

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRACIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA I
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIES
LABORATOIRE DE BIOTECHNOLOGIES DES PRODUCTIONS VEGETALES



Laboratoire de Biotechnologie des
Productions Végétales

MEMOIRE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE

OPTION BIOTECHNOLOGIE VEGETALE

**« EFFET DU PURIN D'ORTIE SUR LE DEVELOPPEMENT DE
LA CAROTTE *Daucus carota* ET DU NAVET *Brassica rapa* L. »**

Réalisé par : BELLAL Meryem

Devant le jury composé de :

KEBOUR Dj.	Maître de Conf. A	Univ. BLIDA I	Présidente
BRADEA M. S.	Professeur	Univ. BLIDA I	Promotrice
ZOUAOUI A.	Maître de Conf. B	Univ. BLIDA I	Co-promoteur
BOUTAHRAOUI S/A	Maître de Conf. B	Univ. BLIDA I	Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE 2017/2018

Liste des figures

- Figure 1 :** Aspect des deux proportions tourbe/ sol
- Figure 2 :** Les deux proportions sont mélangées après tamisage
- Figure 3 :** Aspect de la macération
- Figure 4 :** Application racinaire du traitement à la plante du navet
- Figure 5 :** Attaque de larves du papillon blanc des crucifères
- Figure 6 :** Plantes après pulvérisation foliaire contre les larves de papillons blancs
- Figure 7 :** Schémas du dispositif de carotte
- Figure 8 :** Schémas du dispositif du navet
- Figure 9 :** Levée des graines de carotte après 10 jours de semis
- Figure 10 :** Levée des graines de navet après 7 jours de semis
- Figure 11 :** Aspect des plantes de carotte après élimination de plantes appendices
- Figure 12 :** Racine de navet lors de la pesée de la biomasse fraîche
- Figure 13 :** Plants de navet lors de la pesée de la biomasse fraîche
- Figure 14 :** Plants de navets à l'intérieur de l'étuve à 60⁰C
- Figure 15 :** Préparation des tubes à essai pour le dosage de chlorophylle
- Figure 16 :** Ajout de l'acétone à 95% dans les tubes contenant 0.1g de feuilles
- Figure 17 :** Préparation à la lecture au spectrophotomètre pour le dosage des sucres solubles.
- Figure 18 :** Nombre de feuilles de navets et carottes
- Figure 19 :** Hauteur finale des feuilles de navets et carottes.
- Figure 20 :** Biomasse fraîche des feuilles de navets et carottes
- Figure 21 :** Biomasse fraîche de racines de navets et carottes
- Figure 22 :** Biomasse sèche de feuilles de navets et carottes
- Figure 23 :** Biomasse sèche des racines de navets et carottes
- Figure 24 :** Diamètre de racines de navets
- Figure 25 :** Longueurs de racines de navets et carottes
- Figure 26 :** Taux de pigments chlorophylliens a et b de navets
- Figure 27 :** Taux de pigments chlorophylliens a et b de carottes
- Figure 28 :** Taux de sucres solubles pour les navets et carottes

Liste des tableaux

Tableau 1 : Teneurs de l'extrait d'ortie en minéraux en ppm (partie par million)
(BERTRAND 2010)

Tableau 2 : Traits morphologiques distinctifs entre les carottes anthocyanées et les carottes caroténoïdes d'après HEYWOOD (1983).

Tableau 3 : La nouvelle classification de la carotte selon APG III (2009)

Tableau 4 : Exigences pédoclimatiques de la culture du navet.

SOMMAIRE

	Pages
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumés	
Introduction	4
Chapitre I Agriculture biologiques et bio-fertilisants	6
1. Agriculture biologique	7
1.1. