

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Saad Dahlab « Blida 1 »
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Laboratoire des biotechnologies des productions végétales



En vue de l'obtention du diplôme de Master académique
Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème

**L'effet du purin d'ortie sur
le développement de la laitue
(*Lactuca sativa L.*)**

Présenté par :

Ghris Neyla

Devant le jury composé de :

Mme Chaouia C.	Professeur	Université Blida 1	Présidente
Mr Boutahraoui S.A.	Maître de conférences B	Université Blida 1	Examineur
Mme Bradea M.S.	Professeur	Université Blida 1	Promotrice
Mme Benrebha N.	Doctorante	Université Blida 1	Co-Promotrice

Promotion : 2018 - 2019

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, je tiens à exprimer ma gratitude et remerciements à :

Ma promotrice **Pr BRADEA M.S** Professeur à l'université Saad Dahleb Blida1, d'avoir accepté de m'encadrer, et pour son assistance, sa disponibilité et ses encouragements.

Je tiens à remercier ma co-promotrice **Benrebha N.** doctorante à la faculté de SNV département de biotechnologie, université Blida 1 pour son aide.

Je remercie **Mme Chaouia C.** professeur à la faculté SNV département de biotechnologie, université Saad Dahleb Blida1, d'avoir accepté d'assurer la présidence de jury de mon mémoire.

Je tiens à remercier **Dr BOUTAHRAOUI S.A**, Maître de conférences au département de biotechnologie, université Saad Dahleb Blida1, d'avoir accepté d'examiner mon mémoire.

Je remercie également mes deux amies **Drai W. et Bellal M.** Biotechnologues pour leur aide, leur disponibilité.

Je remercie aussi mes amis de faculté **Bouklachi A.** et **Sidi Moussa A.** et **Bouklachi S.** pour leur aide.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en témoignage de ma reconnaissance :

*A mon père **Khaled**, à ma mère **Nassima** pour leur protection, leur amour, leur soutien, leur aide, leurs conseils, leurs encouragements, et leurs sacrifices tout au long de mes études.*

Que dieu les garde.

*A mes très chères sœurs : **Imene, Bouchra, Ikram, Fella et Amira.***

*A mes très chères cousines : **Nessrine, Yassmine, Nada, Amina, Yousra***

A tous mes chers cousins.

A tous mes oncles et mes tantes.

*A toute la famille **Ghris et B. Maamar.***

*A mes chers ami(e)s : **Wafia, Meryem, Kawther, Romaisa, Rania, Ouassila, Selma, Ayoub et Moumen, Zineb, Louiza, Chafia***

*A mes chers ami(e)s de faculté : **Yousra, Yamina, Chaima, Bahia, Zineb, Salim, Abderezzak***

A toute la promo de biotechnologie végétale 2019.

A tous ceux qui de près ou de loin m'ont aidé à réaliser ce travail.

Ney

RESUME

Les biofertilisants constituent une excellente source d'engrais naturels utilisés en agriculture. Ces derniers agissent sur la croissance, le développement, le rendement et la qualité du fruit qui représente un critère primordial pour le consommateur. Le but principal de notre travail est d'améliorer l'espèce laitue du point de vue qualitatif et quantitatif sans le recours aux produits nocifs pour la santé humaine et l'environnement. Dans cette optique, cette étude porte sur l'évaluation et la comparaison de l'effet d'un biofertilisant à base d'une macération d'ortie séché appelé purin sur les paramètres de biométrie, de production et physiologique de la qualité de la laitue cultivée sous serre. A cet effet, plusieurs concentrations de biofertilisant liquide (5% 10% 15%, 20%, 25%) avec 3 modes d'application, racinaire, foliaire et combiné, comparés à un témoin négatif (l'eau seulement) et testés à différents stades du développement des cultures. Les résultats de cette étude ont montré que le traitement le plus performant est le traitement combiné CT1 (20% application racinaire plus 10% pulvérisation foliaire) et CT2 (15% application racinaire plus 15% pulvérisation foliaire) pour les paramètres physiologiques et biométriques.

Mots clés : Laitue, biofertilisant, application, purin, paramètres

ملخص

تمثل الأسمدة الحيوية مصدر ممتاز للأسمدة المستعملة في المجال الفلاحي حيث تؤثر على النمو التطوير المحصول وجوده الفاكهة التي تمثل المعيار الاساسي عند المستهلك. الهدف من هذا العمل هو تحسين جودة الخس نوعا وكما دون اللجوء للمواد المضرة للصحة الانسان والبيئة. بهذا المنظور هذا العمل يركز على تقييم ومقارنه تأثير السماد حيوي مستخلص من نقاعة نيتة القراص على مختلف معايير النمو الفيزيولوجية المورفولوجية و النوعيه للخس مزروعة داخل بيوت بلاستيكية. لهذا الغرض استعملنا تراكيز 15 % 20 % و 25 % 5 % 10 % مع تطبيق جذري، ورقي و موحد مقارنه مع شاهد سلبي. تم اختبارها في مراحل مختلفة من النمو. نتائج هذه الدراسة بينت علاج الافضل هو العلاج الموحد لمعظم معايير الانتاج.

الخس، الأسمدة الحيوية. تطبيق جذري معايير. المصطلحات

ABSTRACT

Biofertilizers are an excellent source of natural fertilizers used in agriculture. These act on the growth, development, yield and the quality of the fruit which is a primary criterion for the consumer. The main aim of this work is to improve the quality of lettuce species qualitatively and quantitatively without the use of products harmful to human health and the environment. With this optics, this study focuses on the evaluation and comparison of the effect of a biofertilizer based on nettle maceration called manure on the biometric, production and physiological quality parameters of the lettuce cultivated under greenhouse. For this purpose, several concentrations of liquid biofertilizer (5% 10% 15%, 20%, 25%) with a three different applications, compared to a negative control (water only) and tested at different stages of crop development. The results of this study showed that the most effective treatment is the combined application CT1 and CT2 for the most lettuce production parameters.

Key words: Biofertilizers, lettuce, application, manure, parameters.

Liste des abréviations

- ❖ RT : Traitement Racinaire
- ❖ FT : Traitement foliaire
- ❖ CT : Traitement combiné
- ❖ Chl : Chlorophylle

Table des matières

	Pages
Liste des figures	
Résumé	
Introduction.....	4
Chapitre I : L'agriculture biologique.....	7
1. Agriculture Biologique.....	7
1.1 Introduction.....	7
1.2 Principes de l'agriculture biologique.....	8
1.3 Croissance de l'agriculture biologique et agriculture bio en Algérie	10
1.4 Choix d'une agriculture biologique	11
1.5 Techniques de production en agriculture biologique.....	11
1.6 Bio fertilisants.....	12
1.7 Principaux bio fertilisants.....	12
2. Purin d'ortie	13
2.1 Généralités	13
2.2 Préparation du purin d'ortie.....	14
2.3 Propriété du purin d'ortie.....	15
Chapitre II : Plante expérimentée.....	18
1. Généralité sur la laitue.....	18
1.1 Origine.....	18
1.2 Description.....	18
1.2.1 Description botanique.....	18
1.2.2 Classification APG II.....	19
1.3 Généralité.....	19
1.4 Description morphologique.....	21
1.4.1 Racine.....	21
1.4.2 Feuilles.....	21
1.4.3 Fleur.....	21
1.5 Semences.....	22
1.6 Stade phénologique.....	23
1.7 Composition de la laitue.....	24
1.8 Exigences écologiques de la culture.....	24
1.8.1 Exigences climatiques.....	24
1.8.2 Température.....	24
1.8.3 Lumière.....	25

1.8.4	Humidité.....	25
1.9	Exigences édaphiques.....	25
1.10	Fertilisation.....	25
1.10.1	Organique.....	26
1.10.2	Minérale.....	27
1.11	Irrigation.....	27
1.12	Les ravageurs de la laitue.....	27
1.13	La production de la laitue dans le monde.....	28
1.14	Variétés cultivées en Algérie.....	28

Matériels et méthodes

1.	But de l'expérimentation.....	30
2.	Matériel végétal.....	30
3.	Conditions expérimentales.....	30
3.1.	Lieu de l'expérimentation.....	30
3.2.	Travail du sol.....	30
3.3.	Préparation du bio fertilisant : Purin d'ortie.....	32
3.4.	Préparation de la solution mère.....	32
3.5.	Les doses utilisées.....	34
3.5.1.	Traitements racinaires.....	34
3.5.2.	Traitements foliaires.....	34
3.5.3.	Traitements combinés.....	34
3.6.	Semis.....	35
3.7.	Travaux d'entretien.....	38
3.7.1.	Arrosage.....	38
3.7.2.	Désherbage.....	38
3.7.3.	Aération.....	38
3.8.	Récolte des plantes de la laitue.....	41
3.8.1.	Inconvénients de la récolte.....	42
4.	Paramètres étudiés.....	42
4.1.	Paramètres biométriques.....	42
4.2.	Paramètres de production.....	43
4.3.	Paramètres physiologiques.....	43
4.3.1.	Teneur en pigments chlorophylliens.....	43
4.3.2.	Sucre soluble.....	45
4.3.3.	Dosage de la vitamine C.....	47

Résultats et discussions

1.	Paramètres biométriques.....	51
1.1.	Nombre de feuilles.....	51
1.2.	Hauteur finale.....	53
1.3.	Biomasse fraîche des feuilles.....	55
1.4.	Biomasse fraîches des racines.....	57
1.5.	Biomasse sèche des feuilles.....	59
1.6.	Biomasse sèche des racines.....	61
2.	Paramètres de production.....	63

2.1. Diamètre des feuilles.....	63
3. Paramètres physiologiques	65
3.1. Chlorophylle a et b et caroténoïdes.....	65
3.1.1. Chlorophylle a	65
3.1.2. Chlorophylle b.....	67
3.1.3. Teneur en caroténoïdes.....	69
3.2. Teneur en sucre soluble.....	71
3.3. Teneur en vitamine C.....	74

Conclusion

Références bibliographiques

Annexe

Liste des figures

Figure 1 : Une plante de laitue

Figure 2 : Laitue pommée

Figure 3 : Laitue romaine

Figure 4 : Laitue tige

Figure 5 : Fleur de la laitue vue de près

Figure 6 : Stades phénologique de la laitue (*Lactuca sativa* L.)

Figure 7 : Réalisation du labour, première étape avant la transplantation de la laitue

Figure 8 : 2^{ème} étape, retercer les blocs avant la transplantation

Figure 9 : Cueillage et préparation de l'ortie frais pour le séchage

Figure 10 : Séchage de l'ortie

Figure 11 : Mettre 400g d'ortie dans 9l d'eau de source et le laisser se fermenté pendant 15 jours.

Figure 12 : Préparation des différentes doses après la réalisation des dilutions a partir de la solution mère

Figure 13 : Germination des graines de la laitue après 15 jours de semis

Figure 14 : Réalisation de la transplantation après 15 jours de la germination

Figure 15 : Arrosage au quotidien après deux jours de transplantation

Figure 16 : Première utilisation du purin d'ortie sur le bloc des racinaires

Figure 17 : Réalisation du désherbage au niveau des différents blocs

Figure 18 : Attaque d'une plante de laitue au niveau du bloc des racinaires par des limaces et apparition des trous au niveau des feuilles

Figure 19 : Disparition des trous après une semaine d'application de traitement par pulvérisation de 20%.

Figure 20 : Bloc des racinaires après utilisation du purin pendant 40 jours

Figure 21 : Bloc des foliaires après utilisation du purin pendant 40 jours

Figure 22 : Bloc combinée après utilisation du purin d'ortie pendant 40 jours

Figure 23 : Récolte des premières plantes du bloc combinée

Figure 24 : Récolte des premières plantes de laitue de bloc des racinaires

Figure 25 : *Apparition de certains vers de terre au niveau du bloc des foliaires*

Figure 26 : Pesé des 0,1g des échantillons

Figure 27 : Préparation des tubes a essai en les remplir avec 10ml d'Acétone

Figure 28 : Lecture des résultats après 48h avec le spectrophotomètre

Figure 30 : Préparation des tubes a essai par mettre 0,1g de matière végétale avec 2ml d'Ethanol

Figure 31 : Préparation des tubes a essai avant de faire la lecture au spectrophotomètre

Figure 32 : Passage de chaque tube a essai au vortex pour bien mélanger le contenu

Figure 33 : Ajout de 10g de matière fraîche dans 50ml d'Hcl

Figure 34 : Laisser le mélange reposé pendant 10minutes

Figure 35 : Apparition de la couleur bleu après le titrage de la solution

Figure 36 : Nombre de feuilles de la laitue dans le bloc qui a reçu le traitement racinaire

Figure 37 : Nombre de feuilles de la laitue dans le bloc qui a reçu le traitement foliaire

Figure 38 : Nombre de feuilles de la laitue dans le bloc qui a reçu le traitement combiné

Figure 39 : Hauteur finale des plants au niveau du bloc qui a reçu un traitement racinaire

Figure 40 : Hauteur finale des plants au niveau du bloc qui a reçu un traitement foliaire

Figure 41 : Hauteur finale des plants au niveau du bloc qui a reçu un traitement combiné

Figure 42 : Biomasse fraîche des feuilles pour les traitements racinaires

Figure 43 : Biomasse fraîche des feuilles pour les traitements foliaires

Figure 44 : Biomasse fraîche des feuilles pour les traitements combinés

Figure 45 : Biomasse fraîche des racines pour les traitements racinaires

Figure 46 : Biomasse fraîche des racines pour les traitements foliaires

Figure 47 : Biomasse fraîche des racines pour les traitements combinés

Figure 48 : Biomasse sèche des feuilles pour les traitements racinaires

Figure 49 : Poids sec des feuilles pour les traitements foliaires

Figure 50 : Poids sec des feuilles pour les traitements combinés

Figure 51 : Biomasse sèche des racines pour les traitements racinaires

Figure 52 : Biomasse sèche des racines pour les traitements foliaires

Figure 53 : Biomasse sèche des racines pour les traitements combinés.

Figure 54 : Diamètre des feuilles pour les traitements racinaires

Figure 55 : Diamètre des feuilles pour les traitements foliaires

Figure 56 : Diamètre des feuilles au niveau des traitements combinés

Figure 57 : Taux de chlorophyllien a pour les traitements racinaires

Figure 58 : Taux de chlorophylle a pour les traitements foliaires

Figure 59 : Taux de chlorophylle a pour les traitements combinés

Figure 60 : Taux de la chlorophylle b pour les traitements racinaires

Figure 61 : Taux de la chlorophylle b pour les traitements foliaires

Figure 62 : Taux de la chlorophylle b pour les traitements combinés

Figure 63 : Teneur en caroténoïdes pour les traitements racinaires

Figure 64 : Teneur en caroténoïdes pour les traitements foliaires

Figure 65 : Teneur en caroténoïdes pour les traitements combinés

Figure 66 : Teneurs en sucre soluble pour les traitements racinaires

Figure 67 : Teneurs de sucre soluble au niveau du bloc qui a reçu un traitement foliaire

Figure 68 : Teneurs en sucre soluble au niveau des traitements combinés

Figure 69 : Teneurs en vitamine C au niveau des traitements racinaires

Figure 70 : Teneurs en vitamine C au niveau des traitements foliaires

Figure 71 : Teneurs en vitamine C au niveau des traitements combinés

Introduction

L'agriculture biologique est un mode de production de denrées végétales et animales qui va bien au-delà du choix de ne pas utiliser des pesticides, des engrais, des OGM, des antibiotiques ou des hormones de croissance.

La production bio est un système holistique conçu pour optimiser la productivité et la santé de diverses communautés au sein de l'écosystème agricoles. Y compris les organismes du sol, les plantes, les animaux d'élevage et la population.

L'objectif principal de la production biologique est le développement d'exploitations qui sont viables et en harmonie avec l'environnement. L'agriculture biologique peut être une nouvelle méthode de production viable pour les agriculteurs, mais elle présente de multiples défis. La clé de la réussite réside dans une attitude d'ouverture aux approches biologiques afin de résoudre des problèmes de production. Il faut déterminer donc la cause du problème et évaluer des stratégies permettant de l'éviter ou de réduire à long terme. L'agriculture biologique présente de nombreux défis, certaines cultures sont plus difficiles à produire de façon biologique que d'autres, mais presque toutes les cultures vivrières peuvent être produites de façon biologique. (MARTIN, 2010).

De nombreux agriculteurs sont engagés dans cette démarche d'agriculture biologique dans le but de bien mener leurs cultures, des solutions alternatives sont mises à leur disposition parmi lesquelles sont les bio-fertilisants. Les bio-fertilisants sont donc des produits riches en nutriments nécessaires à la croissance et le développement des cultures sans intervenir avec des produits synthétiques qui causent souvent la détérioration de la qualité du sol. Les bio-fertilisants aident à réduire le besoin en engrais chimiques et en pesticides qui sont remplacés de bio-pesticides.

L'utilisation des bio-pesticides permet de mieux contrôler les ravageurs et de protéger la santé des consommateurs. Ce sont des produits naturels et non toxiques à l'homme, protègent mieux l'environnement et ont un large spectre d'action sur les ravageurs et les maladies des cultures (OLOMBA, 2012).

A l'heure actuelle, les bio-fertilisants ayant les propriétés les plus intéressantes pour une utilisation agricole plus équilibrée sont les suivants :

- Les fertilisants destinés à enrichir le sol en humus
- Les fertilisants destinés à fournir de l'azote à la plante
- Les engrais verts.
- Le purin d'ortie. Ce dernier est un éliciteur et un phyto-stimulant.

Il agit comme un répulsif pour les nuisibles et sert à prévenir les maladies. Un éliciteur est une molécule produite par un agent phyto-pathogène qui va déclencher des mécanismes de défense chez la plante. C'est un stimulateur des défenses naturelles de la plante. (MOUSTIE,

2002 ; BERTRAND, 2010 ; GOUFIER, 2010 ; MORO, 2011 ; TISSIER, 2011 ; DELVAILLE, 2013)

Le présent travail a pour objectif d'améliorer le rendement et la qualité de la laitue (*Lactuca sativa L.*) cultivée sous serre afin de satisfaire les besoins des consommateurs. L'étude a porté sur l'évaluation des effets des doses / modes d'application d'un bio-fertilisant liquide à base d'une macération d'ortie appelée « purin d'ortie » sur l'espèce de légume foliaire. L'intérêt est d'identifier la dose la plus performante pour avoir des plantes de qualité avec un bon rendement.

Chapitre I
Agriculture
Biologique

Chapitre I : L'agriculture biologique

Hugh Martin (2016) démontre que l'agriculture biologique est un mode de production de denrées végétales et animales qui va bien au-delà du choix de ne pas utiliser des pesticides, des engrais, des organismes génétiquement modifiés, des antibiotiques ou des hormones de croissance. La production biologique est un système holistique conçu pour optimiser la productivité et la santé de diverses communautés au sein de l'écosystème agricole, y compris les organismes du sol, les plantes, les animaux d'élevage et la population. L'objectif principal de la production biologique est le développement d'exploitations qui sont viables et en harmonie avec l'environnement.

Selon le même auteur, les normes de production biologique interdisent généralement les produits issus du génie génétique et du clonage animal, les pesticides, engrais et médicaments de synthèse, les boues d'épuration, les agents technologiques, les ingrédients synthétiques et l'irradiation ionisante. La certification biologique n'est en outre accordée qu'aux entreprises agricoles qui n'ont pas employé ces produits ou ces méthodes au cours des trois années antérieures à la récolte pour laquelle on demande la certification. Les animaux doivent quant à eux être élevés selon des méthodes biologiques et être nourris d'aliments biologiques à 100%.

L'agriculture biologique présente de nombreux défis. Certaines cultures sont plus difficiles à produire de façon biologique que d'autres, mais à peu près toutes les cultures vivrières peuvent être produites de façon biologique. (HUGH, 2016)

Après trois années de travail intense, la fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique (IFOAM ; International Federation of Organic Agriculture Movements) a réussi à définir les principes fondamentaux de l'agriculture biologique, à savoir : la santé, l'écologie, les soins et l'équité. A partir de là, une définition générale a été adoptée en 2008 et qui considère que « l'agriculture biologique est un système de production qui maintient et améliore la santé des sols, des écosystèmes et des personnes. Elle s'appuie sur des processus écologiques, la biodiversité et des cycles adaptés aux conditions locales, plutôt que sur l'utilisation d'intrants ayant des effets adverses. L'agriculture biologique allie tradition, innovation et science au bénéfice l'environnement commun et promeut des relations justes et une bonne qualité de vie » (IFOAM, 2012).

2-Principes de l'agriculture biologique

Amand et Langlois (2010) démontrent que l'agriculture biologique peut se définir par un certain nombre de grands principes que l'agriculteur bio recherche à respecter.

- Ne pas utiliser de produits de synthèse

L'agriculture biologique est une agriculture n'utilisant ni produits chimiques ou de synthèse, ni engrais solubles. La non-utilisation de produits chimiques est compensée par une bonne gestion des différentes pratiques mises en œuvre sur l'exploitation. Par exemple, les désherbants chimiques peuvent être remplacés par des méthodes de désherbage mécanique ou par une bonne gestion de la rotation des cultures, limitant ainsi les risques d'enherbement. Les produits naturels (produits élaborés à base de plantes, par exemple) peuvent être utilisés, avec quelques restrictions d'usages dans certains cas précis.

- Préserver l'environnement naturel

Les pratiques de l'agriculteur bio tendent vers un bilan équilibré des éléments exportés et des éléments importés sur les parcelles, en évitant le gaspillage grâce à un bon recyclage des résidus végétaux et des déjections animales. L'un des objectifs de l'agriculture biologique est de ne pas polluer la biosphère, directement ou indirectement. De plus cette forme d'agriculture doit préserver les équilibres naturels. La non utilisation des produits chimiques va dans ce sens

- Maintenir la fertilité des sols à long terme

L'objectif de l'agriculteur bio est de maintenir ou d'augmenter la fertilité des sols par des mesures culturales appropriées. Il doit nourrir le sol avant de nourrir la plante, en privilégiant les fumures organiques (enfouissement des résidus de cultures, engrais verts, déjections animales, etc.).

- Favoriser la prévention et l'observation

La prévention est une règle prioritaire en agriculture biologique. La maladie est la manifestation d'un déséquilibre. L'objectif de l'agriculteur doit donc être de repérer et comprendre ces manifestations pour éviter leur réapparition et solutionner ces déséquilibres. Une bonne observation permet à l'agriculteur de repérer les déséquilibres au sein de son système agricole. Cette observation porte tout aussi bien sur les cultures, les animaux, les résultats techniques, les relations entre l'homme et l'animal, etc.

- Assurer le lien au sol et l'autonomie alimentaire

La limitation des intrants dans un système agricole bio passe par la recherche de l'autonomie, notamment l'autonomie alimentaire. Les aliments doivent donc être produits au maximum sur la ferme, assurant ainsi un lien entre l'animal et le sol

- Fournir une alimentation naturelle

Les animaux doivent être nourris avec des aliments naturels, sains, variés et équilibrés. L'alimentation conditionne directement l'état de santé

- Respecter l'animal

L'élevage bio doit se conformer aux besoins spécifiques des différentes espèces animales, c'est-à-dire que les besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que les cycles naturels des animaux doivent être respectés. Les pratiques de l'éleveur bio sont garantes du respect du bien-être de l'animal

- Maintenir la biodiversité

L'agriculture biologique cherche à préserver la biodiversité aussi bien animale que végétale. La biodiversité s'exprime au sein des exploitations biologiques (Surtout biodynamiques) par la présence de plusieurs espèces animales, de nombreuses cultures, de prairies à flore variée, etc. Elle est également maintenue au niveau d'un territoire par le choix de races locales par exemples. Les pratiques de l'agriculteur bio sont tout simplement la mise en œuvre des principes qui définissent ce type d'agriculture.

3- Croissance de l'agriculture biologique

Le marché des aliments biologiques croît à l'échelle mondiale depuis plus de 15 ans. On prévoit une augmentation annuelle de 10-20% des ventes au détail en Amérique du Nord au cours des prochaines années. On estime à plus de 1,5 G\$ le marché de détail des aliments biologiques au Canada en 2008 et à 22,9 G\$ celui des États-Unis en 2008. On évalue que les produits importés constituent plus de 70% des produits biologiques consommés au Canada. Le Canada exporte aussi beaucoup de produits biologiques, surtout le soya et des céréales. (AMAND et LANGLOIS,2010)

3.1 Agriculture biologique en Algérie

L'agriculture algérienne standard souffre d'une sous compétitivité durable et d'une faible intégration aux marchés extérieurs. Les politiques traditionnelles et les plans de développement agricole successifs n'ont produit que de maigres résultats au regard des potentialités et des besoins du pays. Face à un tel constat, l'agriculture biologique peut s'avérer comme une alternative intéressante pour valoriser les ressources locales, d'autant plus que le marché mondial ne cesse de croître, pour faire face aux crises alimentaires. La durabilité, la rentabilité de cette agriculture et la proximité des marchés en croissance (Europe) sont également des facteurs favorables à l'épanouissement de ce modèle agricole en Algérie. (ABDELLAOUI, 2012)

L'Algérie est considérée comme le pays qui enregistre le plus grand retard en matière de développement de l'agriculture biologique. Une très faible surface s'est convertie depuis les années 2000 grâce à l'implication de jeunes agriculteurs dynamiques, ayant souvent des relations avec la diaspora algérienne établie en France. C'est le cas dans le secteur phonicole qui a vu ses premières dattes biologiques certifiées grâce à une entreprise créée par un Français d'origine algérienne et résidant en France. L'évolution récente des surfaces converties en bio alerte sur leur faiblesse.

Cela s'explique en grande partie par le manque de politique nationale claire de soutien en faveur de cette agriculture biologique, d'autant plus que comme au Maroc, il existe des surfaces importantes de culture biologique non certifiée. L'enjeu est ici de mettre en place les mécanismes de soutien financier pour la certification, l'accompagnement et la formation des agriculteurs. La politique de vulgarisation est assez

inefficace et n'incite guère les agriculteurs à s'intéresser au bio, d'autant plus que les difficultés inhérentes au processus de certification rebutent nombre de ces personnes. Les premières exploitations qui ont réussi leur conversion en bio ont eu recours à des organismes de certification étrangers. Les cultures bios se limitent essentiellement aux dattes, aux vins, aux olives et à l'huile d'olive.

Le marché européen et plus particulièrement français est le plus recherché de par son potentiel et sa proximité. Il est clair que l'Algérie a la politique la moins incitative des trois pays maghrébins en faveur du bio, même s'il est possible de noter quelques initiatives locales pouvant se déployer. (ABDELLAOUI, 2012)

3- Choix d'une agriculture biologique

Les principales raisons que citent les producteurs qui veulent choisir l'agriculture biologique sont leurs préoccupations à l'égard de l'environnement et du travail avec des produits chimiques agricoles dans les systèmes agricoles classiques. On se préoccupe également de la consommation d'énergie en agriculture, notamment pour la fabrication de plusieurs produits agrochimiques qui exige la consommation d'une quantité considérable de combustibles fossiles. Les producteurs biologiques estiment que leur mode de production agricole est rentable et gratifiant. (HUGH, 2016)

4- Techniques de production en agriculture biologique

Les méthodes de l'agriculture biologique sont fondées sur l'entretien des êtres vivants du sol grâce à des rotations culturales longues et variées, techniques culturales appropriées et le maintien d'un taux de matière organique élevé. On privilégie les systèmes de production diversifiés, basés de préférence sur la polyculture-élevage et l'utilisation de races locales et de variétés résistantes aux maladies et aux ravageurs. Ces méthodes sont plus complexes que celles de l'agriculture classique. Certains problèmes techniques sont mal maîtrisés, en particulier le contrôle des adventices et la lutte phytosanitaires en arboriculture et en viticulture (SILGUY, 1998)

4- Les bio fertilisants

La décomposition des matières organiques est la base du raisonnement de la fertilisation en agriculture biologique. Tous les atomes des éléments présents sur terre sont invariables depuis plus de 10 milliards d'années. Si les molécules sont synthétisées par les organismes vivants, puis détruites en fin de vie, les atomes demeurent. C'est par ce processus naturel de réorganisation que les éléments constitutifs des matières végétales, formés de molécules complexes, sont décomposés, cassés, brisés, jusqu'aux anions et cations permettant la constitution de nouveaux assemblages, en l'occurrence des nouvelles plantes ou parties de plantes (fruits, fleurs, branches) en vue des récoltes. Mais ces apports organiques ne sont pas les seules sources de minéraux pour la constitution des tissus végétaux. (CHRISTIAN, 2011).

- Les principaux bio-fertilisants naturels

Selon BLANCHE (2012), les bio-fertilisants les plus connus et utilisés en agriculture sont cités comme suit :

a- Compost :

Matière organique décomposée à incorporer au sol Il équilibre le pH, fournit les éléments essentiels au sol, contribue une bonne composition du sol (aération, drainage et rétention d'eau) et favorise l'activité du sol.

b- Farine de crabe :

Riche en azote (N), en phosphore (P) et en potassium (K) (4.5 - 5.5 - 0.2) Résidus de crustacés broyés et vendus sous forme de poudre à incorporer au niveau des racines au début de culture. Elle est particulièrement riche en calcium (15 - 18%) contient aussi du fer, bore, cuivre, magnésium manganèse et du zinc.

c- Les algues liquides :

Riche en azote (N), en phosphore (P) et en potassium (K) (1 - 0.2 - 2) C'est un concentré d'algues sous forme liquide à diluer dans l'eau applicable par arrosage au sol par ou pulvérisation foliaire. Elle est riche en divers oligo-éléments (molybdène, bore, cuivre)

d- L'émulsion de poisson :

Riche en azote (N), en phosphore (P) et en potassium (K) (5 - 2 - 1) Concentré de poisson et de déchet de poisson sous forme de liquide à diluer dans l'eau et à utiliser en vaporisation foliaire. Elle contient aussi du calcium, magnésium, fer, manganèse, zinc, sodium, bore, aluminium et d'autres éléments en plus petites quantités.

e- Le fumier de poule :

Riche en azote (N), en phosphore (P) et en potassium (K) (4 - 6 - 8) C'est un engrais granulaire composé de fumier de poule à incorporer à la surface, il dissout graduellement au contact de l'eau. Il est riche en calcium, et divers nutriments. Ce fumier joue un rôle important dans l'équilibre de la structure du sol et de la vie des organismes vivants dans le sol. (BLANCHE, 2012).

f- Les purins :

Ce sont des liquides obtenus par macération ou d'infusion de végétaux (ex. orties) applicable par arrosage au sol ou pulvérisation foliaire. Les purins éliminent et éloignent les insectes et champignons parasites, stimulent les mécanismes de défense naturelle de la plante (résistance aux maladies et parasites) et fournissent les éléments nécessaires au développement des plantes potagères. (MOUSTIE 2002)

2. Purin d'ortie**2.1. Généralités**

Tout d'abord, il faut savoir que le terme « purin » due à l'odeur putride qui s'en dégage n'est pas approprié dans le cas de l'ortie. Le vrai purin se définit comme un déchet liquide produit par les animaux domestiques, le terme exact pour l'ortie est « extrait végétal fermenté ». (BERTRAND 2010)

Le purin d'ortie ne doit pas être considéré comme engrais malgré sa richesse en azote puisqu'il ne détruit pas. Cet extrait végétal est en fait un éliciteur et un phyto-stimulant. Il agit comme un répulsif pour les nuisibles et sert à prévenir les maladies. Un éliciteur est une

molécule produite par un agent phyto-pathogène qui va déclencher des mécanismes de défense chez la plante. C'est un stimulateur des défenses naturelles de la plante. (BERTRAND, 2010)

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. (MOUSTIE, 2008).

2.2 Préparation du purin d'ortie

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'ortie qui libèrent ainsi le suc cellulaire. Au bout de quelques jours, bactéries et champignons microscopiques prolifèrent rapidement.

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

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. (Exemple : 1kg d'orties + 9litres d'eau). (DRAGHI, 2005).

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 séparer les déchets végétaux du liquide obtenu. Le purin convenablement filtré est un produit naturel stable qui conserve parfaitement toutes ses qualités pendant plus d'un an. Le stockage doit se faire dans des bidons plastiques bien pleins et fermés hermétiquement (DRAGHI, 2005).

2.3 Propriétés de purin :

Ce n'est qu'en 1981 que les chercheurs se sont penchés pour la première fois sur le purin d'ortie. En effet, le suédois Rolf Paterson a comparé pendant 2 mois l'action d'une solution minérale chimique à celle de l'extrait d'ortie sur des plantes de radis, d'orge, tomate et blé cultivé en serre. Le résultat est sans équivalent, la méthode naturelle a produit une quantité plus importante de matière végétale fraîche, mais aussi de matière sèche, et le système racinaire des plantes ainsi traitées étaient plus développés (BERTRAND, 2010)

- Protection contre les champignons : cette action serait due à une substance de la famille des phyto-pectines que l'on trouve dans la racine de l'ortie est en quantité très importante (0.5-3%) cette substance agit et inhibe la croissance des champignons responsables de maladies cryptogamiques telles que : cloque du pêcher, la rouille grillagée du poirier, l'oïdium du pommier, la pourriture grise du fraisier, le mildiou ou encore la fente de semis.

- Bio-stimulant : le purin d'ortie favorise le développement des plantes et leur permet également de résister aux rigueurs de l'hiver. Il permet de lutter contre les signes de la chlorose en redonnant un feuillage d'un vert plus brillant et également lutter contre les carences minérales. Sa richesse en phénols favorise le processus de mélanisation dont les plantes se servent suite à la grêle pour constituer une barrière autour des points d'impact. Les arbres fruitiers traités par le purin d'ortie sont plus résistants et produisent également plus de fruits (BERTRAND, 2010)

- Le purin d'ortie doit toujours être dilué (de 3 à 20% selon l'utilisation) car s'il est utilisé pur, il a un effet désherbant. (MOUSTIE, 2002) La pulvérisation est préférable à l'arrosage, en effet, les gouttelettes les plus fines obtenues par pulvérisation ?? Mieux les tissus végétaux et le sol. Elle doit se faire lorsque les végétaux vont subir une période de stress : semis, repiquage, transplantation, greffe, taille en prévision d'une période de froid ou de canicule. La pulvérisation ne doit pas se faire sur une plante qui a besoin d'eau. Il est préférable de le faire après une averse ou encore le matin ou le soir quand il fait plus humide. Il convient également de ne pas traiter avant un orage ou de fortes pluies qui risqueraient de lessiver le produit. (MOUSTIE, 2002)

En automne, on utilisera le purin pour préparer les plantes et le sol en pulvérisant sur ce dernier. Vers la fin de l'hiver aux environs de Février on peut l'utiliser dilué à 20% pour

traiter le terrain. A cette dilution il agira comme bio-stimulant en favorisant la remontée de la sève et en réveillant les microorganismes du sol. Cette même dilution sera utilisée en printemps pour favoriser la croissance et le développement des plantes. (TISSIER, 2011).

Il doit être pulvérisé lorsque les fruits et les légumes commencent à apparaître, et au contraire on doit éviter de traiter les arbres fruitiers et le potager avant la récolte. (GOULFIER, 2010).

- Insecticide, insectifuge et fongicide naturel : une dilution à 10% (1L de purin dans 9L d'eau de pluie) de celui-ci permet de lutter contre les pucerons et acariens lorsqu'on le pulvérise sur les feuilles. En plus forte concentration, il permet de lutter contre les champignons, les lichens et le mildiou. De même, il a un effet répulsif contre certains parasites pouvant être nuisibles pour les plantes.

Ainsi associé à 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 loïdium (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 phyto-pathogènes qui permettent de renforcer les défenses de la plante. (Anonyme, 2016)

Chapitre II

Plante expérimentée

Chapitre II : Plante expérimentée**1. Généralités sur la laitue (*Lactuca sativa* L)****1.1 Origine**

Espèce originaire d’Egypte cultivée dès 4500 av JC dans la région méditerranéenne pour son huile extraite de ses graines oléagineuses et ses propriétés médicinales, la laitue (*Lactuca sativa* L) a vu sa culture comme plante annuelle se répandre dans le monde entier (BLANCARD et al, 2003).

La domestication de la laitue aurait été réalisée dans la vallée du Nil ou dans la région du Tigre et de l’Euphrate, qui correspondent à la zone maximale des espèces adventices de *Lactuca* et ses formes apparentées dont les formes pommées (beurre, batavia et grasse) seraient vraisemblablement apparus plus tard au nord de la zone méditerranéenne et seule la laitue beurre ; aussi désignée laitue de BOSTON ou laitue bibb (*Lactuca sativa* L), est cultivée en serre (ELMHIRST, 2006).

Selon COLLIN et LIZOT (2003), le nom de la laitue vient du mot lait, ce liquide blanc appelé latex qui exsude lorsqu’on coupe une partie de la tige ou de la feuille. Aujourd’hui, on la produit presque exclusivement pour le marché en frais, on la consomme dans les salades et/ou les sandwichs, et aussi comme garniture.

1.2 Description**1.2.1 Description botanique**

La laitue appartient à l’une des plus grandes familles botanique «les Astéracées », Elle comporte le 1/10^{ème} de toutes les espèces des angiospermes connus (OUHIBI, 2015). PITRAT et FOURY (2003) déterminent que le genre *Lactuca* est très vaste, avec plus de 100 espèces recensées à travers le monde.



Figure 1 : Une plante de laitue (RATHS, 2016)

1.2.2 La nouvelle classification de la plante selon l'APG II 2009

- **Ordre :** Asterales
- **Famille :** Asterales
- **Genre :** Lactuca
- **Espèce :** *Lactuca sativa* L .

1.3 Généralité :

ZORRIG (2015) démontre que la laitue (*Lactuca sativa* L.) est une plante qui appartient à la famille des Astéracées (ex composées), division des magnoliophytes, et la classe des magnoliopsides.

L'une des espèces de laitue les plus communes, *Lactuca sativa* L., est une plante herbacée annuelle de jours longs a cycle court, consommées a l'état jeune avant la montrée en graine (VEROLET, 2001). Selon VALADE (2013), elle est caractérisée par la présence de « lait », le lactarium, liquide blanc collant qui s'écroule des blessures des feuilles ou tiges, qui lui a donné son nom. Bouché (2012) identifie que la laitue est une espèce diploïde ($2n=18$) son génome est d'une taille très grande (entre 2,6 et 2,7 Gb), cleistogames (dont les fleurs ne s'ouvrent pas) a dominance autogame (autopollinisation). Néanmoins, la pollinisation croisée n'est pas totalement exclue, le risque de croisement, réalisé par les insectes, est faible (1 a 6%).

- **Variétés de Laitue les plus connues**

- 1- Le groupe le plus important est celui des laitues pommées (LAFITE, 1985). Comprenant les laitues beurrées à feuilles tendres et nervures pennées et les laitues batavia à feuilles plus craquantes et nervures parallèles. Ces deux types ont des pommes assez rondes. Les batavias ont été elles-mêmes subdivisées en batavia et iceberg.



Figure 2 : Laitue pommée (Richardier, 2018)

- 2- Les laitues grasses sont des laitues pommées à feuilles épaisses, assez craquantes et nervures pennées.
- 3- Les laitues romaines sont des laitues à feuilles oblongues et craquantes avec une grosse nervure centrale ; elles ont une pomme allongée.



Figure 3 : Laitue romaine (IPNOZE, 2019)

- 4- Les laitues à coupé ne pommant généralement pas. Elles se présentent comme un bouquet de feuilles ouvert ; selon la forme des feuilles, plus ou moins lobées ou découpées.
- 5- Les laitues tiges, ou laitues asperge ou celtuce ne forment jamais de pomme ; elles sont cultivées pour leurs tiges renflées que l'on mange cuites, surtout en Asie.



Figure 4 : Laitue tige (Cédric, 2017)

1.4. Description morphologique :

Selon PITRAT et FOURY (2003), la laitue cultivée se distingue des formes sauvages par plusieurs caractères morphologiques dits de domestication : formation d'une pomme, ou tout au moins d'un stade végétatif marqué, avec un grand nombre de feuilles formant un paquet plus ou moins serré, absence d'épines sous les feuilles, diminution du latex et de l'amertume, capitules resserrés dans les bractées permettant de retenir les graines sur la plante à maturité.

1.4.1. Racine

VEROLET (2001) démontre que le système racinaire de la laitue est pivotant. La ramification de la racine pivotante est variable selon le type et l'état du sol et elle se trouve habituellement entre 0 et 30 centimètres dans le sol (JENNI et BOURGEOIS, 2008). Les laitues ont des racines plutôt superficielles, peu profond (moins de 60 cm) (BENIEST *et al.*, 1987 ; CARRIER, 2008)

1.4.2. Feuilles

Les laitues offrent une diversité étonnante, à feuilles lisses ou cloquées, tendres ou croquantes. Les feuilles peuvent être dressées, étalées, ondulées, frisées ou profondément découpées selon les variétés. Leur couleur varie également : verte, rouge ou bicolore, la coloration rouge est due à un pigment, l'anthocyane (LAFITTE, 1985)

1.4.3. Fleurs

ZORRIG (2015) indique que les plantes de laitue portent de nombreux capitules (appelés couramment fleurs) de 10 à 15 fleurons. Tous les fleurons sont ligulés et présentent un développement quasi synchrone. Les ligules sont jaunes avec, chez certaines variétés, la face externe anthocyane. La ligule correspond à 5 pétales soudés que l'on peut identifier en comptant ses dents. L'inflorescence ne s'ouvre qu'une fois, le matin après le lever du soleil. À l'écartement des ligules, les stigmates ne sont pas visibles. Ils sont entièrement à l'intérieur du manchon des 5 étamines. Puis le style s'allonge et le stigmate apparaît déjà chargé de pollen ; si les conditions climatiques sont bonnes, dans les minutes qui suivent, le capitule se referme et l'unique ovule de chaque fleuron est fécondé.



Figure 5 : Fleur de la laitue vue de près. (VISOFLORA, 2011)

1.4.4. Semence

Les semences sont décrites par LAKHDARI et *al.*, (2010) comme des graines fines, allongées, pointues et aplaties, d'une couleur grise au centre et jaune aux pointes. Selon G.A.B. et F.R.A.B (2010) : Les caractéristiques de la semence sont :

- Nombre de graines par gramme : 800 à 1000 graines
- Température de germination : 12°C - 15°C
- Longévité moyenne de la graine : 4 à 6ans
- Germination s'effectue 7 à 10 jours selon la température du sol.
- Plante des jours longs

La conservation des semences est comprise entre une température de 4C° et 10°C. Dormance induite au delà de 25°C. Pour une facilité de semis et une meilleure capacité de germination, les graines enrobées (95%) sont préférables par rapport aux graines nues (75%) (CHALAYER et *al.*, 1998).

1.4.5. Stades phénologiques

La laitue est une plante dont le cycle de croissance est court. Selon la période du semis elle prend de 70 jours au printemps à 53 jours en été pour atteindre la maturité. Pour la laitue plantée, on compte de 40 à 55 jours de croissance aux champs. (I.T.C.M.I., 2010). Le cycle de croissance d'un plant peut être séparé en 2 phases :

- Le développement des parties commercialisées.
- L'établissement de la culture.

La plante passe les deux tiers de son temps de développement à s'établir, puis produit plus de 60% de sa matière fraîche durant le dernier tiers. Les étapes du cycle végétatif se résument dans la figure suivante (ITMCI, 2010) :

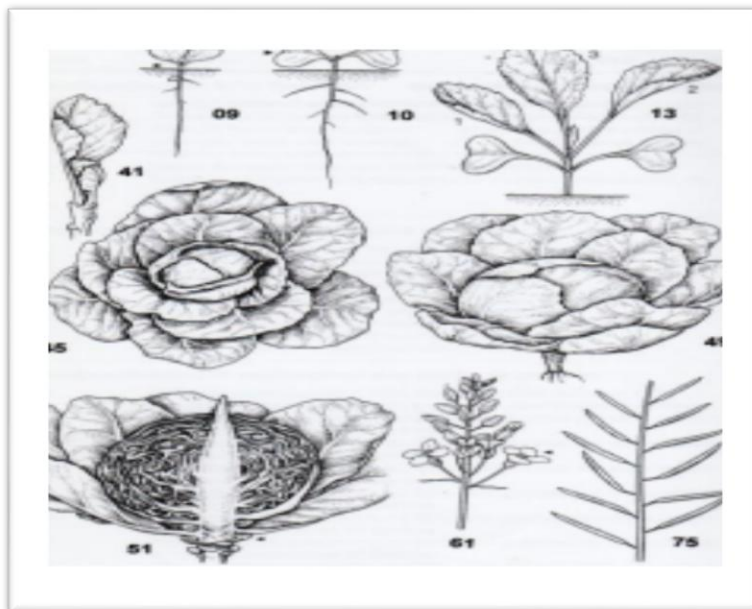


Figure 6 : Stades phénologique de la laitue (*Lactuca sativa* L.)

09 : levée

10 : cotylédons étalés

13 : 03 feuilles étalées

41 : début de formation des têtes.

45 : la tête a atteint 50% de sa taille finale.

49 : les têtes ont atteint leur grandeur, forme et dureté typique.

51 : la pousse principale à l'intérieur de la tête commence à sortir.

61 : début de la floraison.

75 : maturation des graines.

1.4.6. Composition de la laitue

La partie consommable de la laitue contient environ 95 % d'eau (PLAMONDON et DUCHESNEAU, 2011 ; PITRAT et FOURY, 2003). Du point de vue nutritionnel, RAMIREZ (2015) rapporte la laitue a une place importante puisqu'elle contient des vitamines A,B,C,E, et des minéraux comme le calcium et le fer. En plus, les qualités nutritionnelles de la laitue sont attribuées a la présence, dans les feuilles, des fibres alimentaires (1,5%), de sucres (0,9%), et de caroténoïdes (NICOLLE et *al.*, 2004). En effet, une série d'études récente de ALTUNKAYA et GOKMEN (2009) ; MULABAGAL et *al.*, (2010) ont démontré que plusieurs variétés de laitues contiennent des composés phénoliques ayant une activité antioxydante. Ainsi, VRIES (1997) montre que les graines, riches en vitamines E, sont aussi exploitées pour leur teneur en huile, qui peut représenter jusqu'à 35 % de leur poids.

1.5. Exigences écologiques de la culture

1.5.1 Exigences climatiques

Selon VEROLET (2011) ; MALTRAIS (2007), La culture de la laitue présente cependant plusieurs difficultés. Elle est sensible aux conditions climatiques telles que la photopériode de même que la température. La croissance végétative est d'autant plus rapide que les jours sont longs (13 heures de luminosité par jour et plus) et la température élevée (optimum a 20 C) ; mais elle est également possible sous faible éclaircissement et basses températures selon les variétés.

1.5.2 Température

La plus grande partie des cultures légumières préfère la fraîcheur de la saison sèche pour une production optimale. Parmi elles, on trouve la laitue. Elle est adaptée aux climats frais, avec des températures optimales de croissance oscillant entre 7 et 24 C (JENNI, 2010).

D'après WAYCOTT et RYDER (1993), des températures trop élevées risquent de diminuer la qualité et le rendement de la laitue, d'entraîner la formation de pommes lâches lorsque la luminosité est faible et provoquent l'étiollement ou la montaison précoce des laitues au champ. Par contre, la présence de latex blanc et d'anthocyanes (selon les variétés) est favorisée par les basses températures. Après la formation de la pomme, la tige subit une élongation et l'apex évolue en hampe florale (RAMIREZ, 2015)

Suivant MANSOURI (2008), le climat méditerranéen lui convient très bien pour des productions d'automne, d'hiver et de printemps. Les cultures d'été sont toujours compliquées sous le climat méditerranéen a cause des excès de chaleur et des températures de nuit souvent trop chaudes. De petites cultures d'été existent pour des circuits de commercialisation courts.

1.5.3. Lumière

La laitue est une plante de jours longs à cycle court, BENIEST *et al.*, (1987) ; (ITCMI,2010) ; (OUHIBI, 2015) montrent que cette culture est très exigeante en lumière, elle a besoin d'un nombre déterminé d'heures de lumière pour pouvoir produire des récoltes.

Selon ELMHIRST (2006) :

- Sous éclairage réduit: jours courts et faible intensité lumineuse, des températures diurnes élevées retardent la pommaton, alors que les températures basses la favorisent.
- Sous éclairage fort : des températures diurnes de l'ordre de 20°C, accélèrent la pommaton en favorisant le développement en largeur des feuilles.

1.5.4. Humidité

L'humidité est étroitement surveillée et contrôlée dans la serre. L'humidité trop élevée, particulièrement quand il fait frais favorise la condensation de la vapeur sur les feuilles et l'apparition de maladies telles que moisissure grise à Botrytis (ELMHIRST, 2006).

1.6. Exigences édaphiques

La laitue a besoin d'oxygène pour mettre en place ses racines: Le sol doit donc être aéré, non tassé et non hydro morphe. Il doit disposer d'une réserve utile suffisante.

Le pH optimal est de 6,7 à 7,2 : un sol acide (pH < 6) ou battant est très défavorable à la production de la laitue (COLLIN, 2003).

La laitue pousse bien dans les sols légers mais fertiles, voire riches en matières organiques, d'où (G.A.B et F.R.A.B., 2009) recommande :

- Une rotation en seconde position
- Précédents favorables : cucurbitacées (concombre), pois, cresson
- Précédents à éviter : chou, fève, betterave ...
- Association: carotte, melon; navet, oignon

1.7 Fertilisation :

La fertilisation minérale et organique sont complémentaires. Les éléments minéraux apportent à la plante des nutriments rapidement assimilables. En revanche, les éléments nutritifs des produits organiques ne deviennent assimilables qu'après solubilisation et transformations chimiques et biochimiques (phénomène de minéralisation). Un bon fonctionnement du sol favorise ces transformations.

L'apport de matières organiques en qualité et en quantité suffisante garantit la bonne santé du sol et la mise à disposition des éléments minéraux pour la plante. (GRASSET, 2008). Selon une interview donnée par NICOT (2010), chercheur en pathologie végétale à l'INRA Avignon, la fertilisation peut agir à trois niveaux. Tout d'abord, les minéraux absorbés par les racines vont être utilisés directement dans les cellules des tissus végétaux. Par exemple, si l'on apporte une importante dose d'azote à la plante, ses feuilles vont être aussi plus riches en azote, que ce soit sous forme minérale ou sous forme de protéines. Ce qui signifie que les champignons pathogènes et les pucerons ont potentiellement un substrat plus riche à leur disposition. La fertilisation peut agir à un deuxième niveau qui est le système naturel de défense de la plante. En effet, la composition de la fertilisation peut influencer la présence dans la plante de certains composés toxiques pour les bios agresseurs, ainsi que le renforcement des parois cellulaires.

En fin, la fertilisation a un effet sur l'architecture de la plante. Une forte fertilisation entraîne une croissance végétative forte, donc un climat plus humide dans la serre qui influe sur le développement des maladies.

