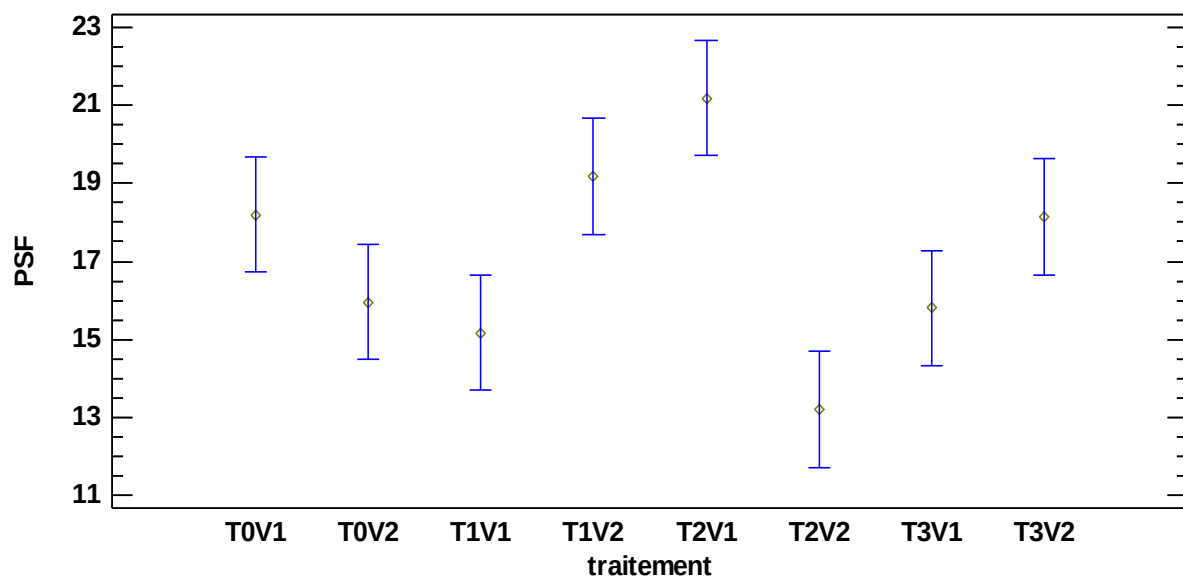


Figure 28 : Poids sec des feuilles (g)

L'analyse statistique de l'effet des traitements testés sur ce paramètre présenté dans (l'annexe 7) montre une différence significative en ce qui concerne le poids sec des feuilles pour les deux variétés du haricot.

Le test complémentaire de NEWMAN et KEULS, indique la présence de plusieurs groupes homogènes (a) (b) (c) (d) et détermine les meilleurs traitements.

D'après le tableau 18 et la figure 27 ci-dessus nous constatons que les traitements qui appartiennent au groupe homogène (a) (T2V1, T1V2, T0V1, T3V2) présentent les meilleures valeurs du poids sec des feuilles. Le traitement T2V2 représente le plus petit poids sec avec une valeur de (13.19 g) suivi du traitement T1V1 avec une valeur de (15.15 g).

Poids sec des tiges

Les résultats obtenus pour le poids sec des tiges sont représentés dans le tableau 19

Tableau 19 : Le poids sec des tiges en (g)

Traitement	T1V2	T0V2	T3V1	T2V2	T3V2	T2V1	T0V1	T1V1
Poids sec des tiges	11,12 ± 1,08 c	13,64 ± 1,29 bc	15,14 ± 1,24 ab	15,41 ± 1,16 ab	15,49 ± 1,16 ab	15,51 ± 2,22 ab	15,64 ± 2,20 ab	17,96 ± 1,57 a

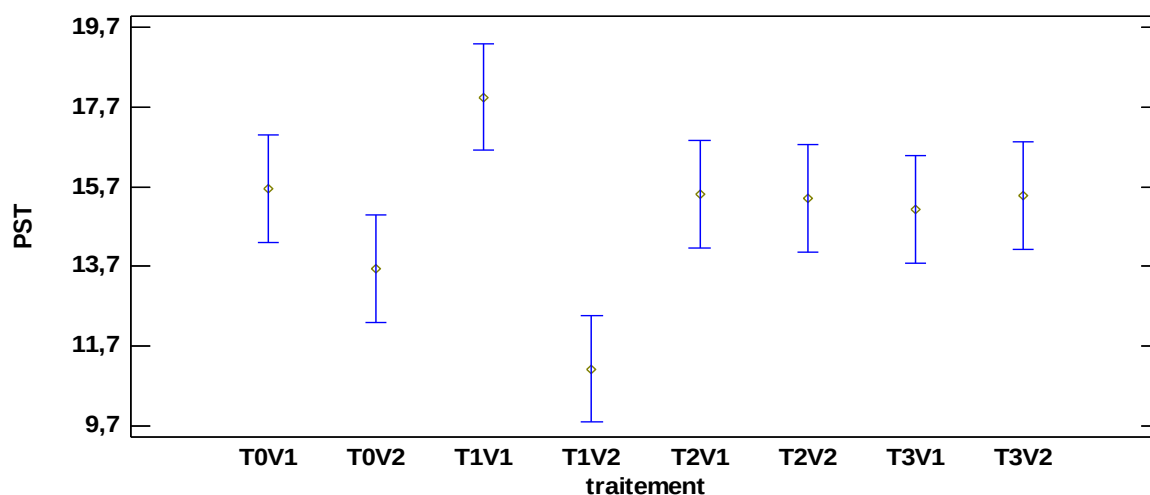


Figure 29: Poids sec des tiges (g)

L'analyse de la variance (annexe 8) révèle une différence significative entre les différentes moyennes de la matière sèche des tiges.

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil $\alpha = 5\%$, fait ressortir trois (3) groupes homogènes. D'après les résultats obtenus, nous constatons que les traitements (T0) (T1) et (T2) testés sur la variété DJADIDA, sont meilleurs avec des valeurs allant de (15.51 g) à (17.96 g). Tandis que les plus faibles valeurs ont été obtenues pour les mêmes traitements sur la variété CONTENDER avec des valeurs de (13.46 g) et (11.12 g).

Poids sec des racines

Les résultats obtenus pour le poids sec des racines sont représentés dans le tableau 20

Tableau 20 : Le poids sec des racines en (g)

Traitement	T0V2	T0V1	T1V2	T1V1	T3V1	T2V2	T2V1	T3V2
Poids sec des racines	13,36 ± 1,30 c	13,36 ± 1,26 c	13,61 ± 1,24 c	14,63 ± 1,09 c	17,29 ± 0,71 b	18,4 ± 0,75 b	19,47 ± 0,83 b	25,13 ± 1,44 a

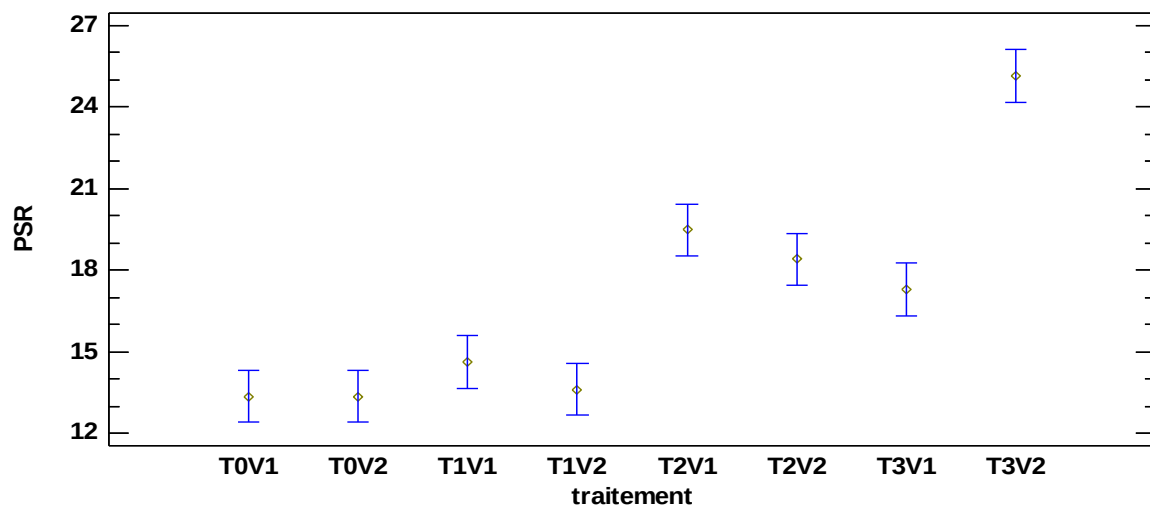


Figure 30 : Poids sec des racines (g)

Les résultats relatifs au poids sec des racines sont compris entre 13.36 (T3) et 25.13 (T0). L'Analyse de la variance à un niveau de confiance de 95% montre qu'il y a une différence statistiquement significative entre l'ensemble des traitements étudiés pour le paramètre de poids frais des racines.

Le test complémentaire de NEWMAN et KEULS (annexe 9), indique la présence de 3 groupes homogènes et détermine les meilleurs traitements.