1.7.1. Fertilisation Organique

L'utilisation des produits organiques pour fertiliser et /ou amender les sols est particulièrement intéressante du point de vue économique (hausse des prix des engrais minéraux) mais aussi du point de vue agronomique, car l'apport d'amendement organique contribue à améliorer le statut organique des sols, avec tous les effets bénéfiques qu'il entraîne : lutte contre l'érosion (maintien d'une bonne structure du sol), amélioration de l'état physico-chimique du sol et de son pH (GERBER et al., 2009). Les besoins azotés de la laitue sont assez faibles et peuvent être couverts par les reliquats d'une tête d'assolement exigeante. On prend en compte le reliquat azoté par les cultures précédentes, auquel on ajoute un complément : celui-ci peut être un apport de fumier composté (COLLIN et LIZOT, 2003).

- L'azote : favorise la croissance des parties vertes et se lessive facilement. Une carence se traduit par des tiges courtes et des petites feuilles de couleur vert pâle. Un excès retarde la pommaton tout en favorisant les champignons pathogènes tels que le (Botrytis).
- Le phosphore : favorise la formation des fleurs et des graines. Une carence est caractérisée par une floraison peu abondante et peut se manifester par l'apparition de reflets rougeâtres sur les marges foliaires. Il est aussi nécessaire au développement racinaire.
- Le potassium : favorise le développement des organes de réserve (tubercule, racine, fruit), la coloration des fleurs et fruits ainsi que la résistance aux maladies.

D'après le règlement (CCE 2092/91), dans les conditions climatiques régnant sous abri (température et humidité élevées), les processus de minéralisation de la matière organique sont intenses ce qui peut conduire dans le cas d'apport insuffisant à des baisses notables des teneurs en matières organiques avec des conséquences néfastes sur d'autres propriétés édaphiques. A noter que le compost offre une double fonction en fertilisant d'une part, et en améliorant les propriétés du sol d'autre part. (Anonyme, 2019)

1.7.2 Fertilisation Minérale

Il existe 2 types d’engrais minéraux :

- Engrais de fond : Ce sont les engrais contenant le potassium et le phosphore et qui doivent être incorporés dans le sol au moins 15 jours avant le semis
- Engrais de couverture ou d’entretien : Ce sont les engrais contenant l’azote tels que l’urée, sulfate d’ammoniaque, le phosphate monobiamoniacal (MAP ou DAP). Le choix du type d’engrais doit se faire en fonction de l’espèce cultivée et doit être appliqué après irrigation, par conséquent risque de brûler les racines des plantes. (C.T.A., 2009). A savoir que pour le légume feuille (laitue, endive, chicoré) il faut apporter plus d’engrais azotés que phosphatés ou potassés.

1.8. Irrigation

La laitue est moyennement sensible au stress hydrique : une ou deux irrigations de 25 à 30 mm pourront être mises en œuvre au début de la floraison et lors du stade remplissage des graines. Sous-abris, l’irrigation sera plus facile à gérer avec la technique goutte à goutte. (COLLIN et LIZOT, 2003).

1.9. Les ravageurs de la laitue

Plusieurs ravageurs et maladies physiologiques peuvent s’établir dans les champs de laitues. Le tableau suivant dresse la liste des ravageurs prépondérants, secondaires ou occasionnels de cette culture.

Tableau n°2 : Ravageurs et maladies physiologiques de la laitue. (Anonyme, 2019)

Prépondérants	Secondaires	Occationnels
<u>Insectes :</u>	<u>Insectes :</u>	<u>Insectes :</u>
2. Puceron 3. Punaise terne	4. Fausse-arpenteuse 5. Vers gris	6. Puceron des racines 7. Cicadelle 8. Nématode 9. Punaise pentatomide
<u>Maladies :</u>	<u>Maladies :</u>	<u>Maladies :</u>
10. Mildiou	11. Moisissure grise (Botritys) 12. Affaïssement sclérotique (Sclerotinia) 13. Affaïssement sec (Pythium) 14. Pourriture basale 15. Tache bactérienne	16. Jaunisse de l’aster 17. Pourriture bactérienne (Erwinia) 18. Oïdium Anthracnose
<u>Maladie physiologique :</u>	<u>Maladie physiologique :</u>	<u>Maladie physiologique :</u>
19. Pourriture apicale	20. Nervation brune 21. Montée à la graine	22. Assèchement marginal

1.10. La production de la laitue dans le monde

La production annuelle de laitue représente plus de 21 millions de tonnes, dont 10 et 4 millions de tonnes en Chine et aux États-Unis, respectivement. L'Italie, l'Espagne, l'Inde et la France produisent annuellement 4 et 9 millions de tonnes de laitues (FAO, 2004).

DAVID (2013) montre que l'union Européenne est le troisième producteur et consommateur de laitues. Aujourd'hui le volume de production européen de laitue se situe autour de 3 millions de tonnes. Des pays tels que l'Espagne, l'Italie ou encore la Belgique exportent en masse et d'autres comme l'Allemagne et la Grande-Bretagne importent. Quant aux Pays-Bas et la France les importations et les exportations s'équilibrent. Les principaux types cultivés en Europe sont les laitues beurre, les batavias, les laitues à couper et les romaines (THICOIPE, 1997).

1.12. Variétés cultivées en Algérie

En Algérie, toutes les zones d'Algérie sont des zones de production de la laitue, les variétés les plus cultivées sont groupées comme suit :

- Laitue à couper : laitue blonde et laitue frisée d'Amérique avec un cycle 40 à 50 jours
- Laitue pommée : Reine de mai, goutte jaune d'or ; Batavia, merveille des quatre saisons, tête de Nîmes et Divina avec un cycle de 60 à 85jrs.
- Laitue Romaine : Balen, blonde maraîchère avec un cycle de 70 à 135 jours.

Matériel et méthodes

1. But de l'expérimentation

Le présent travail a pour objectif d'améliorer le rendement et la qualité de l'espèce étudiée qui est la laitue (*Lactuca sativa* L.) cultivée sous serre, afin de satisfaire les besoins des consommateurs. L'étude a porté sur l'évaluation des effets des doses et du mode d'application d'un bio-fertilisant liquide à base d'une macération d'ortie appelée « purin d'ortie » sur une espèce de légumes foliaires. L'intérêt est d'identifier la dose la plus performante pour avoir des plantes de qualité avec un bon rendement.

2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre expérimentation est la laitue (*Lactuca sativa*), pour laquelle on a choisit la variété Madrilène.

Caractéristiques de l'espèce :

- Résistante à la sécheresse.
- Facile à cultiver.
- Très bonne qualité gustative.

3. Conditions expérimentales

3.1 Lieu de l'expérimentation

Notre expérimentation a été réalisée au niveau de la station expérimentale qui fait partie du Laboratoire de Biotechnologie des Productions Végétales, Département de Biotechnologies Université Blida 1 d'une durée de 3 mois (Mars 2019-Mai2019).

3.2 Travail du sol

La laitue exige un sol riche qui retient bien l'humidité, dépourvu de cailloux pour cela, avant de faire la transplantation on a commencé par le labour qui a pour but d'améliorer la structure du sol et repousse la croissance des plantes appendices.



Figure 1 : Réalisation du labour, première étape avant la transplantation de la laitue (Photo Originale 2019)

On a divisé le sol en plusieurs blocs, tout dépend du nombre de répétition et des traitements



Figure 2 : 2^{ème} étape, retracer les blocs avant la transplantation. (Photo Originale 2019)

3.3 Préparation du bio-Fertilisant : Purin d'ortie

Le traitement utilisé dans notre expérimentation est le purin d'ortie séché et préparé comme suit :



Figure 4 : cueillage et préparation de l'ortie frais pour le séchage.
(Photo Originale 2019)



Figure 5 : Séchage de l'ortie.
(Photo Originale 2019)

3.1 Préparation de la solution mère

La préparation de la solution du purin d'ortie est la partie initiale la plus importante, il faut bien suivre les étapes pour éviter tous risques d'erreurs, l'utilisation de l'eau de robinet avec un PH neutre est indispensable.

On a apporté un container en plastique en évitant les tonneaux de fer qui s'oxydent très rapidement en contact du purin, ce qui risque de changer sa composition chimique. On a mit 400g d'orties séché dans un récipient. On a ajouté 9l d'eau de source.



Figure 6 : Mettre environ 500g d'ortie dans 9l d'eau de source et le laisser se fermenté pendant 15 jours. (Photo Originale 2019)



Figure 7 : Préparation des différentes doses après la réalisation des dilutions a partir de la solution mère. (Photo Originale 2019)

3.4. Les doses utilisées

Les doses utilisées dans notre expérimentation sont :

- 20%

-10%

On a augmenté et diminué ces doses pour voir les reprises de la plante.

3.4.1. Traitement Racinaire

- T0 : Témoin (l'eau du robinet uniquement).
- T1 15% Chaque plante doit recevoir 50ml trois fois par semaine de la solution obtenue par dilution de 150ml du purin dans 1L d'eau.
- T2 20% Chaque plante doit recevoir 50ml trois fois par semaine de la solution obtenue par dilution de 200ml du purin dans 1L d'eau.
- T3 25% chaque plante doit recevoir 50ml trois fois par semaine de la solution obtenue par dilution de 250ml du purin dans 1L d'eau.

3.4.2 Traitement Foliaire :

- T0 : Témoin (l'eau du robinet uniquement)
- T1 5% Chaque plante doit être pulvérisée trois fois par semaine de la solution obtenue par dilution de 50ml du purin dans 1L d'eau.
- T2 10% Chaque plante doit être pulvérisée trois fois par semaine de la solution obtenue par dilution de 100ml du purin dans 1L d'eau.
- T3 15% Chaque plante doit être pulvérisée 3 fois par semaine de la solution obtenue par dilution de 150ml du purin dans 1L d'eau.

3.4.3 Traitement combiné :

- T0 Témoin (L'eau du robinet uniquement)
- T1 25% racinaire + 5% foliaire : chaque plante doit recevoir 40ml trois fois par semaine de la solution obtenue par dilution de 250ml du purin dans 1L d'eau suivie d'une pulvérisation avec une solution de 5% de concentration.
- T2 20% racinaire + 10% foliaire : chaque plante doit recevoir 40ml trois fois par semaine de la solution obtenue par dilution de 200ml du purin dans 1L d'eau et suivie d'une pulvérisation avec une solution de 10% de concentration.

- T3 15% racinaire + 15% foliaire : chaque plante doit recevoir 40ml trois fois par semaine de la solution obtenue par dilution de 150ml du purin dans 1L d'eau et suivie d'une pulvérisation d'une solution de 15% de concentration.

Dans cette expérimentation on compare l'effet du purin d'ortie des différentes doses avec le témoin T0 (eau du robinet).

L'application de ces traitements s'est effectuée 15 jours après la levée des plantules disposées au niveau de la serre.

Lors du développement des plantes de laitue, il apparaît des trous au niveau des feuilles au niveau du bloc des racinaires causés par des limaces qui n'apparaissent qu'à la nuit, les feuilles de laitue ont été traités avec le purin à 15% et la disparition des limaces était deux semaines après le traitement appliqué, les feuilles ont repris la forme initiale.

3.5 Semis

L'opération du semis est effectuée le 03/03/2019 dans des alvéoles. L'arrosage s'est fait quotidiennement.

La germination a eu lieu le 10/03/2019



Figure 8 : Germination des graines de la laitue après 15 jours de semis. (Photo Originale 2019)

La transplantation a été réalisée après 15 jours de germination, les blocs étés déjà tracés, chaque bloc contient 4 rangées et chaque rangée contienne 6 répétitions.



Figure 9 : Réalisation de la transplantation après 15 jours de la germination. (Photo Originale 2019)

Après la transplantation, on a continuer à arroser régulièrement et fréquement vu que les plantules étaient encore petites et fragiles face à la chaleur et l'humidité.

L'utilisation des différentes doses du purin d'ortie a eu lieu après une semaine de la transplantation sur les différents blocs, racinaire foliaire et combiné.



Figure 10 : Arrosage au quotidien après deux jours de transplantation. (Photo originale 2019)

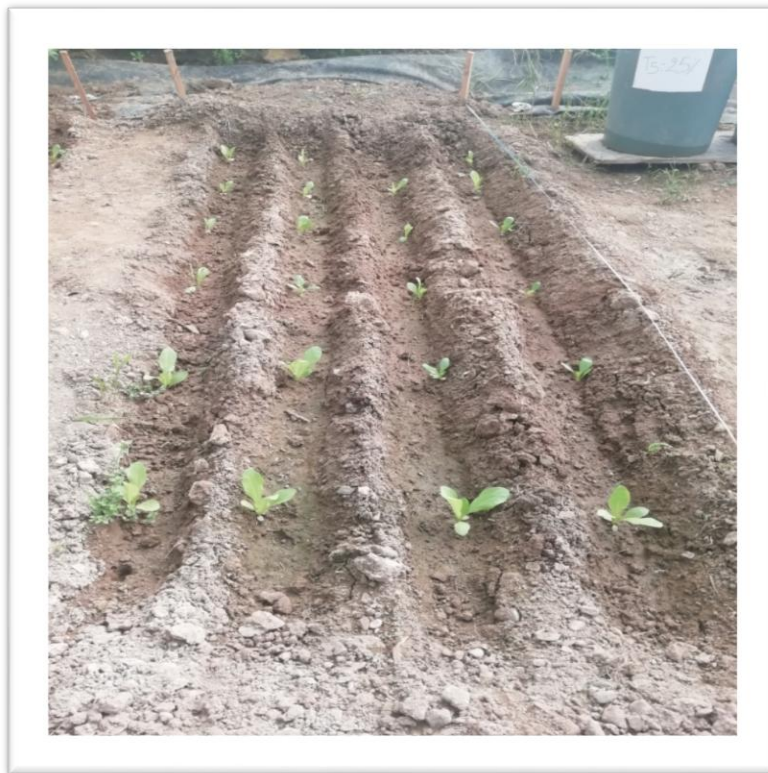


Figure 11 : Première utilisation du purin d'ortie sur le bloc des racinaires. (Photo originale 2019)

3.6 Travaux d'entretien

3.6.1 Arrosage

L'arrosage est très important pour une bonne croissance et un bon développement de plantes, il faut arroser régulièrement et plusieurs fois pendant la journée si la température est élevée pour que les plantes ne se brûlent pas.

3.6.2 Désherbage

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

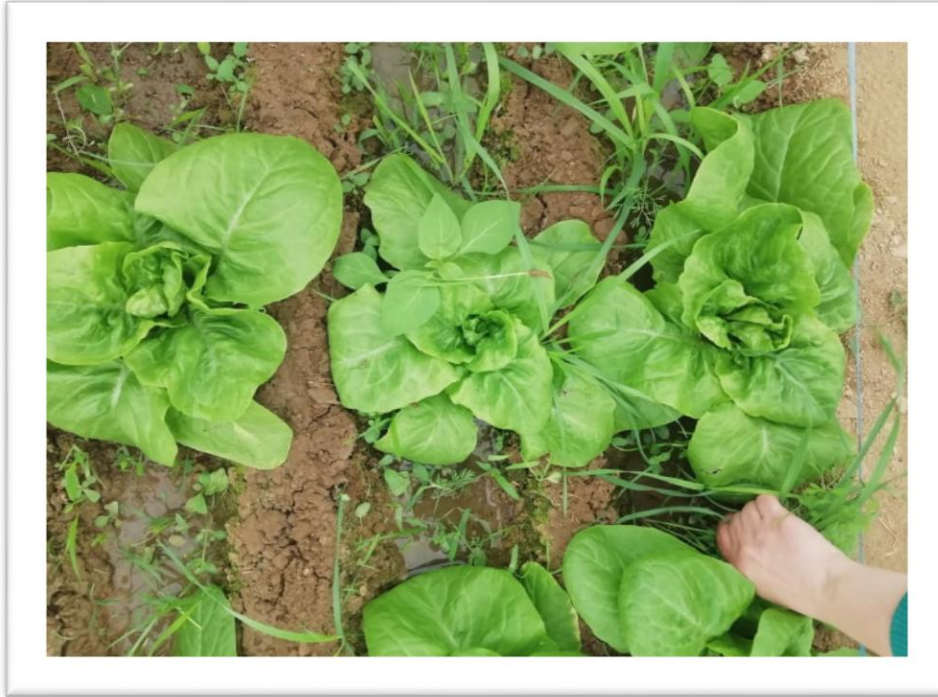


Figure 12 : Réalisation du désherbage au niveau des différents blocs. (Photo originale 2019)

3.6.3 Aération

L'aération de la serre se fait de façon quotidienne par l'ouverture des portes dans le but de diminuer l'excès d'humidité et la chaleur qui représentent des conditions favorables au développement des maladies cryptogamiques et les ravageurs.

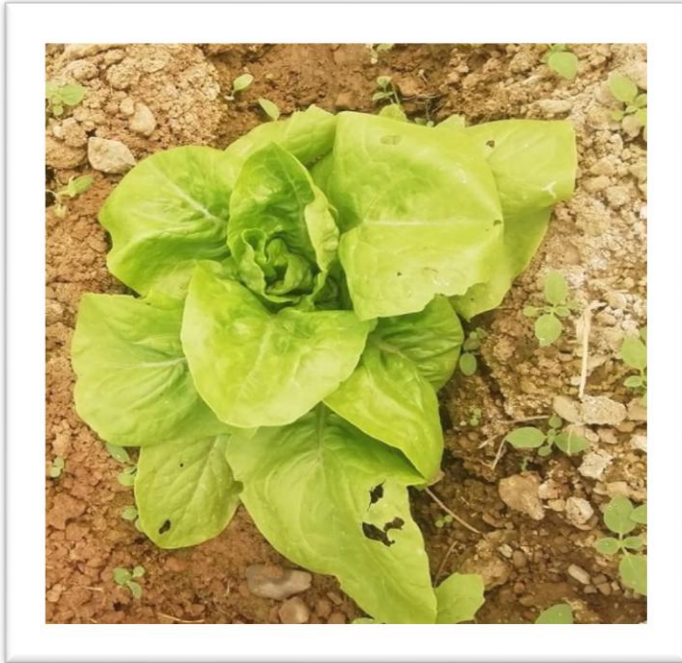


Figure 13 : Attaque d'une plante de laitue au niveau du bloc des racinaires par des limaces et apparition des criblures au niveau des feuilles. (Photo originale 2019)

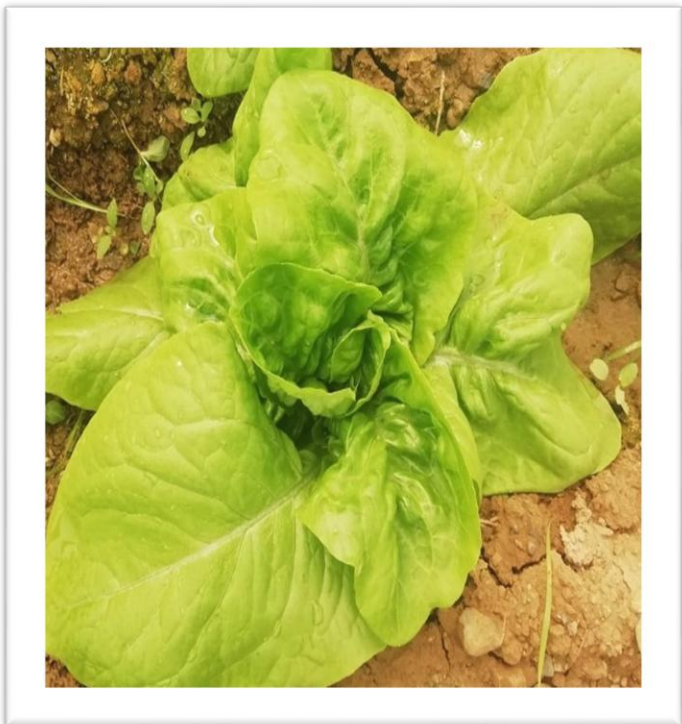


Figure 14 : Cicatrisation des criblures une semaine après d'application de traitement par pulvérisation de 20%. (Photo

On a continué à traiter les plantes de laitue avec le purin d'ortie des différents modes pendant 45 jours en respectant les doses précises pour chaque rangée.

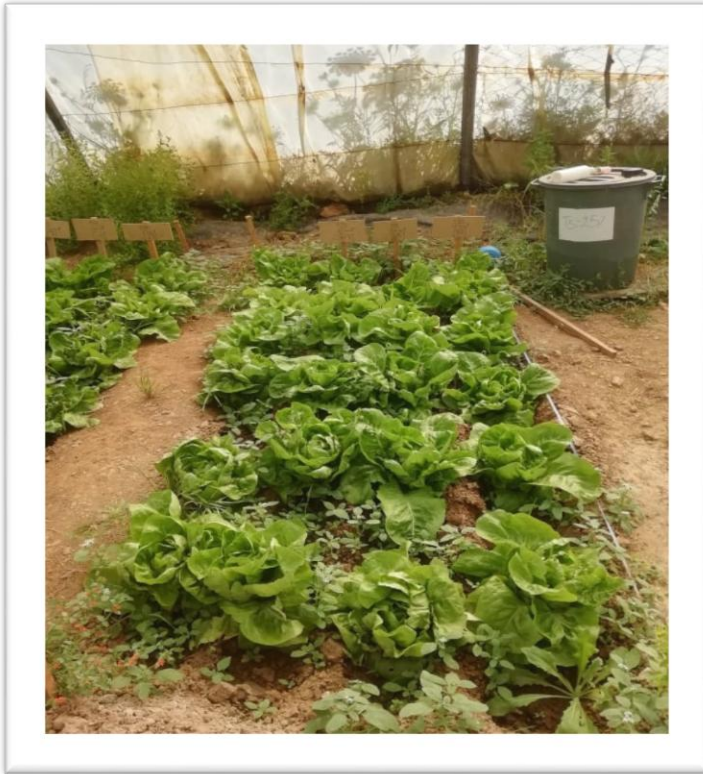


Figure 15 : Bloc des racinaires après utilisation du purin pendant 40 jours. (Photo Originale)

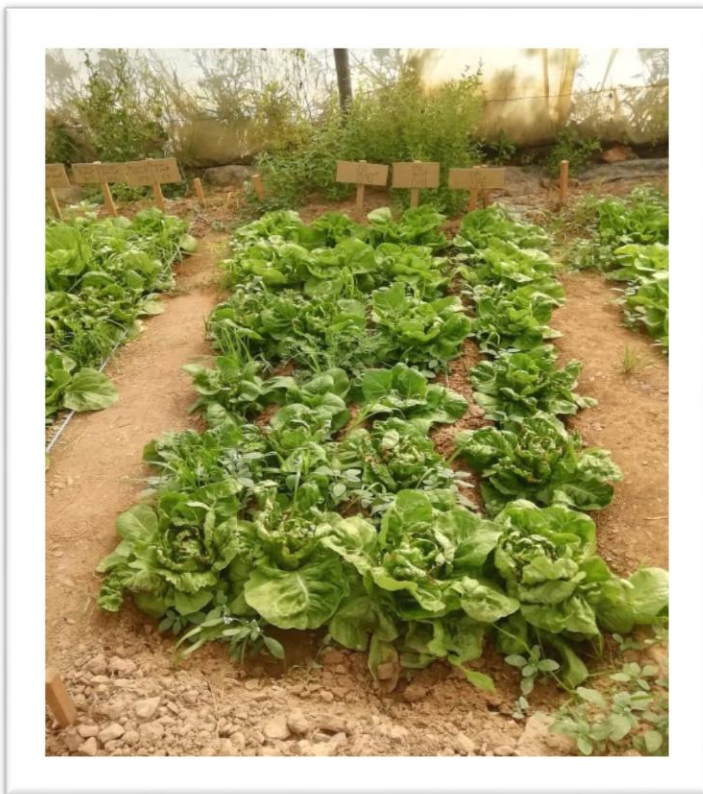


Figure 16 : Bloc des foliaires après utilisation du purin pendant 40 jours. (Photo originale 2019)

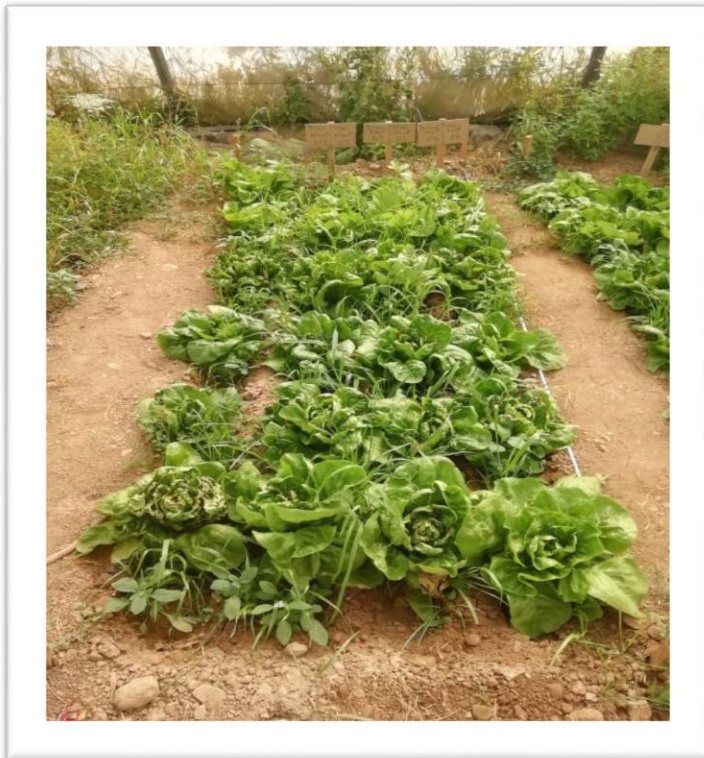


Figure17 :Bloc combinée après utilisation du purin d'ortie pendant 40 jours. (Photo originale 2019)

3.7 Récolte des plantes de laitue

La récolte des plantes a eu lieu le 1 er mai 2019



Figure 18: Récolte des premières plantes du bloc combinée. (Photo originale 2019)

3.7.1 Inconvénient de la récolte

Le seul inconvénient qu'on a rencontré lors de la récolte des plantes, est la difficulté de sauver toutes les racines à cause du manque de moyens, on a utilisé de différents outils mais en vain, les racines sont tellement fragiles qu'elles se déchirent et s'abiment très facilement.