D'après les deux illustrations ci-dessus nous constatons que le traitement T3V2 a donné un meilleur résultat avec une valeur de 25.13 g suivie par le T2V1 avec une valeur de 19.47 g et finir par le témoin représenté par les traitements T0V2 et T0V1 avec les plus faibles valeurs soit (13.36 g).

A partir de ces résultats on constate que le meilleur poids sec pour les racines et les tiges a été enregistré chez les plants qui ont reçu un traitement de purin d'ortie, ce qui confirme leur vigueur par rapport aux plants qui ont reçu une fertilisation chimique de NPK (15-15-15) à une dose de 20 g/plant.

Paramètres de rendement

Nombre de gousses

Les résultats obtenus pour le nombre de gousses sont représentés dans le tableau 21 et illustrés par la figure 31.

Tableau 21: Nombre de gousses par plant

Traitement	T2V2	T1V1	T3V1	T0V1	T0V2	T1V2	T2V1	T3V2
Nombre de gousses	16,33 ± 2,51 a	16,66 ± 3,51 a	16,66 ± 2,08 a	16,66 ± 5,85 a	18,33 ± 2,08 a	18,33 ± 4,93 a	19,66 ± 2,08 a	21,0 ± 2,0 a

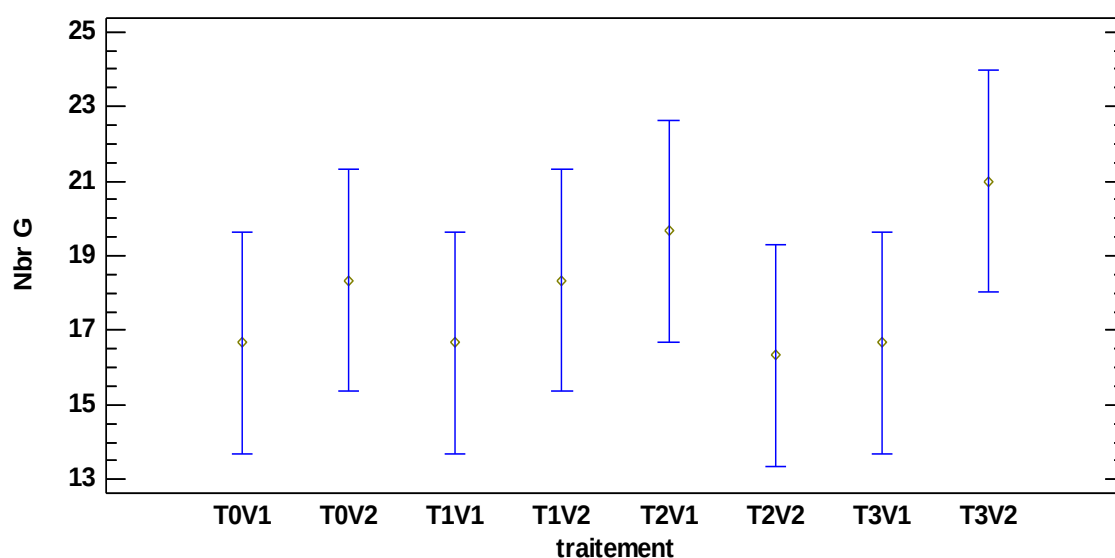


Figure 31 : Nombre moyen de gousses

D'après le tableau 21, nous constatons que le nombre de gousses moyen des plantes du haricot est compris entre 16.33 (T2) et 21 (T3).

L'Analyse de la variance à un niveau de confiance de 95% montre qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre l'ensemble des traitements (annexe 10).

Le teste de NEWMAN-KEULS révèle la présence d'un seul groupe homogène.

Les résultats obtenus indiquent que les plantes issues de traitement T3 donnent le nombre de gousses le plus élevé, suivie par le traitement T2 (dilution de la solution mère de purin d'ortie à 15%).

Cela est dû à la richesse du milieu en éléments nutritifs nécessaires au développement du haricot.

De même on remarque que le traitement T2 a réagi beaucoup plus avec la variété DJADIDA que CONTENDER.

Poids de gousses

Les résultats obtenus pour le nombre de gousses sont représentés dans le tableau 22 et ullistré par la figure 32.

Tableau 22 : poids de gousses moyen par plant en (g)

Traitement	T2V2	T1V1	T3V1	T0V1	T0V2	T1V2	T2V1	T3V2
Rendement par plant	108,66 ± 21,38 a	110,33 ± 20,74 a	110,66 ± 15,94 a	114,66 ± 6,42 a	117,33 ± 15,04 a	124,0 ± 31,43 a	133,66 ± 14,18 a	138,33 ± 10,59 a

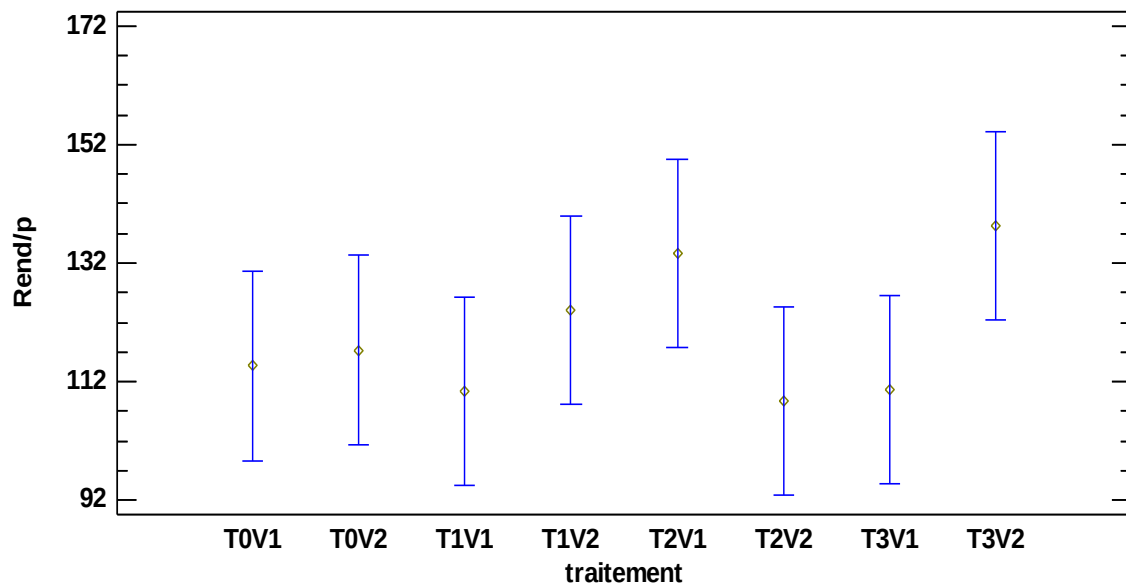


Figure 32 : Rendement par plant (g)

Les résultats relatifs au poids de gousses sont compris entre 138.33 g (T3) et 108.66 g (T2). L'Analyse de la variance à un niveau de confiance de 95% montre qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre l'ensemble des traitements étudiés pour le paramètre de poids de gousses.

Le teste de NEWMAN-KEULS révèle la présence d'un seul groupe homogène.

La production est plus importante au niveau du traitement de purin d'ortie T3, obtenu par dilution de la solution mère à 20% avec une valeur de 138.33 g suivi par les traitements T2, et T1 avec les valeurs 133.66 g et 124 g.

Par contre le traitement T2 testé sur la variété CONTENDER manifeste la valeur le plus faible (108.66).

Rendement par m²

Les résultats obtenus pour le rendement par m² sont représentés dans la figure 33

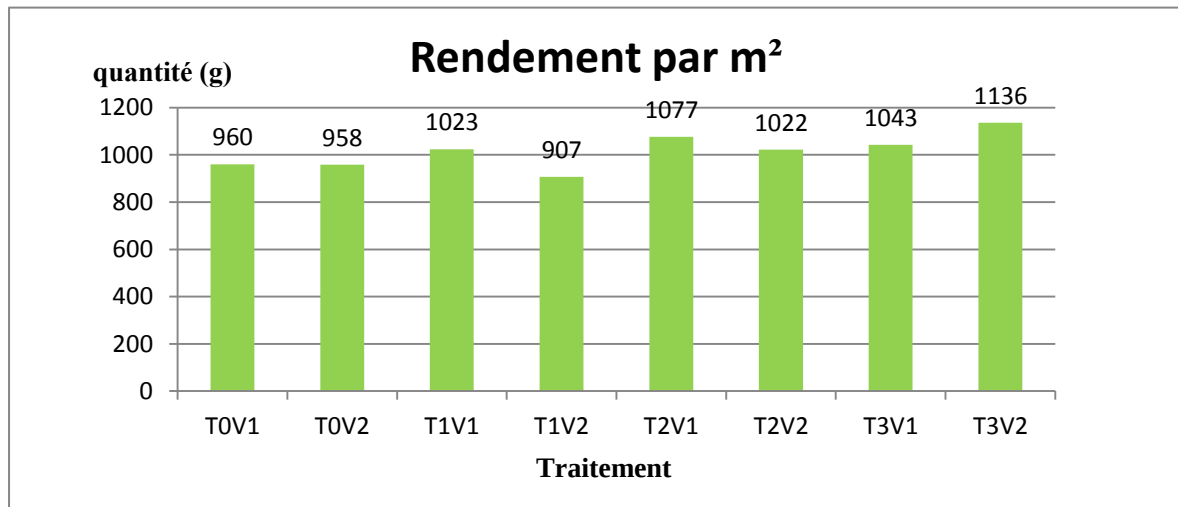


Figure 33 : Rendement par m² (g)

Le rendement estimé par mètre carré a été mesuré selon le nombre des plants qui peuvent occuper un mètre carré de surface, sachant qu'on a laissé 30 cm entre deux plants et 40 cm entre deux rangs, donc 1m² est occupé par 9 plants d' haricots.