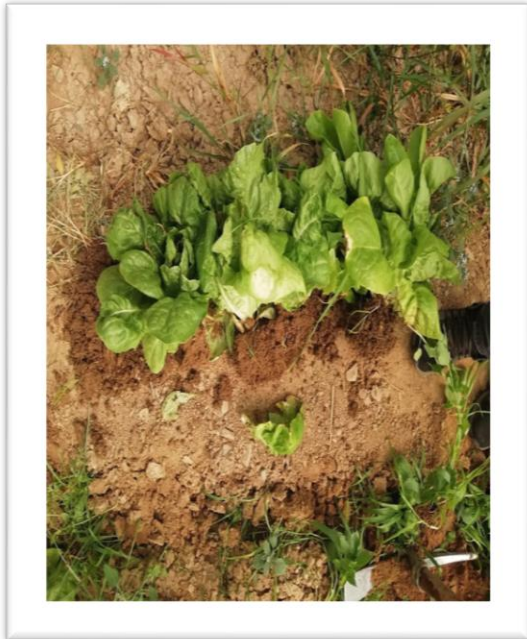


Figure 19 : Récolte des premières plantes de laitue de bloc des racinaires (Photo originale 2019)

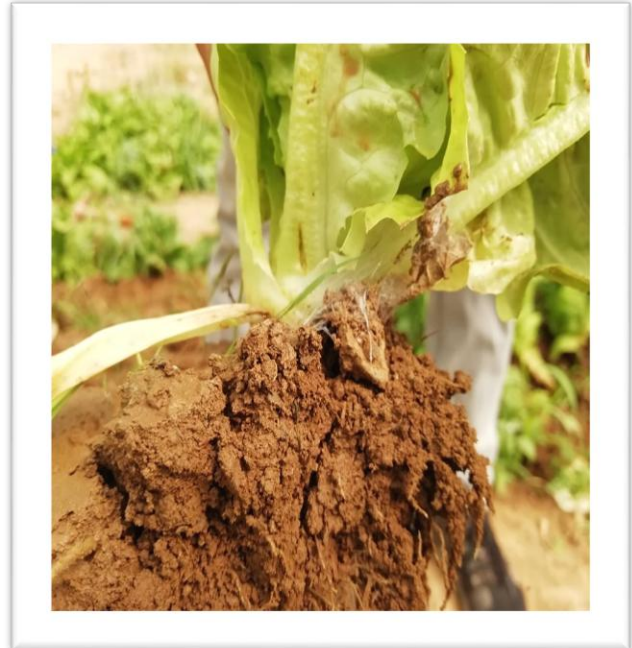


Figure 20 : apparition de certains vers de terre au niveau du bloc des foliaires. (photo originale 2019)

3. Paramètres étudiés

3.1. Paramètres biométriques

- Hauteur finale de plantes : elle est mesurée en centimètre (cm) à l'aide d'une règle graduée, au collet jusqu'à l'apex de la plante. L'opération est effectuée au moment de l'arrachage.
- Nombre de feuilles : le principe consiste à faire un comptage des feuilles pour chaque plante au moment d'arrachage.
- Biomasse fraîche des racines : exprimé en gramme (g), l'opération consiste à peser les racines à l'état frais juste après l'arrachage de la plante, et cela à l'aide d'une balance de précision.

- Biomasse sèche des feuilles et des racines : les parties de la plante à l'état frais doivent être séchées dans une étuve à 600°C après stabilité du poids.

3.2. Paramètres de production

- Poids des racines : exprimé en gramme (g), l'opération consiste à peser les racines à l'état frais juste après l'arrachage, et cela à l'aide d'une balance de précision.

- Longueur de racines : l'opération consiste à mesurer la longueur de la racine (cm) après l'arrachage afin de comparer entre les traitements.

3.3. Paramètres physiologiques

3.3.1. Teneur en pigments chlorophylliens :

Les teneurs en chlorophylle a,b et caroténoïdes sont déterminées selon la méthode utilisée par Shabala et al., 1998. Un échantillon de 100mg de la partie médiane de l'avant dernière feuille est mis en tube à essai en présence de 10ml d'acétone à 95% à 4°C pendant 48.

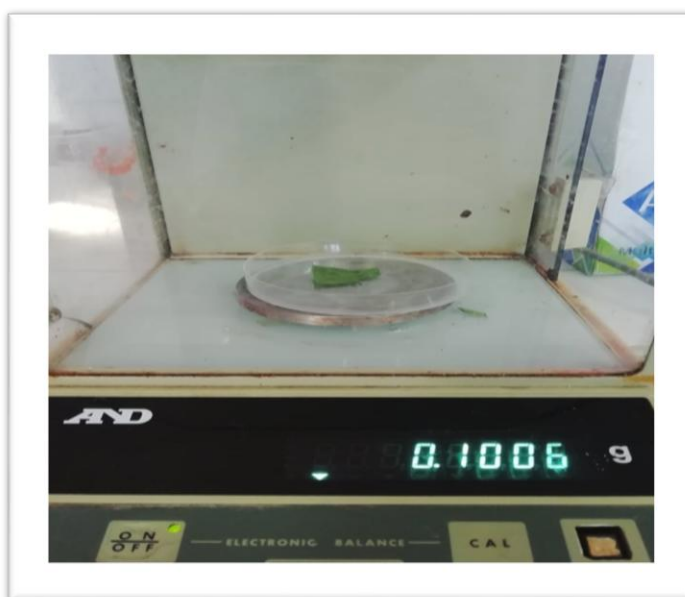


Figure 21 : Pesé des 0,1g des échantillons.
(Photo Originale 2019)

La lecture de la densité optique (DO en nm) est faite d'un spectrophotomètre UV à des longueurs d'onde respectives de 470,645 et 663 nm qui correspondent aux pics d'absorption de la chlorophylle a,b (expérience en mg/ml) se fait à l'aide des formules suivantes :

- Chl a= $9,78DO(663) - 0,99 DO(645)$;
- Chl b= $21,42 DO(645) - 4,65 DO(663)$;
- Caroténoïdes= $[1000.DO(470) - 1,90.Chl a - 63,14.Ch b]/214$



Figure 22 : Préparation des tubes a essai en les remplir avec 10ml d'Acétone. (Photo originale 2019)

Après la préparation des tubes a essai, on les a laissé pendant 48h dans une réfrigérateur a 4c°, ensuite on a fait la lecture avec la spectrophotomètre a 3 longueurs d'ondes 470, 645 et 663.



Figure 23 : Lecture des résultats après 48h avec le spectrophotomètre. (Photo originale 2019)

3.3.2. Sucres solubles

Nous avons procédé au dosage des sucres solubles dans les feuilles des plantes selon la méthode de Dubois (1965)

- Mettre 100 mg de matière fraîche végétale dans des tubes à essai
- Ajouter 2ml d'éthanol à 80%.
- Laisser les tubes fermés au repos pendant 48h.
- Faire évaporer l'alcool en mettant les tubes à essai dans un bain marie à 70

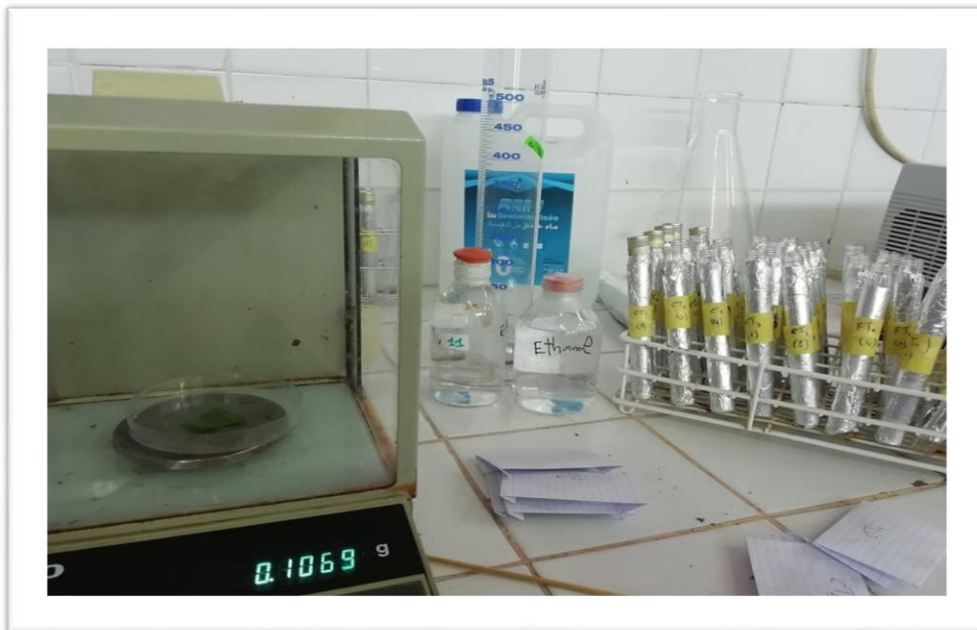


Figure 7 : Préparation des tubes a essai par mettre 0,1g de matière végétale avec 2ml d'Ethanol. (Photo originale 2019)

Après refroidissement :

- Ajouter 20ml d'eau distillée dans chaque tube à essai
- Prendre 1ml de la solution
- Ajouter 1ml de phénol à 5% et bien agiter.
- Ajouter 5ml d'acide sulfurique concentré dans chaque tube à essai.



Figure : Préparation des tubes a essai avant de faire la lecture au spectrophotomètre. (Photo originale 2019)

- Passer au vortex.
- Laisser reposer 10min.
- Passer au bain marie pendant 15min à 30C.
- Procéder à la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde 490nm.



Figure : Passage de chaque tube a essai au vortex pour bien mélanger le contenu

La détermination de la teneur des sucres solubles est réalisée selon la formule suivante :
Sucres solubles ($\mu\text{g/g.MF}$) = DO (490) x1.657

3.3.3. Dosage de la vitamine C

La teneur en vitamine C dans les plantes de laitue est calculée selon la méthode de Prodan et al.,(1978) comme suite :

Une quantité de 10g des feuilles frais est réduite en pate mise en présence de 50ml d'acide chlorhydrique (Hcl 2%) puis laisser en repos pendant 10 minutes. Faire filtrer le mélange dans un bécher de 100ml.

La détermination de la vitamine C se passe pas deux étapes :

1^{ère} étape :

- Prélever 10ml d'extrais filtrée et mettre dans un erlenmayer, ajouter 30ml d'eau distillée, on ajoute aussi 1ml de solution d'iodure de potassium (KI 1%) et on additionne 2ml de solution d'amidon 5%.



Figure : Laisser le mélange reposé pendant 10minutes.(Photo originale 2019)



Figure 9 : Ajout de 10g de matière fraîche dans 50ml d'Hcl. (Photo originale 2019)

- La solution préparée est titrée à l'iodate de potassium (KIO_3 N/1000) jusqu'à l'apparition d'une coloration bleu



-
- Enregistrer le volume en ml d'iodure de potassium (KI) utilisé pour le titrage.

2^{ème} étape :

On réalise un témoin dans les mêmes conditions, les 10ml d'extraits sont remplacées par une quantité égale d'acide chlorhydrique 2%

Les calculs :

La teneur en vitamine C est calculée selon la méthode de [128]

$$X = (N.V1 - 0,88 / G.V2) * 100$$

- X : Mg d'acide ascorbique /g de produit a l'analyse
- N : Nombre d'iodate de potassium résultant de différence entre le 1^{er} titrage et le titrage témoin
- V1 : Volume total d'extrait obtenu pour analyse
- V2 : Volume initial d'extrait soumis a l'analyse
- G : Quantité de produit analysé

Figure : Apparition de la couleur bleu après le titrage de la solution. (Photo originale 2019)

Résultats et discussions

1. Paramètres biométriques

1.1. Nombre de feuilles

Les résultats obtenus concernant le nombre de feuilles (bloc des racinaires) moyens par plant sont mentionnés dans la figure 36 et les tableaux 1 en annexe.

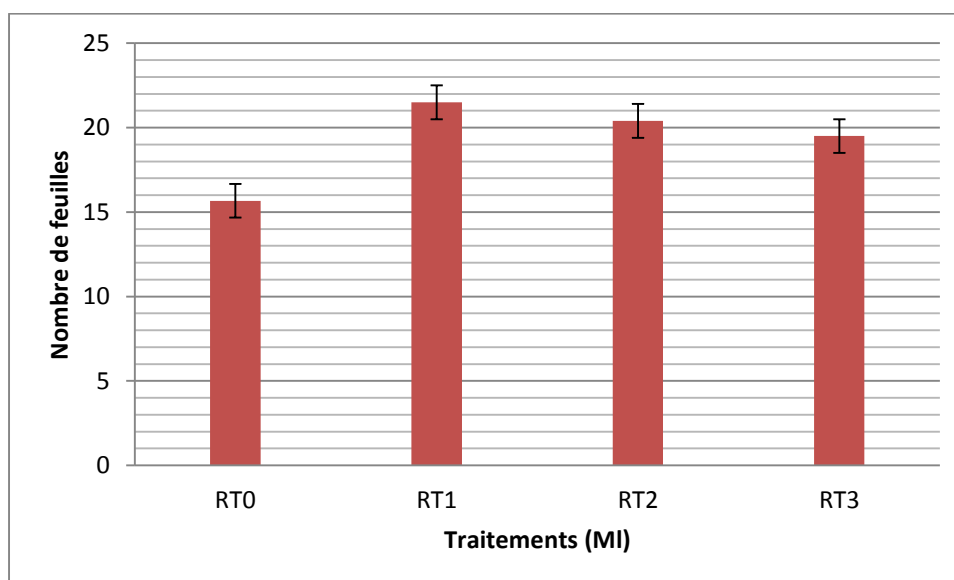


Figure 36 : Nombre de feuilles de la laitue dans le bloc qui a reçu le traitement racinaire.

Les plants *Lactuca sativa* L traités par le purin à 15% et 20% semblent avoir les meilleurs résultats dans le nombre de feuilles qui varie entre 21 et 20 feuilles par plant.

Cependant le traitement T0 montre le plus petit nombre de feuilles par rapport aux autres plants traités, qui ne dépassent pas les 15 feuilles pendant tout le cycle.

L'analyse de variance montre une différence statistiquement hautement significative ou $p=0,000$.

Résultats et discussions

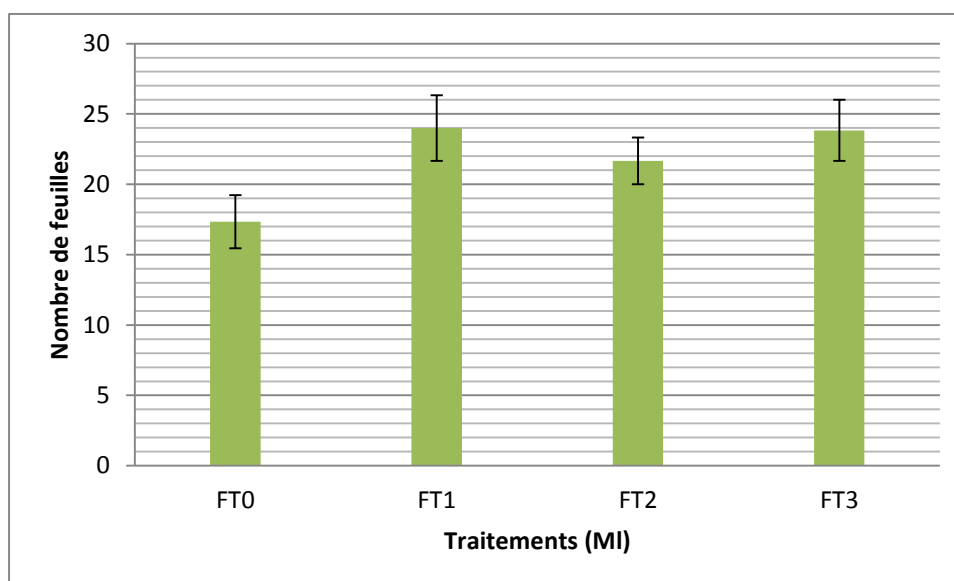


Figure 37: Nombre de feuilles de la laitue dans le bloc qui a reçu le traitement foliaire (pulvérisation).

Les résultats obtenus concernant le nombre de feuilles (bloc des foliaires) moyens par plant sont mentionnés dans la figure 37 et les tableaux 1 en annexe.

Les plants *Lactuca sativa* L traités par pulvérisation du purin à 5% et 15% semblent avoir les meilleurs résultats dans le nombre de feuilles qui varie entre 23 et 24 feuilles par plant.

Cependant le traitement T0 montre le plus petit nombre de feuilles par rapport aux autres plants traités, qui ne dépassent pas les 20 feuilles pendant tout le cycle.

L'analyse de variance montre une différence statistiquement hautement significative ou **p=0,000**.

Résultats et discussions

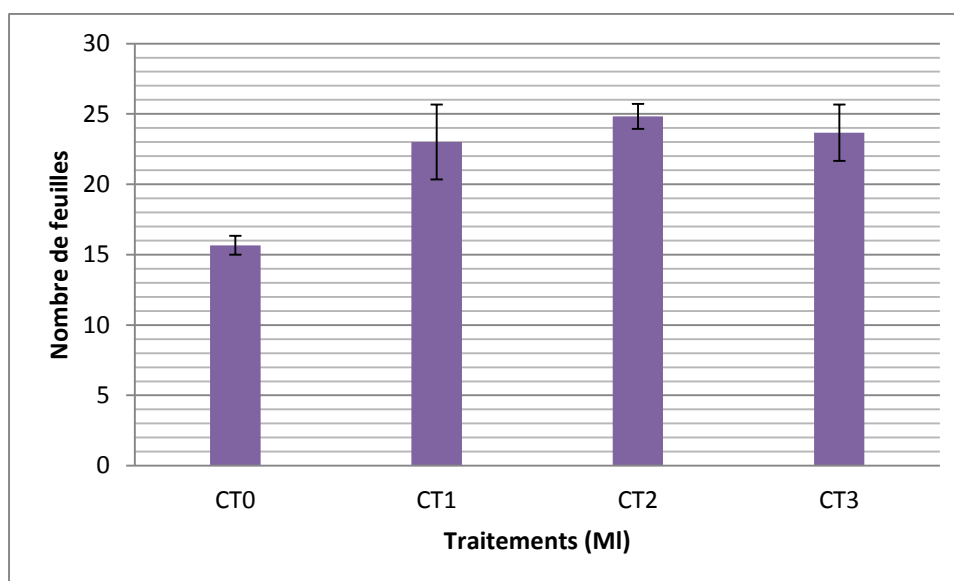


Figure 38 : Nombre de feuilles de la laitue dans le bloc qui a reçu le traitement combiné.

Les résultats obtenus concernant le nombre de feuilles (bloc combiné) moyens par plant sont mentionnés dans la figure 38 et les tableaux 1 en annexe.

Les plants *Lactuca sativa* L traités par le CT2 (20% racinaire plus 10% de pulvérisation foliaire) et le CT3 (15% racinaire et 15% de pulvérisation foliaire) semblent avoir les meilleurs résultats dans le nombre de feuilles qui varie entre 23 et 25 feuilles par plant.

Cependant le traitement T0 montre le plus petit nombre de feuilles par rapport aux autres plants traités, qui ne dépassent pas les 20 feuilles pendant tout le cycle.

L'analyse de variance montre une différence statistiquement hautement significative ou ($p=0,000$).

On remarque donc 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 simplement de l'eau normale. Ce qui prouve que le purin d'ortie est riche en éléments nutritifs tel que l'azote N qui favorise la végétation.

Nos résultats rejoignent ceux de SIVANSANGRI et al. (2010) qui selon eux les extraits d'algues ont une action efficace et on augmenté leur nombre de feuilles après l'application de bio-fertilisants. D'autres résultats similaires menés sur les haricots (GUAR) ont été rapporté par les travaux de THIRUMARUN et al. (2009).

1.2. Hauteurs finales des plants

Les valeurs moyennes concernant le paramètre hauteur finale des feuilles dans notre étude expérimentale sont présentées dans la figure 39

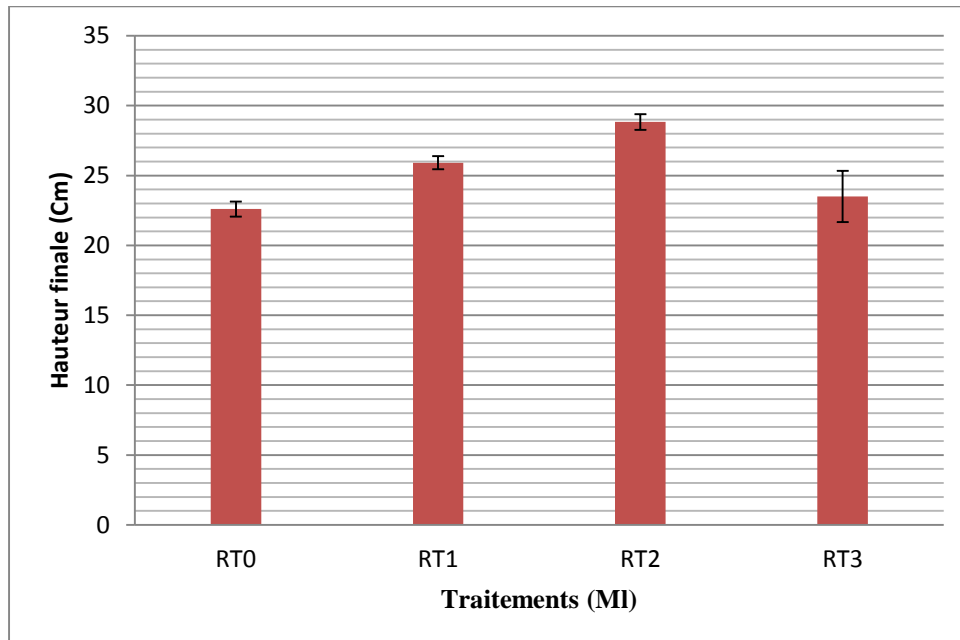


Figure 39 : Hauteur finale des plants au niveau du bloc qui a reçu un traitement racinaire.

Les résultats obtenus concernant la hauteur finale des plantes sont mentionnés dans la figure 39 et le tableau 2 en annexe.

Les plants traités par le purin à 15% et 20% semblent avoir les meilleurs résultats dans la longueur de feuilles de *Lactuca sativa* L. qui varient entre 25 cm et 29cm.

L'analyse de la variance montre une différence statistiquement hautement significative dont ($p=0,000$).

Résultats et discussions

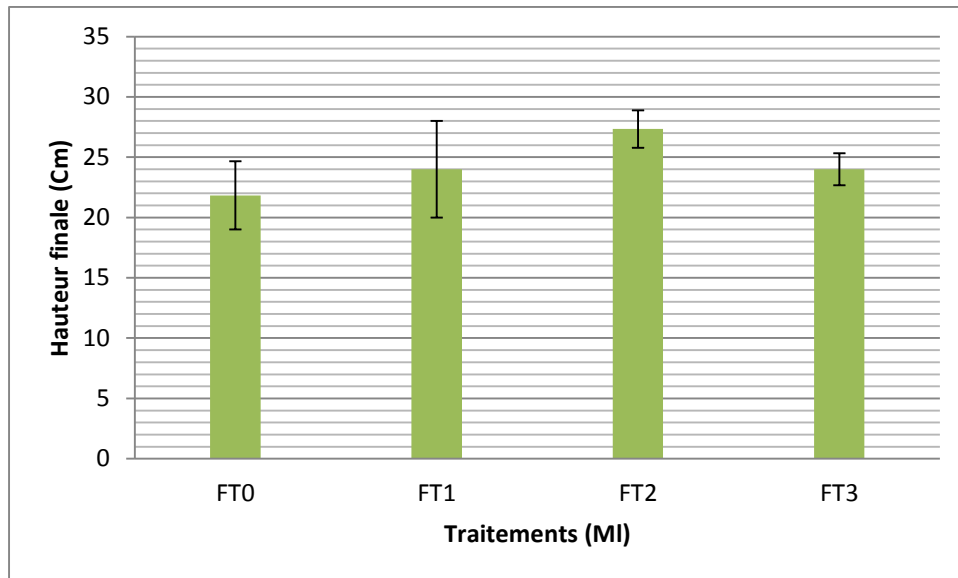


Figure 40 : Hauteur finale des plants au niveau du bloc qui a reçu un traitement foliaire.

Les résultats obtenus concernant la hauteur finale des plantes sont mentionnés dans la figure 40 et le tableau 2 en annexe.

Les plants traités par pulvérisation du purin à 10% et 15% semblent avoir les meilleurs résultats dans la longueur de feuilles de *Lactuca sativa* L. qui varient entre 25 cm et 30cm.

L'analyse de la variance montre une différence statistiquement hautement significative dont ($p=0,000$).