Selon la figure x, on remarque que le meilleur résultat de rendement par m² est obtenu pour le traitement de purin d'ortie T3V2 avec une valeur de 1136 g, suivi par le T2V1 avec une valeur de 1077 g, alors que le témoin T0V2 manifeste la plus faible valeur soit (958 g).

Conclusion

L'étude de l'effet du purin d'ortie dilué à plusieurs concentrations (10%, 15% et 20%) sur les paramètres de production et de croissance, testé sur deux variétés du haricot en comparaison avec un fertilisant chimique NPK (15.15.15), révèle que les trois traitements appliqués sur les deux variétés DJADIDA et CONTENDER sont différents.

Le traitement T1 (10%) a montré un meilleur effet sur le poids frais des feuilles pour la variété DJADIDA avec une valeur de 90.19 g. Alors que le traitement T2 (15%) révèle un meilleur effet sur le poids frais des tiges, pour la même variété avec 94.13g. Cependant les meilleurs résultats sont obtenus avec le traitement T3 (20%) sur l'ensemble des paramètres de production à savoir le nombre de gousses par plant (21), le poids de gousses par plant (138.3g) et le rendement par m²(1136 g) De même il révèle un effet positif sur certains paramètres de croissance tels que la vitesse de croissance, la hauteur finale, le nombre de feuilles et le poids sec des racines.

La comparaison de ces résultats avec ceux obtenus avec la fertilisation chimique n'a pas donné des effets assez satisfaisants pour l'ensemble des paramètres étudiés, cela pourrait s'expliquer soit par la faible dose utilisée au cours de l'expérimentation; soit par une mauvaise réaction de la plante avec le NPK.

Il en ressort de ces résultats que le traitement T3 peut assurer les besoins en éléments nutritifs nécessaires au développement et à la croissance de la plante durant tout son cycle végétatif, et améliore la production d'une manière remarquable.

Perspectives :

- Pour mieux approfondir cette étude, il serait souhaitable de tester le purin d'ortie sur d'autres cultures maraichères, ou envisager l'utilisation d'autres concentrations pour confirmer son effet biofertilisant.
- Faire une analyse chimique de la composition du purin d'ortie pour savoir l'effet des composants de ce dernier sur chaque stade de développement de la plante.

- La présente étude pose les jalons de ce qui devrait faire l'objet d'un programme de recherche sur la valorisation de certains extraits de végétaux et plus particulièrement en production maraîchère. Des études complémentaires et diversifiées sont requises pour une meilleure gestion de la fertilisation dans un programme de développement durable, surtout ceux localement produits.

Références bibliographiques

- 1- ANONYME 2010. F.A.O. « la production mondiale de haricot vert ». pp 42-45.
- 2- ANONYME 2013. MADR : Ministère de l'agriculture et développement rural.
- 3- ANONYME 2016. TELA BOTANICA [page consultée le 02 février 2016] disponibilité sur internet : [http://www.medisite.fr/dictionnaire-des-remedes-de-grand-mere](http://www.medisite.fr/dictionnaire-des-remedes-de-grand-mere.html) .html.
- 4- BABA AISSA F., 2000. *Les plantes médicinales en Algérie (identification, description, principes actifs, propriétés et usage traditionnels des plantes communes en Algérie)*. Ed. Bouchène et AD. Diwan, Alger, 368 p.
- 5- BAUDOUIN J.-P., VANDERBORGHT T., KIMANI P.-M, et MW'ANGOMBE A.-W., 2001. Légumes à grains : Haricot. In Agriculture en Afrique Tropicale, Bruxelles, DGCI, p.337 - 355.
- 6- BENADIS C., LAZALI M., DREVON J.-J. ET BEKKI A., 2012- Valorisation des symbiotes rhizosphérique de deux agro-écosystèmes Algériens pour une inoculation raisonnée. Microbial Biotechnology for Development (Microbid 2), COI-21.
- 7- BERNAL G.-R., GRAHAM P.-H., 2001- Diversity in the rhizobia associated with Phaseolus vulgaris L. in Ecuador, and comparisons with Mexican bean rhizobia. Canadian Journal of Microbiology 47: 526-534.
- 8- BERNARD J.-L., MY J. et VESCHAMBRE D., 2012- *Regard du conseil scientifique, Protection des plantes, tradition et macération d'ortie*. Société nationale d'horticulture de France. Ed. Paris, 27p.
- 9- BERTRANT B., 2008- *Les secrets de l'ortie*. Ed. Terran, Paris, 150 p.
- 10- BERTRAND B., 2002- *Les secrets de l'Ortie*.- 7ème édition. Editions de Terran, 127- 128 p.
- 11- BEZPALY ; 1984 : Les plantes cultivées en Afrique occidentale .Ed. MIR. Moscou. 104P
- 12- BILLOTTE B., DIGOUT C., NORET J., PIERRE J. et QUIGNARD S.- A., 2014 - *La Multi Valorisation de l'Ortie*. Ed. AGRI, France, 33 p.
- 13- BLAS E., ECOT M., GILLOUARD K., KERVEILLANT M., KRIMPZER F., LEPENNETIER A., LUGAN P., MASSON P.,

- PETIGNY A. et RODRIGUEZ M., 2012-** *Rapport Projet Pro, Multi-valorisation des orties*, 25p.
- 14- BORGET M. (1989) :** Les légumineuses vivrières. Ed Maisonneuve et Larousse. Paris. pp : 4 – 161.
- 15- BREMNESS L., 2005-** *Plantes aromatiques et médicinales, 700 espèces*, Edition Larousse, L'œil Nature, 224 p.
- 16- BROUGHTON W.-J., HERNANDEZ G., BLAIR M., BEEBE S., GEPTS P. et VANDERLEYDEN J., 2003-** Beans (*Phaseolus* spp.) – model food leumes. *Plant and Soil*, 252: 55- 128.
- 17- CABURET A. et HEKIMIAN LETHEVE C., 2003.** Les légumineuses à grains. In *Memento de l'Agronome*, Paris-France, CIRAD-GRET, p.865-878.
- 18- CABURET A et LETHÈVE ; 2002 :** Agriculture spéciale. Les plantes à autres usages : les plantes médicinales, cosmétiques, à parfum et à huiles. Montpellier : CIRAD, pp. 1203-1222.
- 19- CHAUX C., 1972 :** Production légumière Ed. J.B. Baillière. 300 p.
- 20- CHAUX. C. et FOURY. C ; 1994:** Productions légumières, Tome III, Légumineuses potagères, Légumes fruits, Technique et Documentation – Lavoisier, Paris. 414p.
- 21- CHAUX C et FOURY C ; 1994:** Productions légumières, Tome I ,Tome III, Légumineuses potagères, légumes et fruits, Ed. T.E.D. Lavoisier, 563p.
- 22- CROUCH I.-J., VAN STADEN J., 1993.** Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed product plant growth. P13.**DEVIGNES A., 1986 :** Légumes faciles a cultivé. Ed L'amitié. Hatier. Paris. 117p.
- 23- DIAW N.-F., 2002-** Utilisation des inoculums de rhizobium pour la culture du haricot (*Phaseolus vulgaris*) au Sénégal. Thèse d'état de la faculté des sciences techniques de Dakar.
- 24- DIEDERICHS A., 2005-** La phytothérapie dans le traitement de l'hypertrophie bénigne de la prostate. Etude de quatre plantes : *Epilobium* sp., *Pygeum africanum* H, *Serenoa repens* B et *Urtica dioica* L., Université Louis Pasteur de Strasbourg.