Résultats et discussions

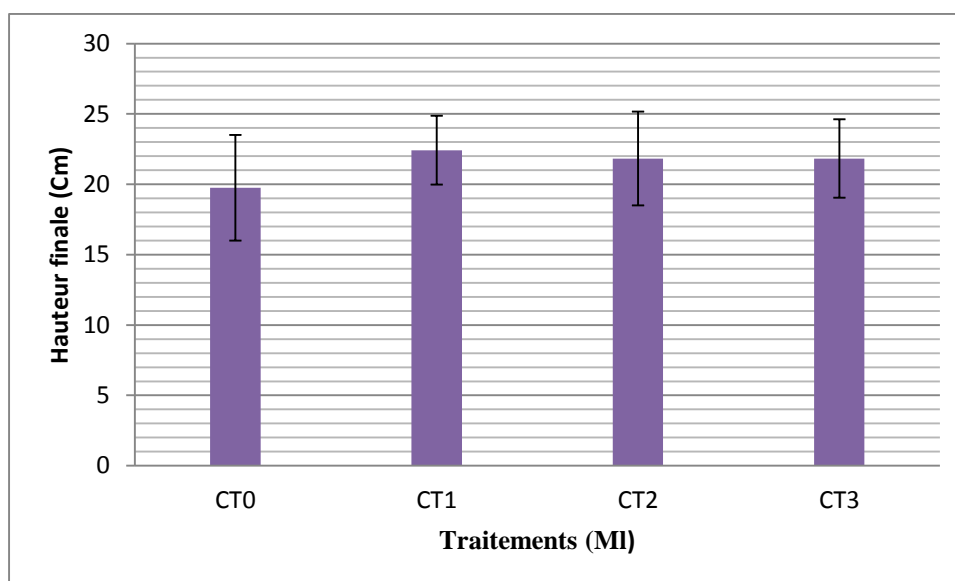


Figure 41 : Hauteur finale des plants au niveau du bloc qui a reçu un traitement combiné.

Les résultats obtenus concernant la hauteur finale des plantes sont mentionnés dans la figure 41 et le tableau 2 en annexe.

Les plants traités par le CT1 (25% racinaire et 5% de pulvérisation) CT3 (15% racinaire et 15% pulvérisation) semblent avoir les meilleurs résultats ,dont la longueur des plants de *Lactuca sativa* L. qui varient entre 20 cm et 25cm.

L'analyse de la variance montre une différence statiquement hautement significative dont $p=0,000$.

On remarque également que tous les plants qui ont reçu un traitement de purin d'ortie ont une hauteur plus importante à ceux qui ont reçu simplement de l'eau normale.

Les travaux de THIRUMARUN et al (2009) ont des résultats similaires à nos résultats, les plantes traitées par des bio-fertilisants à base d'extraits d'algues ont une hauteur considérable par rapport aux plantes non traitées.

1.3. Biomasse fraîche des feuilles

Les valeurs moyennes de biomasse fraîche de feuilles dans notre étude expérimentale sont présentées dans les figures 42, 43 et 44 et le tableau 3 en annexe.

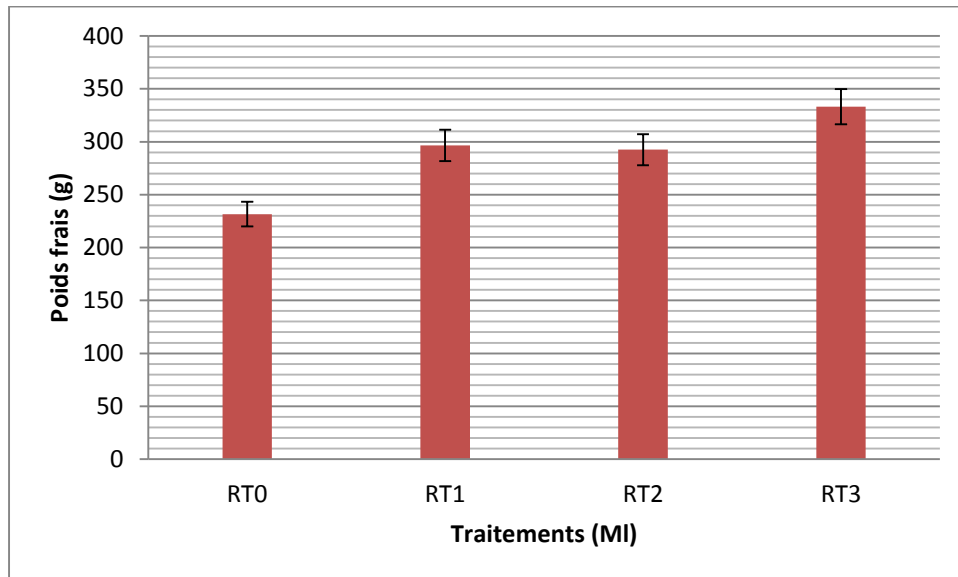


Figure 42 : Biomasse fraîche des feuilles pour les traitements racinaires.

Les résultats relatifs à la biomasse fraîche des feuilles de *Lactuca sativa L* sont compris entre 250g (RT0) et 370g (RT3)

Ces résultats indiquent que les traitements appliqués agissent efficacement sur la biomasse fraîche des feuilles de plantes, avec une concentration de 25% du purin d'ortie.

L'analyse de variance montre une différence significative (pour $p= 0,015$).

Résultats et discussions

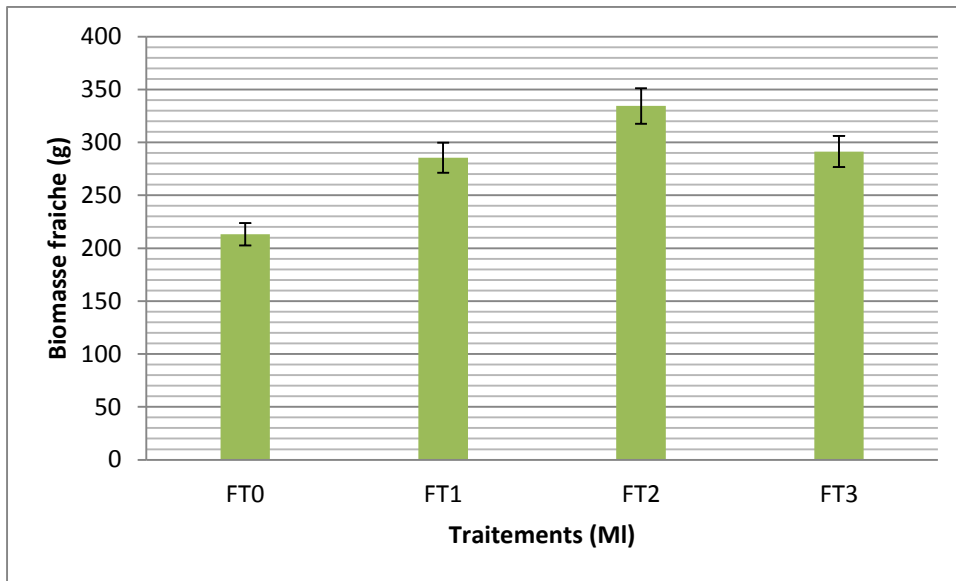


Figure 43: Biomasse fraîche des feuilles pour les traitements foliaires.

Les résultats obtenus dans le cas de la biomasse fraîche des feuilles sont compris entre 210g (FT0) et 350 (FT2)

Ces résultats indiquent que les traitements appliqués agissent efficacement sur la biomasse fraîche des feuilles de plantes, pour une concentration de 10% du purin d'ortie.

L'analyse de variance montre une différence non significative. ($p= 0,114$).

Résultats et discussions

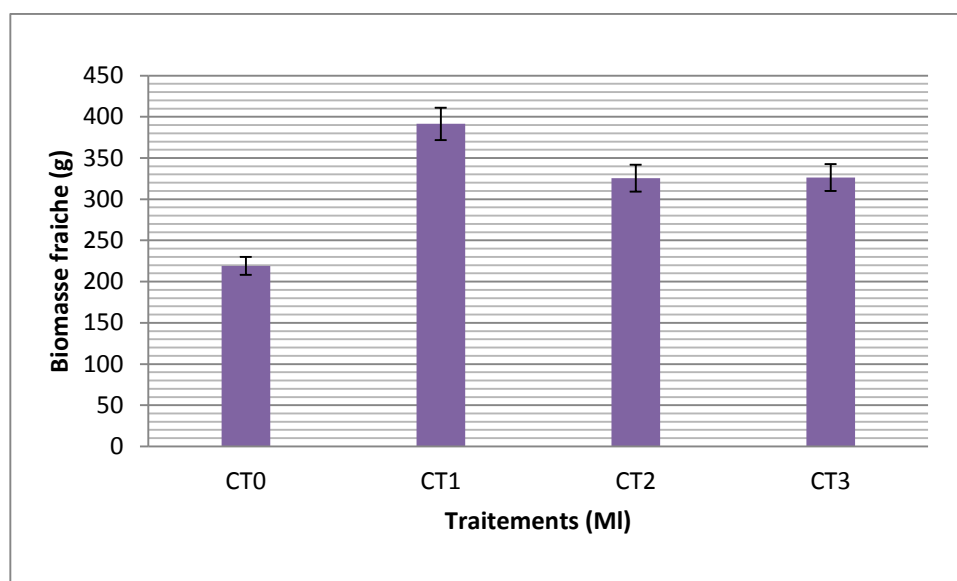


Figure 44: Biomasse fraîche des feuilles pour les traitements combinés.

Les résultats obtenus pour la biomasse fraîche des feuilles de *Lactuca sativa L* sont compris entre 220g (CT0) et 390 (CT1).

Ces résultats indiquent que les traitements appliqués agissent efficacement sur la biomasse fraîche des feuilles de plantes, et en particulier pour le traitement CT1 (25% racinaire 5% foliaire) du purin d'ortie.

L'analyse de variance montre une différence non significative. (**p= 0,163**)

Les travaux de CROUCH et VAN STADEN (1992) ont présentés des résultats similaires à nos résultats, les plantes traitées par des bio-fertilisants à base d'extraits d'algues ont une biomasse fraîche de feuilles bien plus importantes par rapport aux plants non traités.

Résultats et discussions

1.4 Biomasse fraîche des racines

Les valeurs moyennes de biomasse fraîche de racines dans notre étude expérimentale sont présentées dans les figures 45,46 et 47 et dans les tableaux 4 en annexe.

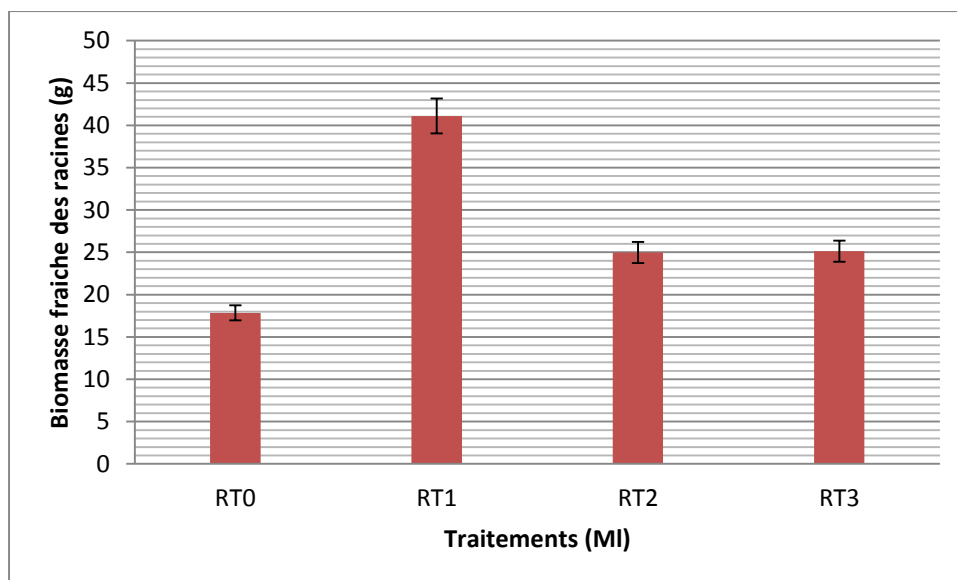


Figure 45 : Biomasse fraîche des racines pour les traitements racinaires.

Les résultats obtenus pour la biomasse fraîche des racines sont compris entre 17g (RT0) et 43g (RT1). On remarque aussi que tous les plants traités de purin d'ortie à différentes concentrations 15% et 25% avec des poids frais de 41,50g (RT1) et 25g (RT3) respectivement présentent des résultats bien élevés par rapport au témoin T0 (eau normale) avec un poids de 17g qui représente la moitié des autres poids.

L'analyse de la variance du facteur biomasse fraîche montre une différence hautement significative pour toutes les concentrations utilisées. ($p= 0,0001$)

Résultats et discussions

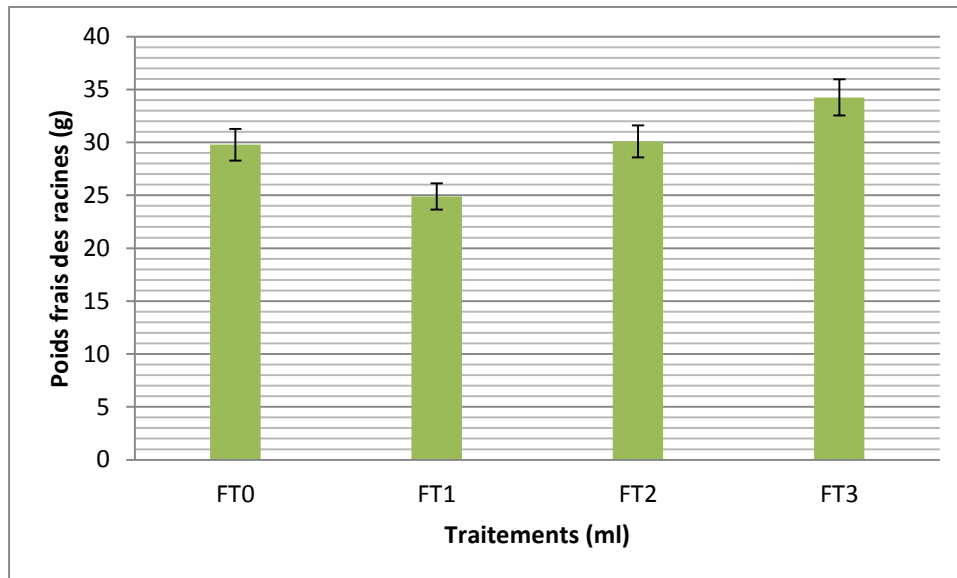


Figure 46: Biomasse fraîche des racines pour les traitements foliaires.

Les résultats relatifs à la biomasse fraîche des racines de *Lactuca sativa L* sont compris entre 29g (FT0) et 35g (FT3). On remarque aussi que tous les plants traités par le purin d'ortie avec la concentration 15% présentent un poids frais de 35g (FT3) etregistrent des résultats bien élevés par rapport au témoin T0 (eau normale) avec un poids de 29g.

L'analyse de variance du facteur biomasse fraîche montre une différence statistiquement non significative des différentes biomasses fraîches de racines. (**p= 0,682**)

Résultats et discussions

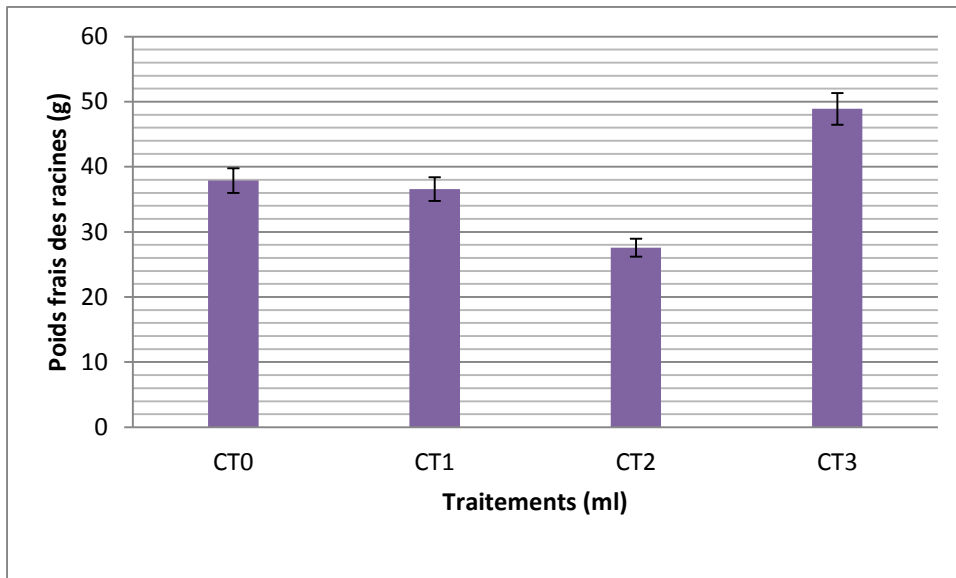


Figure 47: Biomasse fraîche des racines pour les traitements combinés.

Les résultats relatifs à la biomasse fraîche des racines de *Lactuca sativa* L au niveau du bloc qui a reçu un traitement combiné sont compris entre 39g (CT0) et 49g (CT3). On remarque aussi que tous les plants traités par le purin d'ortie cas du traitement CT3 (15% racinaire 15% foliaire) avec un poids frais de 49g (CT3) présente des résultats bien élevés par rapport au témoin T0 (eau normale) avec un poids de 39g.

L'analyse de variance du facteur biomasse fraîche montre une différence statistiquement non significative des différentes biomasses fraîches de racines avec $p=0,109$.

Résultats et discussions

1.4 Biomasse sèche des feuilles

Les résultats obtenus pour la biomasse sèche des feuilles pour les différents blocs sont représentés dans les figures 48, 49 et 50 et dans les tableaux (4) en annexes.

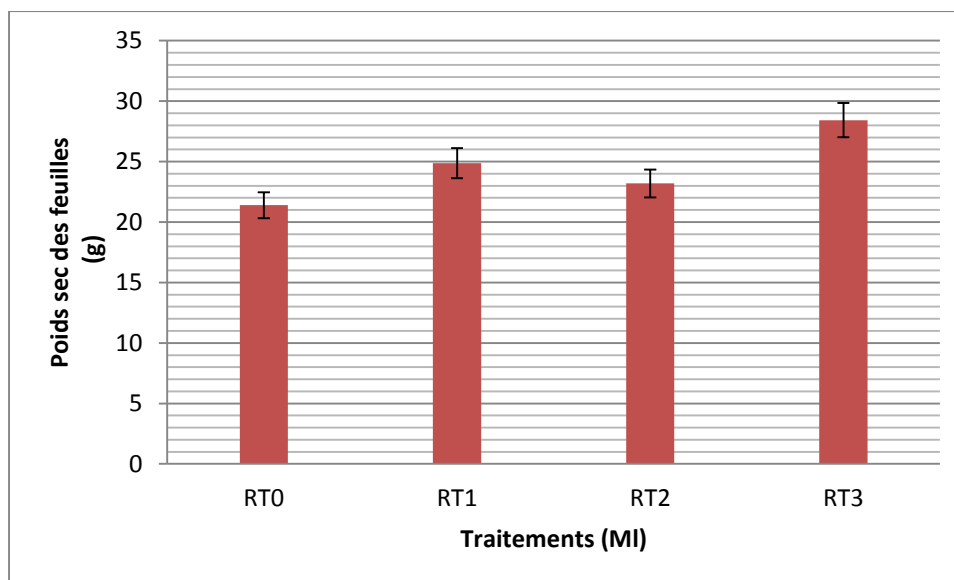


Figure 48 : Biomasse sèche des feuilles pour les traitements racinaires.

On remarque que le traitement RT3 (purin à 15%) présentait le meilleur résultat dans le paramètre biomasse fraîche de *Lactuca sativa* L et il a gardé la meilleure valeur même en biomasse sèche, cette dernière présente une valeur de biomasse sèche égale à 27g.

Donc les plants traités avec une concentration de 25% de purin d'ortie présente les meilleurs poids secs (27g) par rapport aux autres plants traités de 20% et celles qui étaient traités qu'avec de l'eau normale. On constate que toutes les plantes qui ont été traitées avec le purin d'ortie ont une valeur élevée par rapport au RT0 ce qui prouve l'efficacité du purin d'ortie.

L'analyse de la variance ne montre pas de différence significative. ($p=0,179$)

Résultats et discussions

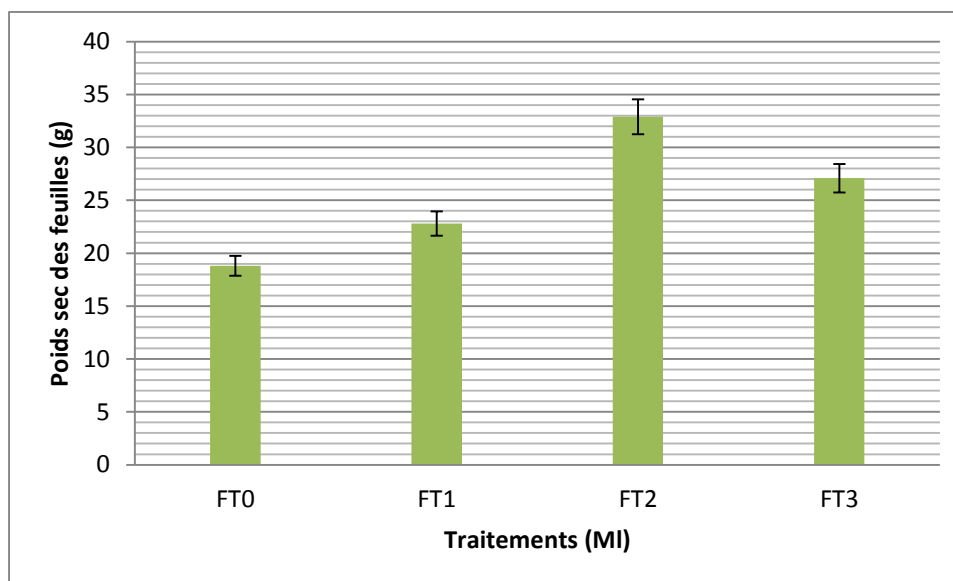


Figure 49: Poids sec des feuilles pour les traitements foliaires.

On remarque que le traitement FT2 (purin à 10%) présente le meilleur résultat dans le paramètre biomasse fraîche de *Lactuca sativa L* et il a gardé la meilleure valeur même en biomasse sèche, cette dernière présente une valeur de biomasse sèche égale à 32,5g.

Donc les plants traités par pulvérisation foliaire avec une concentration de 10% de purin d'ortie présente les meilleurs poids secs par rapport aux autres plants traités avec 5% et 15% et celles qui étaient traités qu'avec de l'eau normale. Ça montre que toutes les plantes qui ont été traitées avec le purin d'ortie présentent une valeur élevée par rapport au FT0.

L'analyse de la variance montre une différence significative. (P= 0,016)

Résultats et discussions

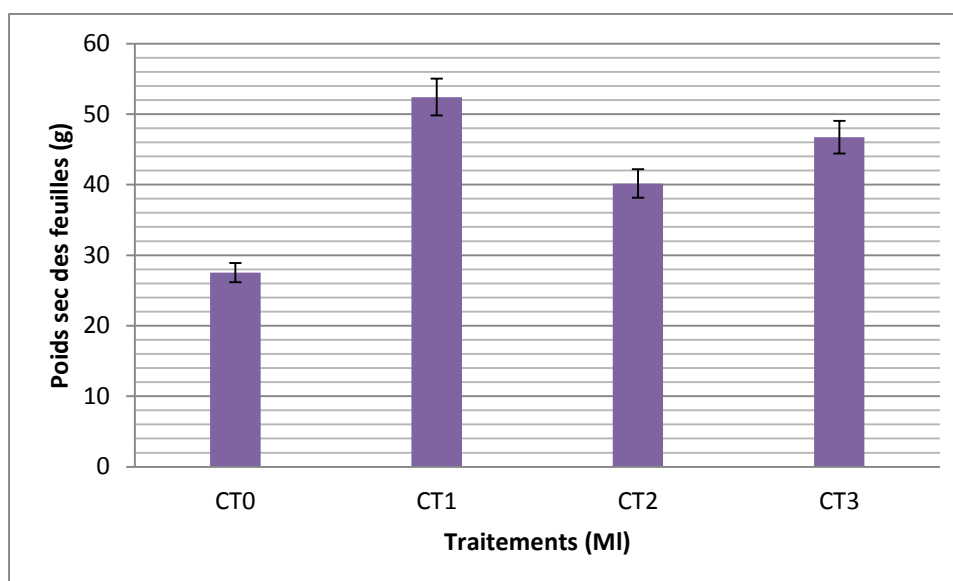


Figure 50: Poids sec des feuilles pour les traitements combinés.

On remarque que le traitement CT1 (25% racinaire avec 5% foliaire) présentait le meilleur résultat pour le paramètre biomasse fraîche de *Lactuca sativa L* et il a gardé la meilleure valeur même en biomasse sèche, cette dernière présente une valeur de biomasse sèche égale à 52g..

Donc les plants traités avec le CT1 présente les meilleurs poids secs par rapport aux autres plants traités avec le CT2 (20% racinaire avec 10% foliaire) et CT3 (15% racinaire avec 15% foliaire)

Les plants traitées avec de l'eau normale (CT0) ont les valeurs de poids sec les plus faibles.

L'analyse de la variance montre une différence hautement significative. (P= 0,000)

Résultats et discussions

1.4 Biomasse sèche des racines

Les valeurs moyennes de biomasse sèche de racines pour les différents blocs dans notre étude expérimentale sont présentées dans les figures 51,52 et 53 et dans les tableaux (6) en annexes.