- 25- DORE . C et VAROQUAUX. F ; 2006 :** « Histoires et amélioration de cinquante plantes cultivées », Ed INRA, Paris. 840 p.
- 26- DRAGHI F., 2005-** *l'ortie dioïque (Urtica dioica L.)*. Thèse de Docteur en Pharmacie, université Nancy. 55-57p.
- 27- DUFRESNE C. et OUELLET CH., 2009-** *l'ortie dioïque (Urtica dioica)*. Guide de production sous régie biologique. Ed. Plantes médicinales, Québec, 30 p.
- 28- FLETCHER N., 2007-** Guides Nature, Reconnaître la nature comestible et savoureuse sans peine, Editions Nathan, p 26-27.
- 29- FLEURENTIN J., 2008-** Plantes médicinales, traditions et thérapeutique, éditions Ouest France, France B.U. santé Nantes, p 104-105.
- 30- FLICKR J.-B., 2016.** Les orties [page consultée le 05 février 2016]
disponibilité sur internet :
<http://blogs.paris.fr/casepasseaujardin/2012/03/22/les-orties/>
- 31- HOPKINS W., 2003 :** Physiologie végétale, 2eme édition, Ed de boeck et Larcier s.a, Bruxelles, 514p.
- 32- ISABELLE T., PIQUET O. et COHUET S., 2001-** Effets chroniques des pesticides sur la sante : *Etat actuel des connaissances*, ORS Bretagne - 4, avenue Charles Tillon C.S. 14235 - 35042 Rennes cedex, p34.
- 33- KOLEV N., 1976 :** Les cultures maraichères en Algérie, Tome I, légumes et fruits. Ed. Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, pp145-161.
- 34- LAUMONNIER R ; 1979 :** « cultures légumières et maraichères ». Tome 3 .276 p.
- 35- LOMBOLEY (D.), 2001.** Les vertus des légumes, des fruits et des céréales, Marabout, Italie, 2001, p.127
- 36- LÜTTGE U., KLUGE M. et BAUER G., 2002-** Botanique, traité fondamental, 3e édition .Ed. Tec&Doc, Lavoisier, p 408, 410, 413.
- 37- MADR ; 2013 :** Ministère de l'agriculture et développement rural.
- 38- MAZZA G., 2015.** *Urtica dioica*, Journalist- scientific photographer [page consultée le 30 janvier 2016] disponibilité sur internet :
<http://www.photomazza.com/?Urtica-dioica&lang=fr>.

- 39- MEDISITE, 2015.** Ortie (Anxiété dépression) [page consultée le 02 février 2016] disponibilité sur internet : <http://www.medisite.fr/dictionnaire-des-remedes-de-grand-mere-ortie-anxiete-depression.825124.1959.html>
- 40- MILLER R. – A., 2005-** *Stinging Nettle: Crop Overview*, États-Unis.
Disponibilité sur internet :
http://www.richters.com/newdisplay.cgi?page=Growers/growerzone.html&cart_id=1770853.27909
- 41- MOUTSIE., 2008-** *L'ortie, une amie qui vous veut du bien*, l'encyclopédie d'utovie, Editions Utovie.
- 42- PANCRAT, 2005.** File:Urtica dioica fruit.jpg. [Page consultée le 30 janvier 2016] disponibilité sur internet :
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Urtica_dioica_fruit.jpg?uselang=fr
- 43- PERON J.-Y., 2006-** production légumières. 2^{ème} édition. Lavoisier. 389 p.
- 44- PLIMMER J.-R., 2004-** Les produits chimiques dans l'Agriculture.
Alimentation et Agriculture. AIEA BULTIN, Vol 26 n°02 :13-16.
- 45- QUEZEL P. et SANTA S., 1962-** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Tome 1, 159 p.
- 46- SKIREDJ A ; 2007 :** « La culture de haricot filet (vert). Revue horticole » Vol 12, n°5, pp36-47.
- 47- SNOUSSI S.-A., 2001-** « Valorisation des eaux salines pour la nutrition des plantes cultivées » Thèse de doctorat, INRA, Alger, Harrach, 152 p.
- 48- TESSIER A., 1994-** *Phytothérapie analytique, phytochimie et pharmacologie*, Editions Marc Aurèle, 279 p.
- 49- THIRUMARUN G., ARUMUGAM M., ARUMUGAM R. AND ANANTHARAMAN P., 2009.** Effect of Seaweed Liquid Fertilizer on Growth and Pigment Concentration of *Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub. American-Eurasian Journal of Agronomy 2 (2): 50-56.
- 50- VALNET J., 1992-** *Phytothérapie, Traitement des maladies par les plantes, maloine*, 6^e édition, p.617- 625.
- 51- WICHTL M. et ANTON R., 2003-** Plantes thérapeutiques, Tradition, pratique officinale, science et thérapeutiques, 2^e édition, Ed. Tec & Doc.

- 52- YAN X., LIAO H., TRULL M.-C., BEEBE S.-E. et LYNCH J.-P., 2001-**
induction of Major Leaf Acid Phosphatase Does Not Confer Adaptation to
Low Phosphorus Availability in Common Bean. *Plant physiology*, 125:
1901-1911.
- 53- ZAIDI N., GAYON B., COMBOMS A., 2006.** Utilisation des engrais
minéraux azotés en grandes cultures, description des différentes formes d'azotes
et leur impact en agroenvironnement. p 29.
- 54- ZANATTA Z.-G.-C.-N., MOURA A.-B., MAIA L.-C. ET DOS SANTOS
A.-S., 2007-** Bioassay for selection of biocontroller bacteria against bean
common blight (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli*). *Brazilian Journal of
Microbiology*, 38: 511-515.

Annexe 01 : Teneur des différents éléments minéraux contenus dans l'eau de Blida.

Elément	Teneur en mg/l	Teneur en meq/l
K^+	00	00
Ca^{++}	56	2.8
Na^+	29.9	1.3
Mg^{++}	21.6	1.8
Cl^-	21.3	0.6
HCO_3^-	245	4.08
So_4^{2-}	38.4	0.8

(SNOUSSI, 2001)

Annexe 02 : Analyse de la variance : **Hauteur finale des plantes**

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
EFFETS PRINCIPAUX					
A:VR	96,0	1	96,0	17,72	0,0007
B:FR	702,333	3	234,111	43,22	0,0000
INTERACTIONS					
AB	29,0	3	9,66667	1,78	0,1906
RESIDU	86,6667	16	5,41667		
TOTAL (CORRIGE)	914,0	23			

Annexe 03 : Analyse de la variance : **Le nombre final des feuilles**

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
EFFETS PRINCIPAUX					
A:VR	3,375	1	3,375	0,95	0,3435
B:FR	200,458	3	66,8194	18,87	0,0000
INTERACTIONS					
AB	69,125	3	23,0417	6,51	0,0044
RESIDU	56,6667	16	3,54167		
TOTAL (CORRIGE)	329,625	23			

Annexe 04 : Analyse de la variance : **Le poids frais des feuilles**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
EFFETS PRINCIPAUX					
A:VR	7,6501	1	7,6501	1,48	0,2416
B:FR	1046,33	3	348,775	67,43	0,0000
INTERACTIONS					
AB	404,099	3	134,7	26,04	0,0000
RESIDU	82,7545	16	5,17216		
TOTAL (CORRIGE)	1540,83	23			

Annexe 05 : Analyse de la variance : **Le poids frais des tiges**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
EFFETS PRINCIPAUX					
A:VR	620,573	1	620,573	127,92	0,0000
B:FR	2920,76	3	973,587	200,69	0,0000
INTERACTIONS					
AB	4464,88	3	1488,29	306,78	0,0000
RESIDU	77,6211	16	4,85132		
TOTAL (CORRIGE)	8083,84	23			

Annexe 06 : Analyse de la variance : **Le poids frais des racines**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
EFFETS PRINCIPAUX					
A:VR	308,884	1	308,884	83,50	0,0000
B:FR	1140,38	3	380,128	102,76	0,0000
INTERACTIONS					
AB	476,245	3	158,748	42,91	0,0000
RESIDU	59,1867	16	3,69917		
TOTAL (CORRIGE)	1984,7	23			

Annexe 07 : Analyse de la variance : **Longueur des racines**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
EFFETS PRINCIPAUX					
A:VR	16,1704	1	16,1704	3,05	0,1001
B:FR	1295,83	3	431,945	81,35	0,0000
INTERACTIONS					
AB	13,5579	3	4,51931	0,85	0,4862
RESIDU	84,9533	16	5,30958		
TOTAL (CORRIGE)	1410,52	23			

Annexe 08 : Analyse de la variance : **Poids sec des feuilles**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
EFFETS PRINCIPAUX					
A:VR	5,6551	1	5,6551	1,92	0,1850
B:FR	0,186446	3	0,0621486	0,02	0,9957
INTERACTIONS					
AB	130,789	3	43,5963	14,79	0,0001
RESIDU	47,1587	16	2,94742		
TOTAL (CORRIGE)	183,789	23			

Annexe 09 : Analyse de la variance : **Poids sec des tiges**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
EFFETS PRINCIPAUX					
A:VR	27,6276	1	27,6276	11,39	0,0039
B:FR	3,91455	3	1,30485	0,54	0,6629
INTERACTIONS					
AB	48,6802	3	16,2267	6,69	0,0039
RESIDU	38,8003	16	2,42502		
TOTAL (CORRIGE)	119,023	23			

Annexe 10 : Analyse de la variance : **Poids sec des racines**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
EFFETS PRINCIPAUX					
A:VR	12,3841	1	12,3841	9,99	0,0060
B:FR	257,919	3	85,9729	69,38	0,0000
INTERACTIONS					
AB	83,1922	3	27,7307	22,38	0,0000
RESIDU	19,8261	16	1,23913		
TOTAL (CORRIGE)	373,321	23			

Annexe 11 : tableau de l'ANOVA : **Nombre de gousses**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	60,2917	7	8,6131	0,73	0,6495
Intra-groupes	188,667	16	11,7917		
Total (Corr.)	248,958	23			

Annexe 12 : tableau de l'ANOVA : **poids de gousses**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	2648,29	7	378,327	1,12	0,3999
Intra-groupes	5422,67	16	338,917		
Total (Corr.)	8070,96	23			