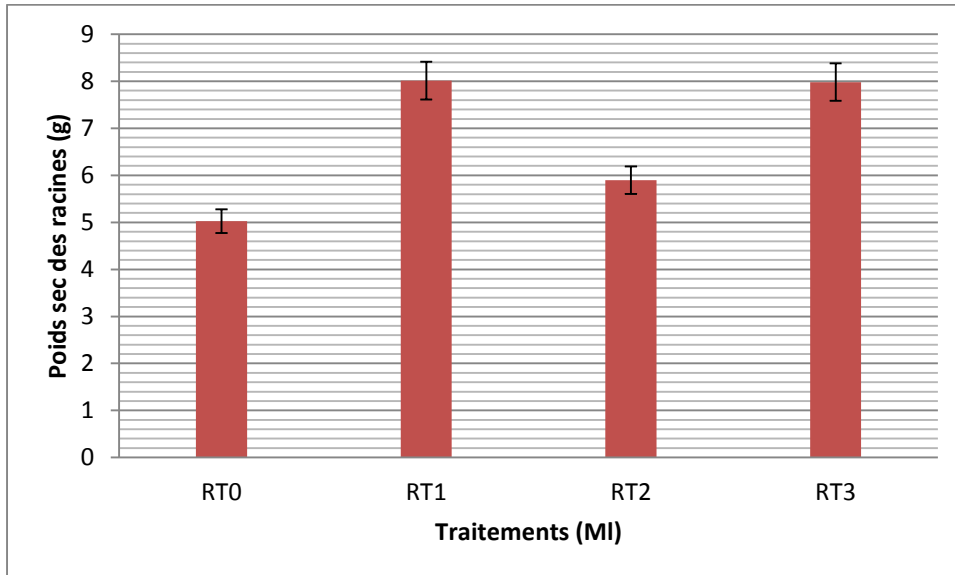


Figure 51: Biomasse sèche des racines pour les traitements racinaires.

L'illustration révèle chez les différents traitements appliqués sur le poids sec de racines de *Lactuca sativa L.* que la meilleure biomasse sèche est enregistrée pour le traitement RT2 (15% de purin d'ortie) avec 8g et le plus faible poids est obtenu pour le traitement RT0 (plants arrosés à l'eau du robinet).

L'analyse de la variance montre une différence significative. (**p=0,01**)

Résultats et discussions

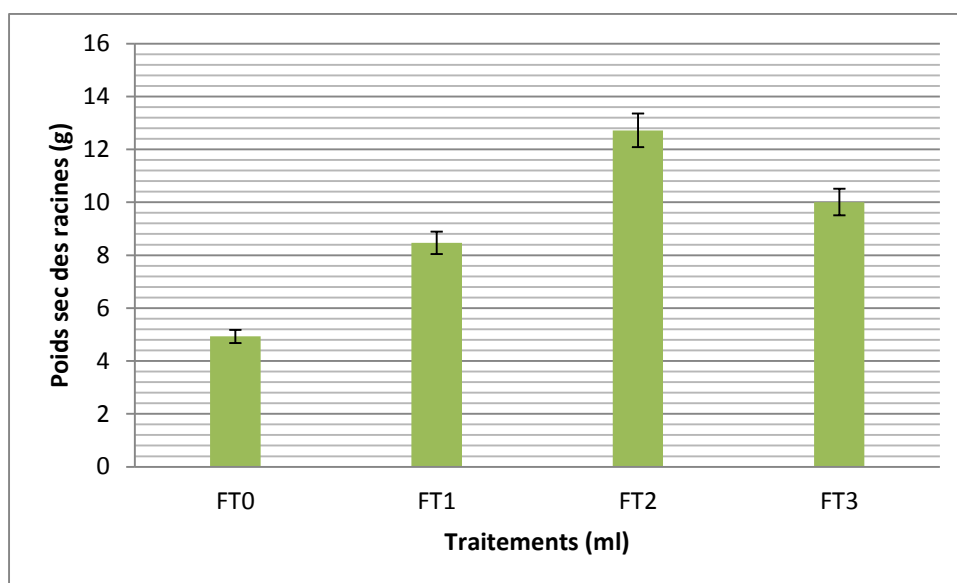


Figure52 : Biomasse sèche des racines pour les traitements foliaires.

L'histogramme révèle que chez les différents traitements appliqués sur le poids sec de racines de *Lactusa sativa* L. la meilleure biomasse sèche est enregistrée pour le traitement FT2 (concentration de 10% de purin d'ortie) de 13g et le plus faible poids est obtenu pour le traitement RT0 (plants arrosés à l'eau du robinet) avec 4,9g.

L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative où ($p=0,000$).

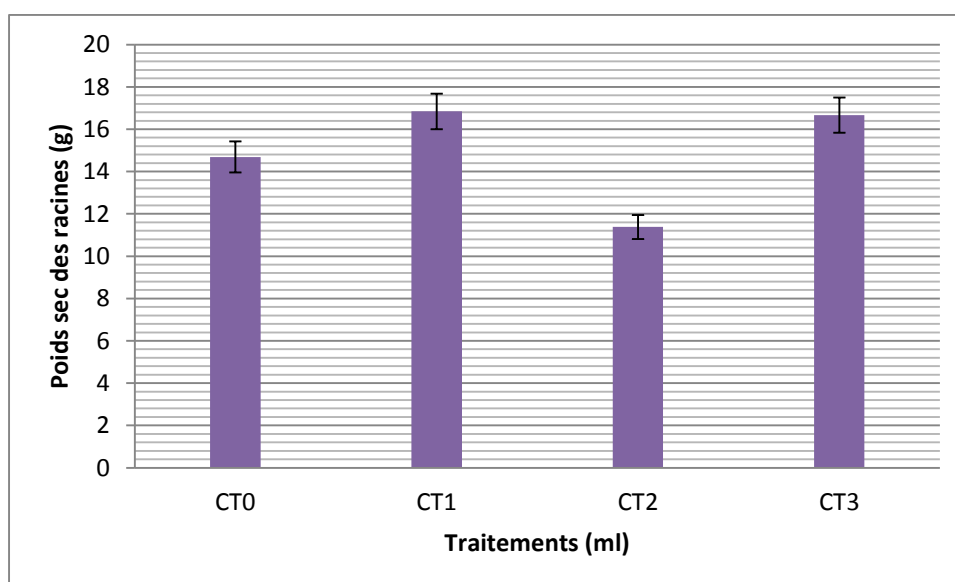


Figure 53: Biomasse sèche des racines pour les traitements combinés.

L'histogramme révèle que chez les différents traitements appliqués sur le poids sec de racines de *Lactusa sativa* L. , la meilleure biomasse sèche est enregistrée pour le traitement

Résultats et discussions

CT1 avec une concentration de 20% racinaire plus 10% foliaire de purin d'ortie, un poids de 17g et le plus faible poids est obtenu pour le traitement CT2 avec un poids égale a $p=11,5g$.

L'analyse de la variance ne montre pas une différence significative ($p=0,006$) entre les traitements appliqués.

2. Paramètre de production

2.1. Diamètre des feuilles

Les valeurs moyennes de diamètre des feuilles pour les différents blocs dans notre étude expérimentale sont présentées dans les figures 54,55 et 56 et dans les tableaux (7) en annexes.

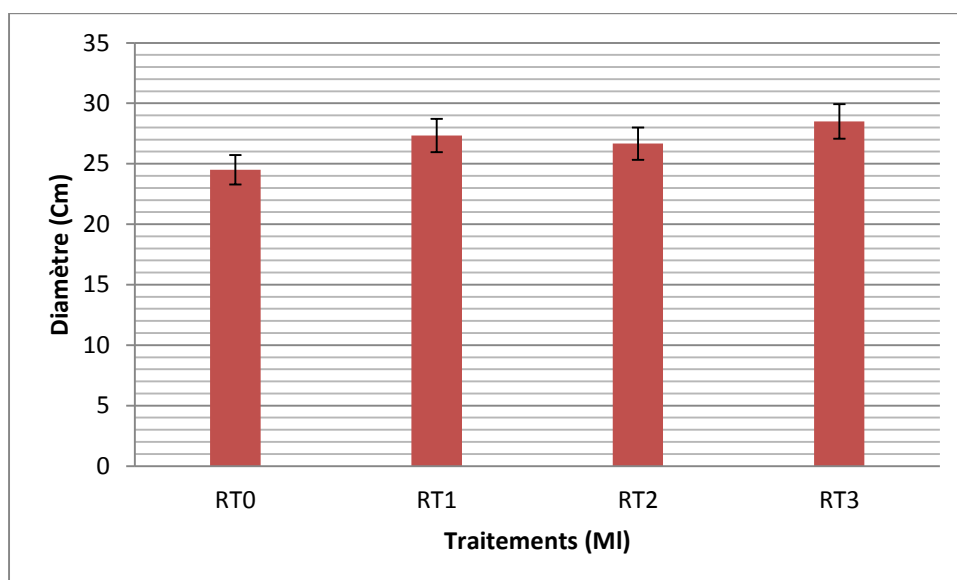


Figure 54: Diamètre des feuilles pour les traitements racinaires.

D'après la figure (54), on constate que les diamètres moyens sont compris entre 24 cm (RT0) et 28cm (RT3). On remarque que le plus petit diamètre est enregistré au niveau des plants traités que par l'eau de robinet.

L'analyse de la variance montre une différence significative ($p=0,004$)

Résultats et discussions

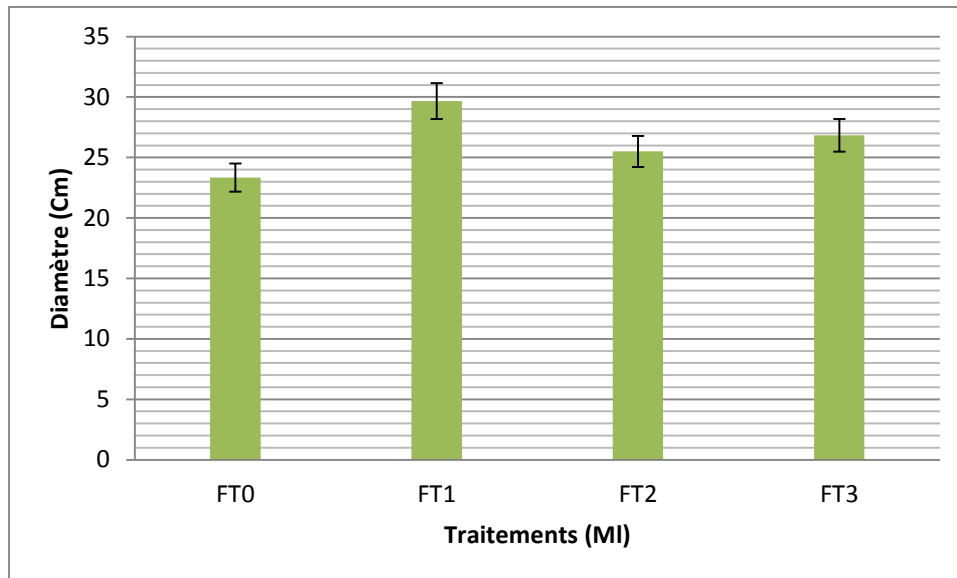


Figure 55: Diamètre des feuilles pour les traitements foliaires.

D'après la figure (55), on constate que les diamètres moyens sont compris entre 23 cm (FT0) et 29,5cm (FT1). On remarque que le plus petit diamètre est enregistré au niveau des plants traités que par l'eau de robinet.

L'analyse de la variance ne montre pas une différence significative.($p=0,051$)

Résultats et discussions

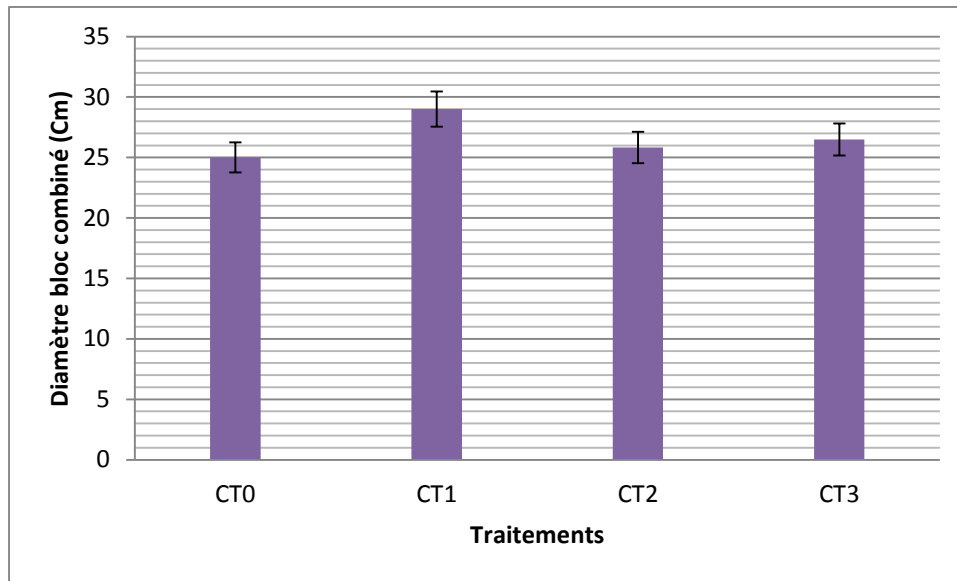


Figure 56 : Diamètre des feuilles au niveau des traitements combinés.

D'après la figure (56), on constate que les diamètres moyens sont compris entre 25 cm (CT0) et 29cm (CT1). On remarque que le plus petit diamètre est enregistré au niveau des plants traités seulement par l'eau de robinet. On constate qu'il n'y pas une grande différence des résultats obtenus entre les traitements et le CT0.

L'analyse de la variance ne montre pas une différence statistiquement significative ($p=0,35$) entre les traitements appliqués.

2 Paramètres physiologiques

2.2. Chlorophylle a et b et caroténoïdes

2.2.1. Chlorophylle a

Les résultats obtenus pour les dosages du pigment chlorophyllien a des feuilles de la laitue pour les 3 blocs sont présentés dans les figures 57,58 et 59 et les tableaux (8) en annexe.

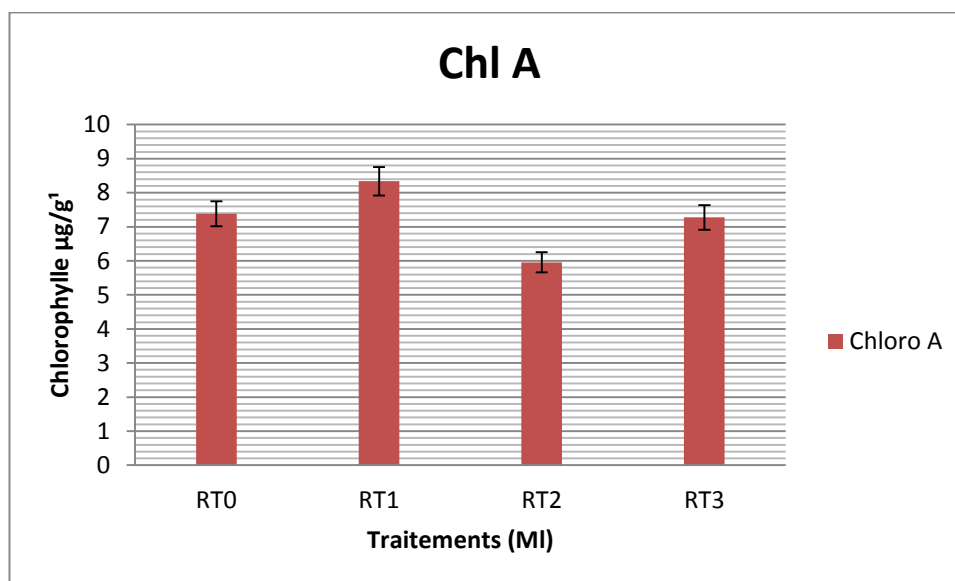


Figure 57: Taux de chlorophyllien a pour les traitements racinaires.

Nous remarquons que la valeur maximale a atteinte 8,4 µg/g pour le traitement RT1 (15%) suivis par le traitement RT3 avec une valeur de 7,2µg/g.

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence significative ($p=0,05$) entre les traitements appliqués.

Résultats et discussions

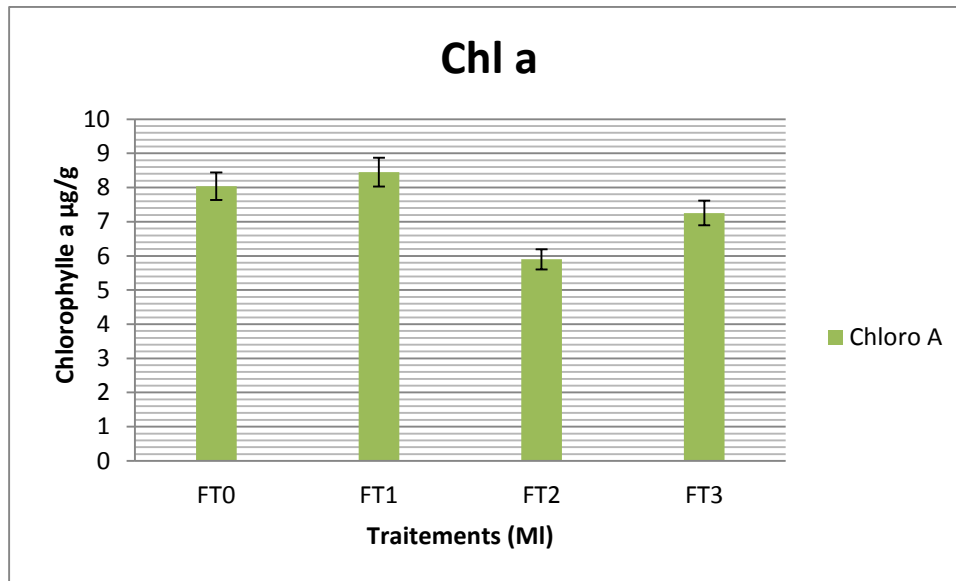


Figure 58: Taux de chlorophylle a pour les traitements foliaires.

Nous remarquons que la valeur maximale a atteint 8,3 µg/g enregistré au niveau du traitement FT1 (15%) suivis par le traitement FT0 (eau de robinet) avec une valeur de 8,0µg/g.

L'analyse de la variance montre qu'il n'y pas une différence significative ($p=0,454$).

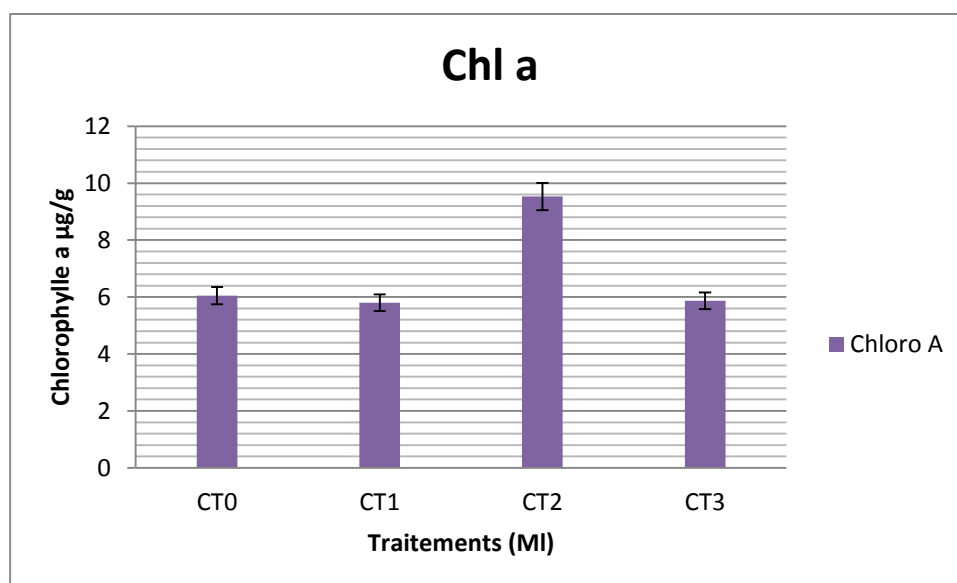


Figure 59: Taux de chlorophylle a pour les traitements combinés.

Nous remarquons que la valeur maximale a atteint une valeur de 9,3 µg/g enregistré au niveau du traitement CT2 (20% racinaire avec 10% foliaire) suivis par le traitement CT3 avec une valeur de 6 µg/g qui est égale a la valeur obtenue par le traitement CT0 (eau de robinet).

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence significative ($p=0,055$) entre les traitements appliqués.

2.2.2. Chlorophylle b

Les résultats relatifs au taux de chlorophylle b sont présentés dans les figures 60, 61 et 63 et les tableaux (9) en annexe.

Résultats et discussions

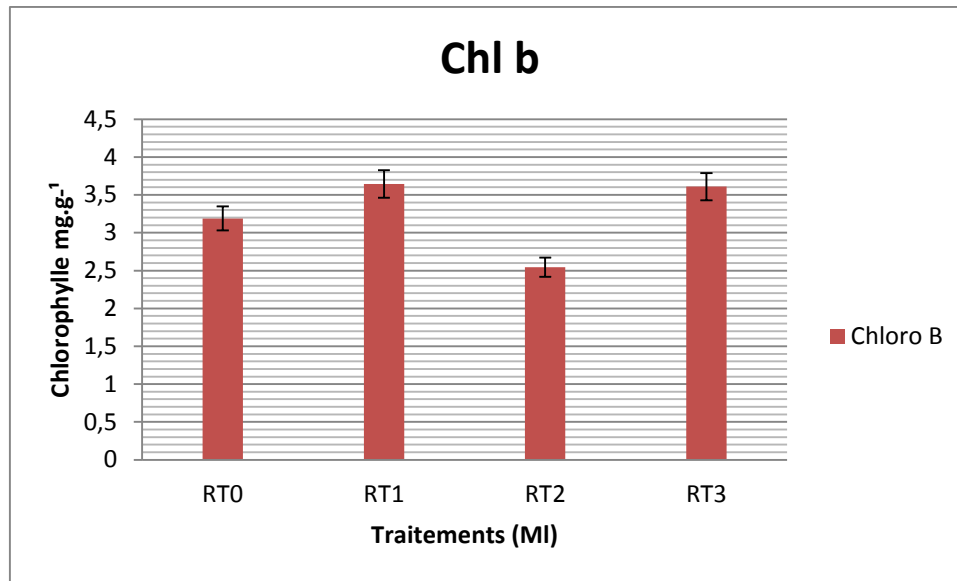


Figure 60: Taux de la chlorophylle b pour les traitements racinaires.

Nous remarquons que la valeur maximale a atteint 3,5 $\mu\text{g/g}$ a été enregistrée au niveau du traitement RT1(15%) et RT3 (25%) avec une même valeur suivis par le traitement RT0 (eau de robinet) avec une valeur de 3,3 $\mu\text{g/g}$ suivi par le traitement RT2 qui a eu la valeur la plus faible égale a 2,5 $\mu\text{g/g}$.

L'analyse de la variance montre qu'il n'existe pas une différence significative ($p=0,744$) entre les traitements appliqués.

Résultats et discussions

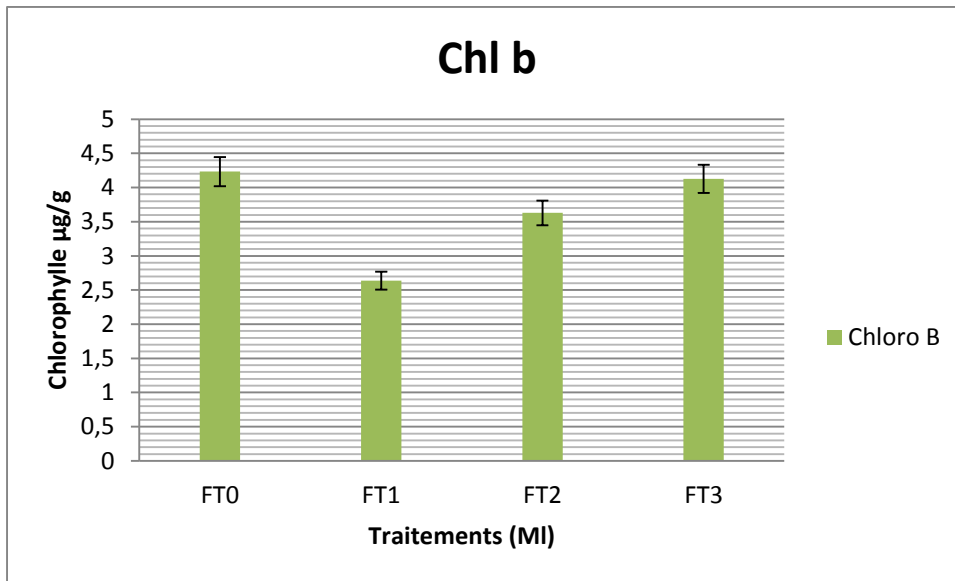


Figure 61: Taux de la chlorophylle b pour les traitements foliaires.

Nous remarquons que la valeur maximale a atteint une valeur de 4,3 µg/g enregistrée au niveau du traitement FT0 (Eau normale) suivis par le traitement FT3 avec une valeur de 4µg/g.

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence statistiquement significative ($p=0,007$) entre les différents traitements appliqués.

Résultats et discussions

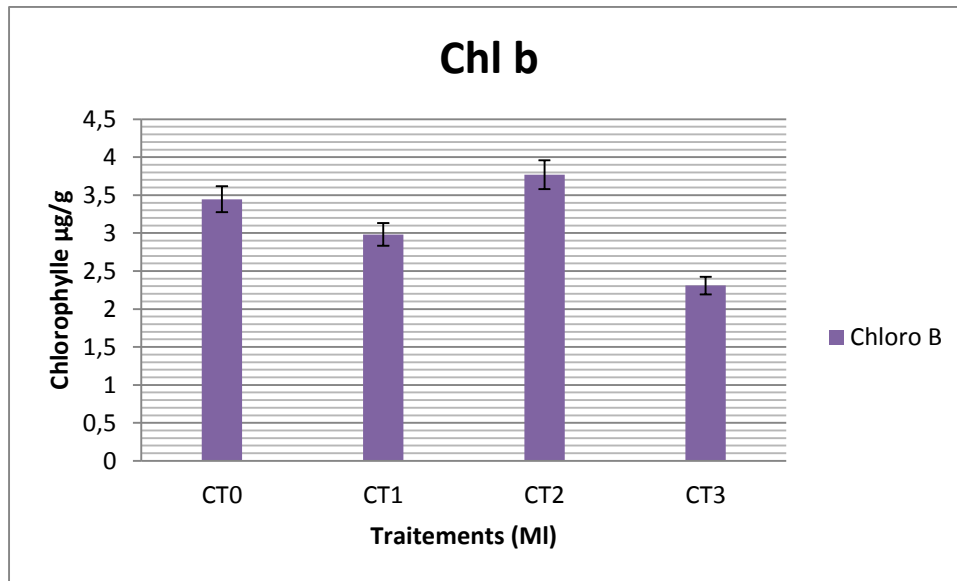


Figure 62: Taux de la chlorophylle b pour les traitements combinés.

Nous remarquons que la valeur maximale a atteint 3,8 $\mu\text{g/g}$ est enregistrée au niveau du traitement CT2 (20% racinaire avec 10% foliaire) suivis par le traitement CT0 avec une valeur de 3,4 $\mu\text{g/g}$.

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence significative ($p=0,020$) entre les traitements appliqués.

Résultats et discussions

2.2.3 Teneur en caroténoïdes

Les résultats relatifs au taux de chlorophylle C pour les différents blocs sont présentés dans les figures 63,64 et 65 et les tableaux (10) en annexe.

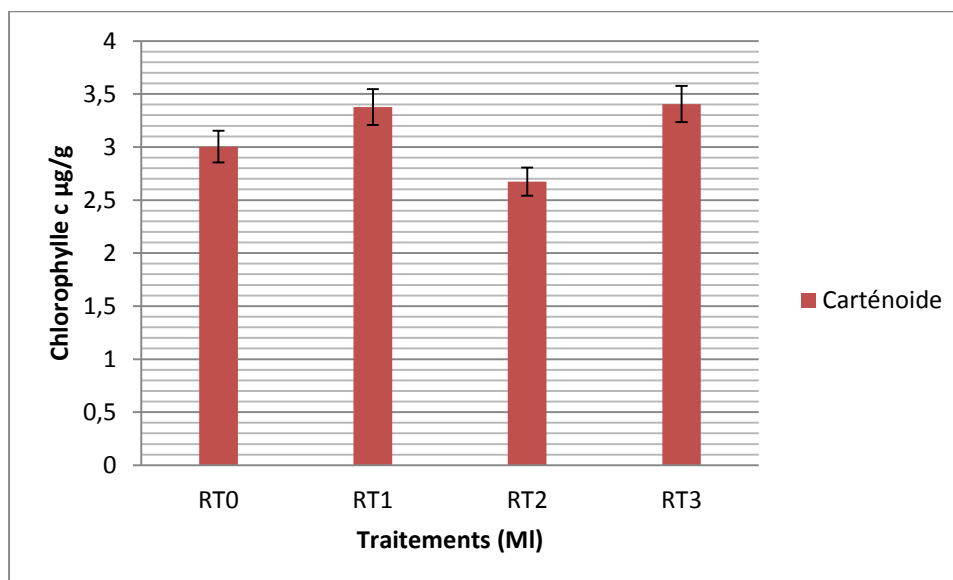


Figure 63: Teneur en caroténoïdes pour les traitements racinaires.

D'après la figure (63), nous remarquons que la valeur moyenne la plus élevée de la teneur en caroténoïde de la laitue en niveau de ce bloc est enregistré chez le RT3 (25%) avec 3,4 µg/g et le RT1 (15%) a 3,3 µg/g et qui sont presque égaux. Par contre la valeur la plus faible est observée chez le traitement RT2 qui est égale a 2,7 µg/g.

L'analyse de la variance montre qu'il n'existe pas une différence significative ($p=0,322$) entre les différents traitements appliqués.

Résultats et discussions

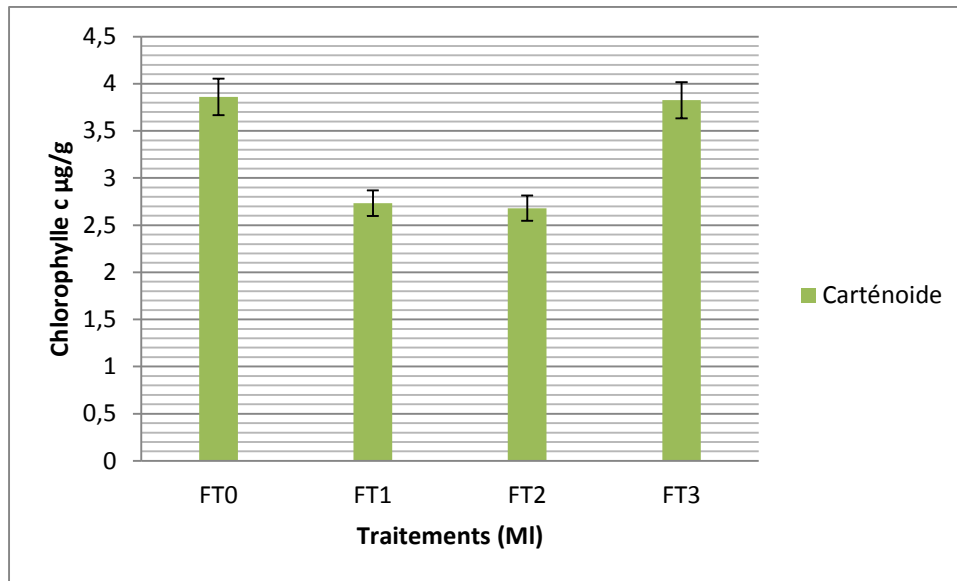


Figure 64 : Teneur en caroténoïdes pour les traitements foliaires.

D'après la figure (64), nous remarquons que la moyenne la plus élevée de la teneur en caroténoïde de la laitue est enregistrée chez le FT0 (plantes qui n'ont pas été traitées) à 3,9 µg/g et le FT3 (15%) à 3,8 µg/g et qui sont presque égaux. Par contre la valeur la plus faible est observée chez les traitements RT1 et FT2 à 2,7 µg/g et 2,6 µg/g respectivement.

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence significative ($p=0,005$) entre les traitements appliqués.

Résultats et discussions

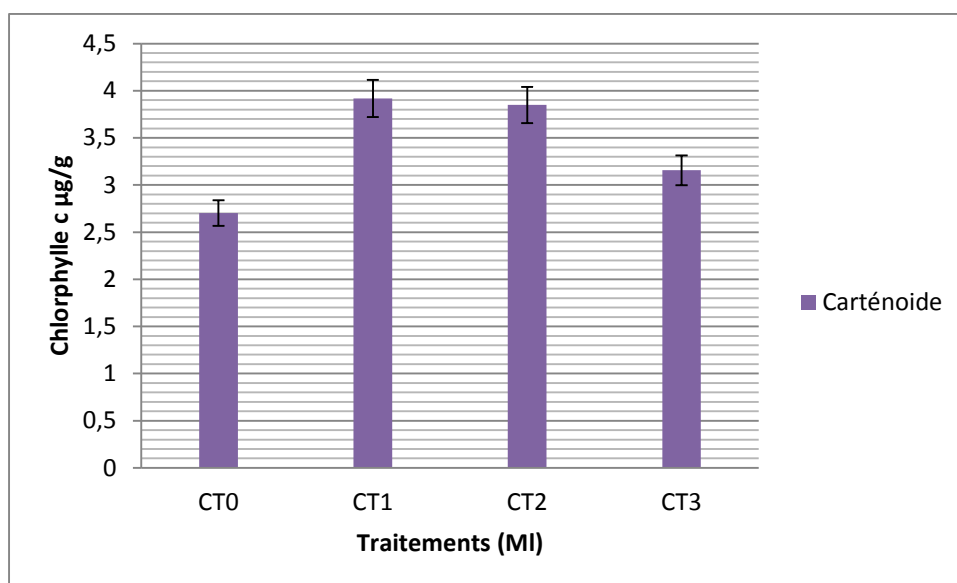


Figure 65: Teneur en caroténoïdes pour les traitements combinés.

D'après la figure (64), nous remarquons que la moyenne la plus élevée de la teneur en caroténoïde de la laitue en niveau de ce bloc sont enregistrés chez les traitements CT1 (25% racinaire avec 5% foliaire) et CT2 (20% racinaire avec 10% foliaire) à 3,9 µg/g et 3,8 µg/g respectivement suivis par le CT3 (15% racinaire 15% foliaire) à 3,2 µg/g.

La valeur la plus faible est observée chez les traitements CT0 (Eau de robinet) avec une valeur égale à 2,7 µg/g.

L'analyse de la variance montre qu'il n'existe pas une différence significative ($p=0,390$) entre les différents traitements appliqués.

Ces résultats de taux de chlorophylle a et b et caroténoïdes coïncident avec les travaux de R. Paterson (année) le premier chercheur en comparant l'effet du purin d'ortie sur des cultures avec d'autres traitées à des engrais chimiques.

Résultats et discussions

2.3 Teneurs en sucre soluble

Les résultats des sucres solubles pour la laitue pour les différents blocs sont présentés dans la figure 66,67 et 68 et les tableaux (12) en annexe.

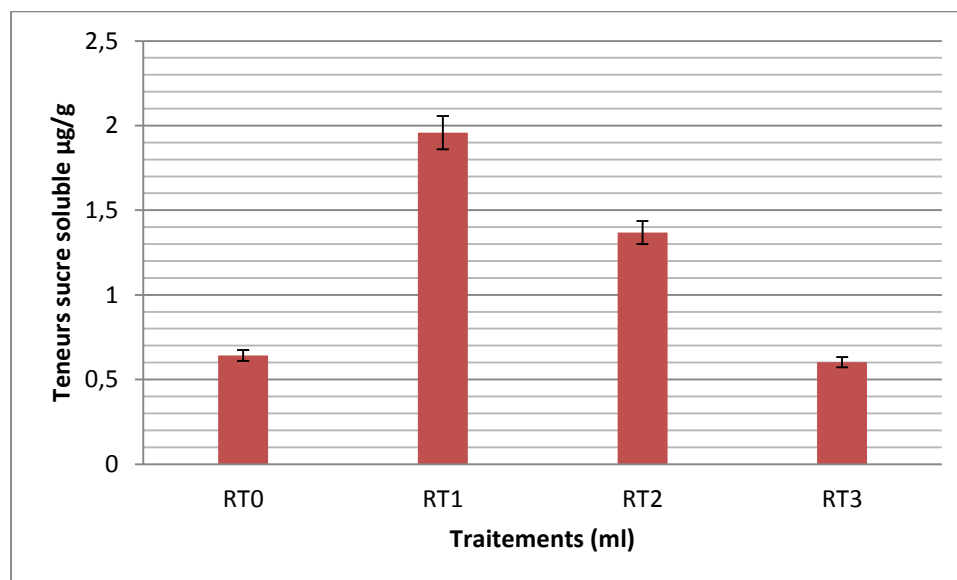


Figure 66: Teneurs en sucre soluble pour les traitements racinaires.

L'accumulation des sucres solubles dans les feuilles de *Lactuca sativa L.* augmente progressivement en fonction des périodes d'arrosage appliqué. L'accumulation des sucres solubles avoisine les 1,9µg/g chez les plantes traitées par le purin à 15% (RT1) de concentration, on remarque qu'elle est plus élevée comparée à l'accumulation au niveau des plantes témoins avec 0,5 µg/g.

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence hautement significative ($p = 0,007$) pour les différentes doses appliquées.

Résultats et discussions

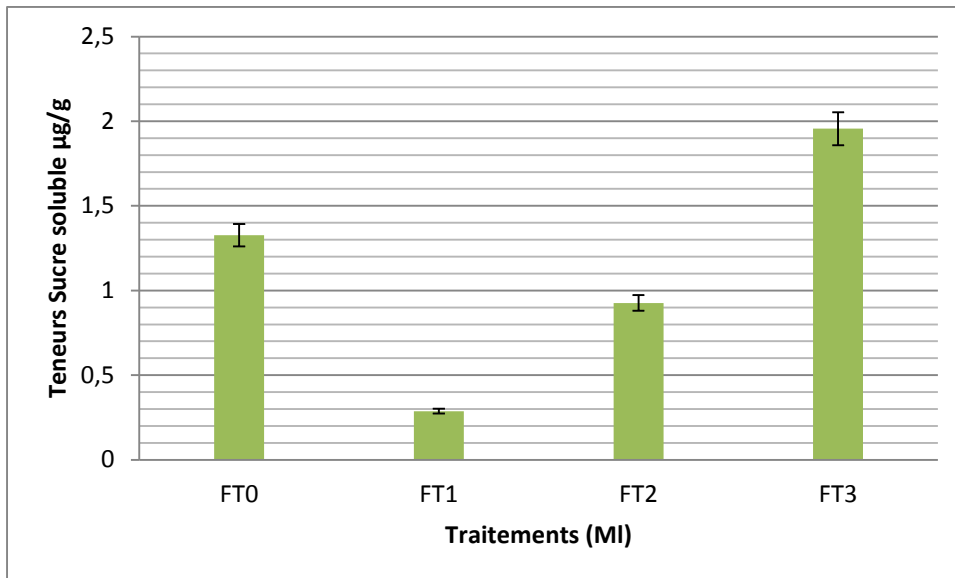


Figure 67: Teneurs de sucre soluble au niveau du bloc qui a reçu un traitement foliaire.

D'après la figure (67), nous remarquons que la valeur la plus élevée de teneur en sucres solubles est observée chez le FT3 (15%) avec une valeur de 1,9 µg/g suivi de FT0 (Eau normale) avec une valeur de 1,3 µg/g, tandis que la valeur la plus petite est égale à 0,3 µg/g est enregistrée chez les plantes traitées avec le FT1 (10%).

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence hautement significative ($p=0,009$) entre les différents traitements appliqués.

Résultats et discussions

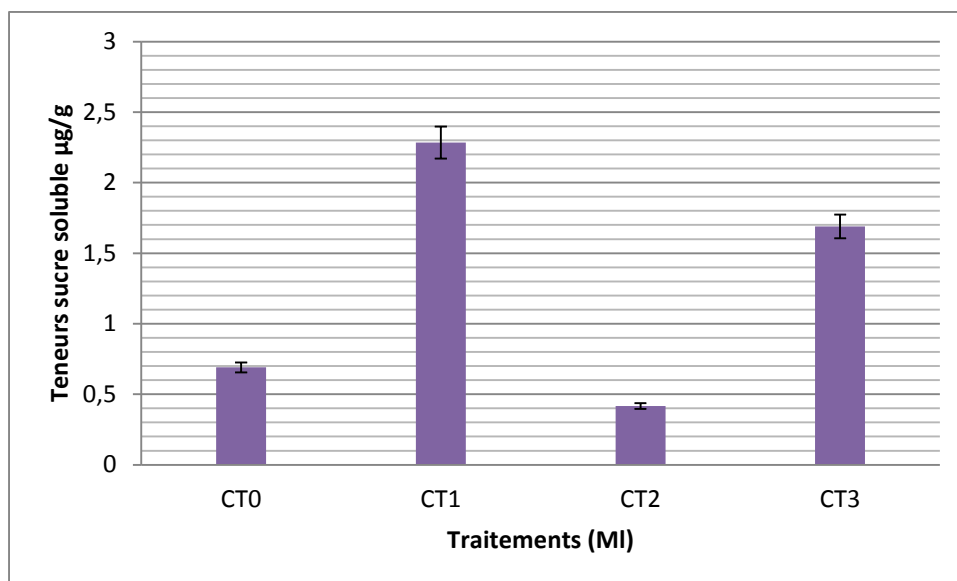


Figure 68: Teneurs en sucre soluble au niveau des traitements combinés.

D'après la figure (68), nous remarquons que la valeur la plus élevée de teneur en sucres solubles est observée chez le CT1 (25% racinaire plus 5% foliaire) avec une valeur de 2,3 µg/g suivi de CT3 (15% racinaire plus 15% foliaire) avec une valeur de 1,7 µg/g, tandis que la valeur la plus petite est égale à 0,4 µg/g est enregistrée chez les plantes traitées avec le CT2 (20% racinaire plus 10 foliaire).

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence statistiquement hautement significative ($p=0,007$) entre les différents traitements appliqués.

Ces résultats s'accordent avec les travaux de Paterson et al (année) avec un effet significatif pour le taux de sucres et de pigments chlorophylliens des bio-fertilisation par le purin d'ortie.

2.3. Teneurs en vitamine C

Les résultats de la teneur en vitamine C pour la laitue pour les différents blocs sont présentés dans la figure 69,70 et 71 et dans les tableaux (11) en annexe.

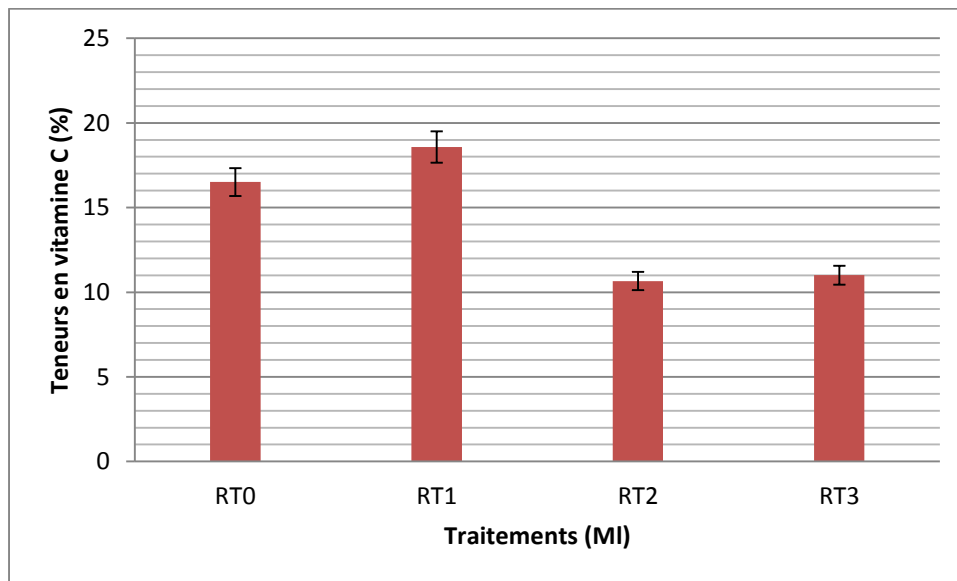


Figure 69: Teneurs en vitamine C au niveau des traitements racinaires.

D'après la figure (), nous remarquons que la valeur la plus élevée de teneur en vitamine C est observée chez le RT1 (15% racinaire) avec une valeur de 18,5% suivi de RT0 (eau de robinet) avec une valeur de 16%, tandis que la valeur la plus petite est égale à 11% est enregistrée chez les plantes traitées avec le RT2 (20%).

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence significative ($p=0,011$)

Entre les différents traitements appliqués.

Résultats et discussions

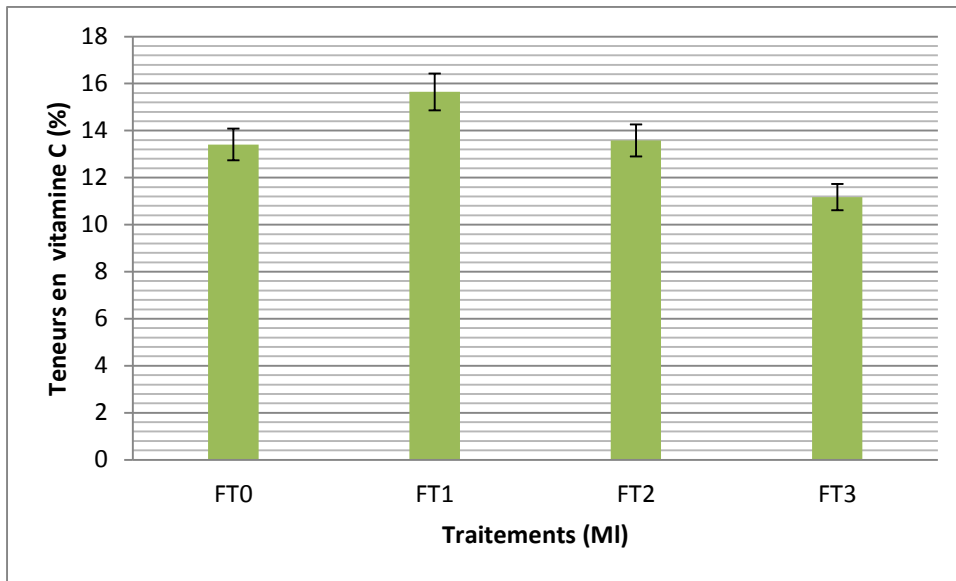


Figure 70: Teneurs en vitamine C au niveau des traitements foliaires.

Nous remarquons que la valeur la plus élevée de teneur en vitamine C est observée chez le FT1 (administration par pulvérisation de 5%) avec une valeur de 15,8% suivi de FT2 (administration par pulvérisation de 10%) avec une valeur de 13,2%, tandis que la valeur la plus petite est égale à 11% est enregistrée chez les plantes traitées avec le FT3 (15%).

L'analyse de la variance montre qu'il n'existe pas une différence significative ($p=0,160$) entre les différents traitements appliqués.

Résultats et discussions

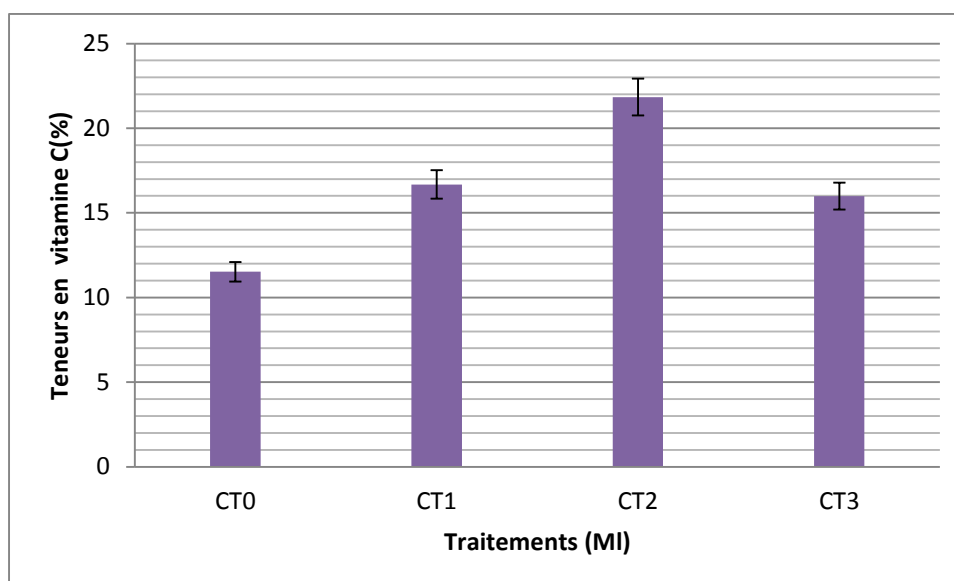


Figure 71: Teneurs en vitamine C au niveau des traitements combinés.

Nous remarquons que la valeur maximale a atteint 22% et elle est enregistré au niveau du traitement CT2 (20% racinaire plus 10% foliaire) suivis par le traitement CT1 avec une valeur de 16% suivie par le CT3 et CT0 avec des valeurs à 16% et 11% respectivement.

Nous remarquons que la valeur la plus faible est celle du CT0 (Eau de robinet) ce qui prouve l'efficacité du purin d'ortie.

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence hautement significative ($p=0,005$) entre les différents traitements appliqués.

Les résultats des travaux de KHEMNAR et CHAUGULE (2000) concordent avec nos résultats dont le traitement avec des extraits aqueux à base d'algues marines a amélioré les teneurs en vitamine C de *Trigonella foenum-graecum* L., Ils coïncident également avec ceux de, qui ont démontré que l'application foliaire de sève d'extraits d'algues marines sur la tomate, a abouti à une nette augmentation du taux de la vitamine C.

Conclusion

Conclusion

Le choix de la culture et le suivi rigoureux de notre l'expérimentation ont conduit à l'obtention des résultats clairs et positifs satisfaisants notre principal objectif. Le but principal de cette étude est d'améliorer la qualité de laitue irriguée avec un bio fertilisant d'origine végétale qui est le purin d'ortie (*Urtica dioica L.*) avec différentes concentrations, les résultats obtenus dans notre expérimentation ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

Pour la majorité des paramètres biométriques, les valeurs de nombre de feuilles les plus élevées ont été observées au niveau du traitement FT1 (Administration foliaire avec 5%) et au niveau du CT2 (Administration combinée avec 20% racinaire plus 10% foliaire) qui sont égales à 25 feuilles par plants, concernant la hauteur finale des plants la plus élevée est observée au niveau du RT2 (Administration racinaire avec 20% de concentration). D'autre part la biomasse fraîche des feuilles la valeur la plus élevée est observée chez les plants qui ont reçu un traitement combiné avec CT1 (20% racinaire plus 10% Foliaire) qui est égale à 390g et un poids sec de 53g.

Pour les paramètres physiologiques, la teneur la plus élevée de la chlorophylle a, été observée au niveau du bloc combiné avec la concentration CT2 qui est égale à 9 mg/ml et aussi pour la vitamine C avec un pourcentage égale à 22,5% et un taux de sucre égale à 2,4µg.MF observé chez les plants traités par le CT1 (20% racinaire plus 10% foliaire)

Les analyses statistiques adopté ont montré l'efficacité du traitement utilisé par rapport aux plants qui ont été arrosé qu'avec de l'eau seulement, ce qui prouve l'efficacité du purin d'ortie et signifie que le purin d'ortie est très riche en éléments minéraux et qu'il peut assurer normalement les besoins nutritifs et le développement de la plante durant tout son cycle végétatif.

Perspectives :

- On recommande l'utilisation du purin d'ortie sur d'autres cultures comme bio fertilisant et bio protecteur pour mieux approfondir cette étude.
- Faire des analyses physiques et chimiques à l'aide d'HPLC pour qu'on puisse déterminer les composants du purin d'ortie qui ont un effet sur son développement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1- Abdellaoui H, (2004). «Organic Agriculture in Algeria». Note de synthèse, MOAN, CIHEAM-IAM-Bari, 1p.
- 2- Abdellaoui H, (2012). «Développement récent et perspectives de l'agriculture biologique en Algérie», colloque international sur les produits de terroir, Université de Blida, décembre.
- 3- Agence BIO, (2011). «L'agriculture biologique dans le monde», Ed. Agence BIO, 9p.
- 4- Altunkaya A. et Gokmen V., 2009 – « Effet of various anti-browning agents on phenolic compounds profile of fresh lettuce (L. saliva) “. Food chemistry, Vol 117, p.122-126.
- 5- Amand L. et Langlois N., 2004 – Agriculture biologique les grands principes de production et l'environnement professionnel . Edition Sonia rougier. Année 2004. 18p.
- 6- Beniast J., Bourdouxhe L., Defrancq-D Hondt M et Navez S., 1987, Guide pratique du maraichage au Sénégal, Collection cahier d'information_n°1, Imprimé sur les Presses de l'imprimerie Saint-Paul, Dakar 4^e trimestre 1987, Sénégal.
- 7- BERTRAB, B., 2002- les secrets de l'ortie. Ed. Terram, Paris 127-128p.
- 8- BERTRAB, B., 2008- les secrets de l'ortie. Ed. Terram, Paris, 150p.
- 9- BLANCARD D., LOT H. et MAISONNEUVE B. (2003) - Maladies des salades - Identifier, connaître et maîtriser. Ed. INRA, Paris, 375p.
- 10- C.T.A. (2009) - Les cultures maraîchères, tome 1, produire mieux. Bureau National Inades Formation /Burkina, 110 p.
- 11- Carrier A., 2006 – S'établir en horticulture – Série d'articles sur l'établissement, Québec.
- 12- CHALAYER P., GOUZE M. et LIZOT J.F., (1998) - Les salades d'automne-hiver sous- abri froid, conduite en agriculture biologique, Laitue – Batavia - Feuilles de chêne - Lollo. Fiche Tec. GRAB-ITAB, 4p.
- 13- Christian D.C., (2011). Agriculture biologique une approche scientifique. Ed., France Agricole. Lassay-de-châteaux, 172-179p.
- 14- COLLIN F, LIZOT J.F., (2003) - Produire des semences de laitue dans un itinéraire agrobiologique. Fiche Tec. ITAB (Institut Technique de l'Agriculture Biologique), 4p
- 15- COLLIN F, LIZOT J.F., (2003) - Produire des semences de laitue dans un itinéraire agrobiologique. Fiche Tec. ITAB (Institut Technique de l'Agriculture Biologique), 4p.
- 16- DELVAILLE, A., 2013. Toutes les vertus d'un produit miracle : l'ortie. Artenis. Losagne
- 17- DRAGHI, F., 2005- l'ortie dioïque (Urtica dioica L). Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Nancy. 55-57p.

- 18-** ELMHIRST J., (2006). Profil de la culture de la laitue de serre au Canada, CLAPC (Centre de lutte anti parasitaire. Canada), 38p.
- 19-** ELMHIRST J., (2006). Profil de la culture de la laitue de serre au Canada, CLAPC (Centre de lutte anti parasitaire. Canada), 38p.
- 20-** GAB/FRAB. (2009) - Laitues, Batavias, Lactuca sativa - Astéracées. Fiche Tec. n°11, 2p. (Groupement des Agriculteurs Biologiques/La Fédération Régionale des Agriculteurs Biologiques).
- 21-** GERBER M., FONTAINE L. et CRESSON C., (2009) - La fertilisation organique en agriculture biologique. Fiche Tec. n°6 Agronomie, 4p.
- 22-** GOULFIER, G., 2010. L'ortie : culture et usages. Rustica. La vie event. France : Fleuruseedition.
- 23-** GRASSET D., (2008) - Les engrais organo-minéraux. La lettre de l'UNIFA n°17, Paris, 12p.
- 24-** <http://www.terre-humanisme.org>
- 25-** http://www.prisme.ca/laitue_ravageurs.asp
- 26-** Hugh M., 2016 – Introduction à l'agriculture biologique. Fiche technique en agriculture biologique. Année 2016.
- 27-** IFOAM, (2012). «The organic Movement worldwide: directory of ifoam Affiliates». Die Deutsche Bibliothek – CIP Cataloguing-in-Publication-Data, 124p.
- 28-** IFOAM, 2012 – Agriculture biologique, (The International Federation of Organic Agriculture) , Fiche technique. Année 2012
- 29-** ITCMI, (2010) - La culture de laitue. Fiche Tec. (Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles) Alger. 5p.
- 30-** Lafitte O., 1985 – Semences et Progrès N. 43 – avril-mai-juin_1985, La laitue au fil des saisons, lieu.
- 31-** LAKHDARI K., KHERFI Y. et BOULASSEL A., (2010) - Atlas des semences locales ou acclimatées dans les oasis de l'Oued Righ. CRSTRA (Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides), 78p.
- 32-** Maltais A.-M., 2007 – CONDITIONNEMENT NUTRITIONNEL EN SERRE DES TRANSPLANTS DE LAITUES BOSTON ET ICEBERG (LACTUCE SATIVA L.) CULTIVÉS EN MOTTES CUBIQUES. Québec (Canada).
- 33-** Mansouri, 2008
- 34-** MORO BURONZO, A., 2001. Les incroyables vertus de l'ortie. Jouvence. Alimentation santé. France.
- 35-** MOUSTIE. 2002. L'ortie, une amie qui vous veut du bien. ULTOVIA edition
- 36-** Mulabagal V., M gouajio, A. Nair, Y. Zhang, A.L. Gottumukkala et M.G. Nair. 2010 – « In vitro evaluation of red and green lettuce (Lactuca sativa) for functional food properties”. Food chemistry, vol. 118, p. 300-306.

- 37-** Nicolle C. ; Camat A ; Fraisse D. ; Lamaison J.-L. ; Rock E ; Michel H. ; Amouroux P. ; Remesy C., 2004 – Characterisation and variation of antioxidant micronutrients in lettuce (*Lactuca sativa folium*). Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 84, p.p.2061-2069.
- 38-** Nicolle C. ; Camat A. ; Fraisse D. ; Lamaison J. –L. ; Rock E. ; Michel H. ; Amouroux P. ; Remesy C., 2004 - Characterisation and variation of antioxidant micronutrients in lettuce (*Lactuca sativa folium*). Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 84, p.p. 2061-2069.
- 39-** NICOT P. (2010) - La conduite de la fertilisation, facteur de la santé des plantes. Fiche A Conserver n°13, 1p
- 40-** Ouhibi C., 2015 – Effets des rayonnements UV-C sur la réponse de la laitue romaine *Lactuca sativa* var *Claudius* aux contraintes biotiques et abiotiques, Avignon.
- 41-** Pitrat M. et Fouray C., 2003 – Histoire de légumes – des origines du XXI^e siècle, INRA EDITION, ISBN : 2-7380-1066-0, INRA, Paris.
- 42-** Plamondon-Duchesneau L., 2011 - GESTION DE L'IRRIGATION DES LAITUES ROMAINES (*LACTUCA SATIVA* L.) CULTIVEES EN SOL ORGANIQUE, QUEBEC.
- 43-** Ramirez J.-C., 2015 - DEVELOPEMENT D'UNE CULTURE DURABLE DE LAITUE DE TRANSFORMATION EN SOL MINERAL, QUEBEC, CANADA.
- 44-** Thicoipé, J.-P, 1997 – Laitues. Editions CTIFL, Paris, France, 281 p.
- 45-** Valade R, 2013 – Potentiel évolutif et adaptation des populations de l'agent du milieu de la laitue, *Bremia lactucae*, face aux pressions de sélection de la plante hôte, *Lactuca sativa*, Paris.
- 46-** Verolet, J. 2001 – Laitue et Batavia sous grand tunnel froid et en plein champs. Fiche technique en agriculture biologique. A.D.A.B. Année 200. 12 p.
« <http://civambiogironde.chezalice.fr/civambiogronde/Documentaion/Fiches%20K%20Maraichage/FT%20laitue.pdf> »
- 47-** Vries I. –M. 1997 – Origin and domestication of *Lactuca sativa*L. Genetic Resources ans Crop Evolution, vol. 44,p.165-174.
- 48-** Waycott, W. et E.J. Ryder. 1993 – Adaptation of lettuce to high-temperature environments In : Kuo, C. George (éd.), Adapration of food crops to temperature and water stress, proceedings of an international symposium, Taiwan, 13-18 August 1992. Asian Vegatable Research and Development Center, Taipei. 285-295 P.
- 49-** Zorrig W., 2015 – Recherche et caractérisation de déterminants contrôlant l'accumulation de cadmium chez la laitue “ *Lactuca sativa* ”, Montpellier SupAgro ; Faculté des sciences de Tunis.

Annexes

Annexes

Annexe 1 : Nombre de feuille

1- Bloc racinaire

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
RT0	4	14,832	3,708	0,025426
RT1	4	34,165	8,54125	0,13673158
RT2	4	66,665	16,66625	2,68514825
RT3	4	77,066	19,2665	6,430489

Analyse de la variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	621,151384	3	207,050461	89,2671006	1,7911E-08	3,49029482
A l'intérieur des groupes	27,8333845	12	2,31944871			
Total	648,984768	15				

2- Bloc foliaire

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
FT0	4	13,866	3,4665	0,074763
FT1	4	33,166	8,2915	0,321963
FT2	4	74,666	18,6665	9,09262967
FT3	4	86,832	21,708	9,63709267

Analyse de la variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	883,966767	3	294,655589	61,622646	1,4643E-07	3,49029482
A l'intérieur des groupes	57,379345	12	4,78161208			
Total	941,346112	15				

Annexes

3-Bloc combiné

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
CT0	4	13,165	3,29125	0,00697225
CT1	4	31,666	7,9165	0,41655567
CT2	4	66,165	16,54125	1,63706492
CT3	4	87,165	21,79125	17,2488983

Analyse de la variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	833,662938	3	277,887646	57,564986	2,1437E-07	3,49029482
A l'intérieur des groupes	57,9284733	12	4,82737277			
Total	891,591411	15				

Annexe 2 : Hauteurs finales

1- Bloc racinaire

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	4	28,7486667	7,18716667	0,16842144
Colonne 2	4	69,832	17,458	3,14001867
Colonne 3	4	88,849	22,21225	8,17468892
Colonne 4	4	100,849	25,21225	7,78691492

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	747,878062	3	249,292687	51,7471964	3,8769E-07	3,49029482
A l'intérieur des groupes	57,8101318	12	4,81751099			
Total	805,688194	15				

Annexes

2- Bloc foliaire

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	4	23,339	5,83475	7,11038425
Colonne 2	4	62,648	15,662	5,11133067
Colonne 3	4	81,166	20,2915	5,154963
Colonne 4	4	97,166	24,2915	5,154963

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	758,124624	3	252,708208	44,8628147	8,5102E-07	3,49029482
A l'intérieur des groupes	67,5949228	12	5,63291023			
Total	825,719547	15				

2- Bloc combiné

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	4	27,748	6,937	0,108338
Colonne 2	4	60,749	15,18725	1,04756492
Colonne 3	4	73,832	18,458	1,37209267
Colonne 4	4	85,8323	21,458075	1,37216769

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	470,683187	3	156,894396	160,910592	5,9096E-10	3,49029482
A l'intérieur des groupes	11,7004898	12	0,97504082			
Total	482,383677	15				

Annexes

Annexe 3 : Biomasse fraiche des feuilles

1- Bloc racinaires

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	1158	231,6	3681,1756
Colonne 2	5	1482,96	296,592	1301,69302
Colonne 3	5	1462,59	292,518	1019,98097
Colonne 4	5	1665,14	333,028	1516,96637

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	26509,8021	3	8836,60069	4,70043455	0,01543234	3,23887152
A l'intérieur des groupes	30079,2638	16	1879,95399			
Total	56589,0659	19				

2- Bloc foliaire

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	1065,51	213,102	8237,72947
Colonne 2	5	1427,01	285,402	3650,10532
Colonne 3	5	1672,17	334,434	4084,19653
Colonne 4	5	1456,97	291,394	5897,26723

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	37963,5802	3	12654,5267	2,31457387	0,1146871	3,23887152
A l'intérieur des groupes	87477,1942	16	5467,32464			
Total	125440,774	19				

Annexes

3- Bloc combiné

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	1095,95	219,19	11149,6057
Colonne 2	5	1957,38	391,476	10355,1643
Colonne 3	5	1627,9	325,58	8288,427
Colonne 4	5	1631,1	326,22	22653,477

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	76322,1959	3	25440,732	1,94031233	0,16379644	3,23887152
A l'intérieur des groupes	209786,696	16	13111,6685			
Total	286108,892	19				

Annexe 4 : biomasse fraiche des racines

1- Bloc des racinaires

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	89,24	17,848	6,84642
Colonne 2	5	205,5	41,1	74,1914
Colonne 3	5	124,94	24,988	22,86112
Colonne 4	5	125,69	25,138	42,66762

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	1448,97962	3	482,993205	13,181539	0,00013648	3,23887152
A l'intérieur des groupes	586,26624	16	36,64164			
Total	2035,24586	19				

Annexes

2- Bloc foliaire

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	148,88	29,776	107,40833
Colonne 2	5	124,47	24,894	156,38418
Colonne 3	5	150,48	30,096	196,44288
Colonne 4	5	171,26	34,252	117,59307

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	219,845255	3	73,2817517	0,5072907	0,68279667	3,23887152
A l'intérieur des groupes	2311,31384	16	144,457115			
Total	2531,1591	19				

3- Bloc combiné

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	189,48	37,896	202,19303
Colonne 2	5	182,8	36,56	62,3642
Colonne 3	5	137,85	27,57	12,11485
Colonne 4	5	244,5	48,9	369,905

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	1146,95474	3	382,318245	2,36518279	0,10938778	3,23887152
A l'intérieur des groupes	2586,30832	16	161,64427			
Total	3733,26306	19				

Annexes

Annexe 5 : Biomasse sèche des feuilles

1- Bloc racinaire

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	106,99	21,398	12,97227
Colonne 2	5	124,42	24,884	59,44093
Colonne 3	5	115,96	23,192	21,64937
Colonne 4	5	142,14	28,428	3,13177

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	134,537535	3	44,845845	1,8456155	0,17957327	3,23887152
A l'intérieur des groupes	388,77736	16	24,298585			
Total	523,314895	19				

2- Bloc foliaire

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	94,05	18,81	18,8353
Colonne 2	5	114,03	22,806	13,89668
Colonne 3	5	164,5	32,9	22,75615
Colonne 4	5	135,44	27,088	103,60592

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	546,28138	3	182,093793	4,57826784	0,01692618	3,23887152
A l'intérieur des groupes	636,3762	16	39,7735125			
Total	1182,65758	19				

Annexes

3- Bloc combiné

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	137,62	27,524	203,18698
Colonne 2	5	262,1	52,42	72,5726
Colonne 3	5	200,84	40,168	55,67492
Colonne 4	5	233,643	46,7286	184,98099

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	1717,55403	3	572,51801	4,43455335	0,01889406	3,23887152
A l'intérieur des groupes	2065,66196	16	129,103872			
Total	3783,21599	19				

Annexe 6 : Biomasse sèche des racines

1- Bloc racinaire

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	25,12	5,024	0,98313
Colonne 2	5	40,06	8,012	2,08107
Colonne 3	5	29,49	5,898	1,22782
Colonne 4	5	39,91	7,982	5,23992

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	34,06842	3	11,35614	4,76551048	0,01469713	3,23887152
A l'intérieur des groupes	38,12776	16	2,382985			
Total	72,19618	19				

Annexes

2-Bloc foliaire

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	24,64	4,928	0,82192
Colonne 2	5	42,35	8,47	0,808
Colonne 3	5	63,6	12,72	2,65135
Colonne 4	5	50,04	10,008	15,87627

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	158,562895	3	52,8542983	10,4882438	0,00046567	3,23887152
A l'intérieur des groupes	80,63016	16	5,039385			
Total	239,193055	19				

2- Bloc combiné

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	73,42	14,684	11,13288
Colonne 2	5	84,21	16,842	19,92417
Colonne 3	5	56,9	11,38	7,04805
Colonne 4	5	83,31	16,662	6,12067

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	96,56404	3	32,1880133	2,91124504	0,06656283	3,23887152
A l'intérieur des groupes	176,90308	16	11,0564425			
Total	273,46712	19				

Annexes

Annexe 7 : Diamètre des feuilles

1- Bloc racinaire

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	6	150	25	33,6
Colonne 2	6	174	29	4,8
Colonne 3	6	155	25,8333333	14,9666667
Colonne 4	6	159	26,5	8,3

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	53,5	3	17,8333333	1,15675676	0,35080678	3,09839122
A l'intérieur des groupes	308,333333	20	15,4166667			
Total	361,833333	23				

2- Bloc foliaire

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	6	140	23,3333333	7,06666667
Colonne 2	6	178	29,6666667	13,4666667
Colonne 3	6	153	25,5	6,3
Colonne 4	6	161	26,8333333	28,1666667

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	126,333333	3	42,1111111	3,06262626	0,05170999	3,09839122
A l'intérieur des groupes	275	20	13,75			
Total	401,333333	23				

Annexes

3-Bloc combiné

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	6	150	25	33,6
Colonne 2	6	174	29	4,8
Colonne 3	6	155	25,83333333	14,96666667
Colonne 4	6	159	26,5	8,3

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	53,5	3	17,83333333	1,15675676	0,35080678	3,09839122
A l'intérieur des groupes	308,3333333	20	15,41666667			
Total	361,8333333	23				

Annexe 8 : Chlorophylle a

1- Chlorophylle a du bloc des racinaires

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	36,91362	7,382724	2,48651281
Colonne 2	5	41,69382	8,338764	4,34790702
Colonne 3	5	29,78133	5,956266	6,46930437
Colonne 4	5	36,37407	7,274814	13,1064635

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	14,3841183	3	4,79470609	0,72619038	0,55110093	3,23887152
A l'intérieur des groupes	105,640751	16	6,60254693			
Total	120,024869	19				

Annexes

2- Chlorophylle a du bloc des foliaires

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	40,21237	8,042474	0,64479562
Colonne 2	5	42,25416	8,450832	4,9856362
Colonne 3	5	29,49522	5,899044	7,64939225
Colonne 4	5	36,27903	7,255806	14,0688468

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	18,950509	3	6,31683634	0,92389665	0,45173674	3,23887152
A l'intérieur des groupes	109,394683	16	6,83716772			
Total	128,345192	19				

3- Chlorophylle a du bloc des combinées

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	30,25167	6,050334	13,0830529
Colonne 2	5	29,00635	5,80127	6,04838095
Colonne 3	5	47,6565	9,5313	1,70848452
Colonne 4	5	29,34594	5,869188	0,74848062

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	49,425965	3	16,4753217	3,05262501	0,05876789	3,23887152
A l'intérieur des groupes	86,353596	16	5,39709975			
Total	135,779561	19				

Annexes

Annexe 9 : Chlorophylle b

1- Chlorophylle b du bloc des racinaires

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	15,94773	3,189546	3,04511011
Colonne 2	5	18,22017	3,644034	0,62139649
Colonne 3	5	12,71811	2,543622	1,63645652
Colonne 4	5	18,04704	3,609408	7,15638526

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	3,93508323	3	1,31169441	0,42111172	0,74038541	3,23887152
A l'intérieur des groupes	49,8373935	16	3,1148371			
Total	53,7724768	19				

2- Chlorophylle b du bloc des foliaires

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	21,16332	4,232664	0,32646856
Colonne 2	5	13,1877	2,63754	0,60108403
Colonne 3	5	18,14219	3,628438	0,36846171
Colonne 4	5	20,62675	4,12535	0,56451106

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	7,95425613	3	2,65141871	5,70036562	0,00750705	3,23887152
A l'intérieur des groupes	7,44210148	16	0,46513134			
Total	15,3963576	19				

Annexes

3- Chlorophylle b du bloc des combinées

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	17,23052	3,446104	0,56401136
Colonne 2	5	14,91315	2,98263	0,26425237
Colonne 3	5	18,84724	3,769448	0,97994916
Colonne 4	5	11,5411	2,30822	0,04668264

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	6,02904771	3	2,00968257	4,33379139	0,02042602	3,23887152
A l'intérieur des groupes	7,41958212	16	0,46372388			
Total	13,4486298	19				

Annexe 10 : Caroténoïdes

1- Caroténoïde du bloc des racinaires

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	15,0177088	3,00354175	0,06048824
Colonne 2	5	16,8807449	3,37614898	0,64588761
Colonne 3	5	13,3663271	2,67326543	0,57639769
Colonne 4	5	17,0256028	3,40512057	0,61626297

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	1,79960092	3	0,59986697	1,26351858	0,320295	3,23887152
A l'intérieur des groupes	7,59614601	16	0,47475913			
Total	9,39574694	19				

Annexes

2- Caroténoïde du bloc des foliaires

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	19,2998513	3,85997025	0,10288908
Colonne 2	5	13,663765	2,73275301	0,33357945
Colonne 3	5	13,3962913	2,67925826	0,71052879
Colonne 4	5	19,1282037	3,82564074	0,24660059

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	6,47167011	3	2,15722337	6,19181003	0,00538249	3,23887152
A l'intérieur des groupes	5,57439162	16	0,34839948			
Total	12,0460617	19				

3- Caroténoïde du bloc des combinées

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	13,5120878	2,70241756	3,99016404
Colonne 2	5	19,5905599	3,91811199	1,70422466
Colonne 3	5	19,2427156	3,84854312	0,41430783
Colonne 4	5	15,7808909	3,15617817	0,32449011

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	5,0777095	3	1,69256983	1,05239902	0,39660715	3,23887152
A l'intérieur des groupes	25,7327465	16	1,60829666			
Total	30,810456	19				

Annexes

Annexe 11 : Vitamine C

1- Vitamine C du bloc des racinaires

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	96,3	19,26	14,27428
Colonne 2	5	79,1	15,82	38,68108
Colonne 3	5	53,3	10,66	4,65948
Colonne 4	5	55,02	11,004	14,792

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	254,86616	3	84,9553867	4,69322438	0,01551629	3,23887152
A l'intérieur des groupes	289,62736	16	18,10171			
Total	544,49352	19				

2- Vitamine C du bloc des foliaires

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	67,06	13,412	11,61172
Colonne 2	5	78,24	15,648	3,91988
Colonne 3	5	67,92	13,584	12,943
Colonne 4	5	55,88	11,176	6,43452

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	50,1079	3	16,7026333	1,91384181	0,16804971	3,23887152
A l'intérieur des groupes	139,63648	16	8,72728			
Total	189,74438	19				

Annexes

3- Vitamine C du bloc des combinées

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	57,6	11,52	16,49308
Colonne 2	5	83,4	16,68	12,05548
Colonne 3	5	109,2	21,84	14,27428
Colonne 4	5	79,96	15,992	14,57012

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	268,03104	3	89,34368	6,22680412	0,00525911	3,23887152
A l'intérieur des groupes	229,57184	16	14,34824			
Total	497,60288	19				

Annexe 12 : Sucre

1- Bloc des racinaires

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	3,212923	0,6425846	0,20497972
Colonne 2	5	9,791213	1,9582426	0,68616981
Colonne 3	5	6,838439	1,3676878	0,44238254
Colonne 4	5	3,012426	0,6024852	0,13199378

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	6,28838338	3	2,09612779	5,72116226	0,00740008	3,23887152
A l'intérieur des groupes	5,86210339	16	0,36638146			
Total	12,1504868	19				

Annexes

2- Bloc des foliaires

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	6,630114	1,3260228	0,48694095
Colonne 2	5	1,434962	0,2869924	0,0570318
Colonne 3	5	4,631315	0,926263	0,34624281
Colonne 4	5	9,777957	1,9555914	0,94431298

Analyse de variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	7,36019396	3	2,45339799	5,3493809	0,00960063	3,23887152
A l'intérieur des groupes	7,33811418	16	0,45863214			
Total	14,6983081	19				

3- Bloc des combinées

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	5	3,451531	0,6903062	0,28599449
Colonne 2	5	11,420044	2,2840088	0,81769353
Colonne 3	5	2,082849	0,4165698	0,25682334
Colonne 4	5	8,4507	1,69014	0,04603218

Analyse variance

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	11,3455961	3	3,78186535	10,7550609	0,00040881	3,23887152
A l'intérieur des groupes	5,62617416	16	0,35163589			
Total	16,9717702	19				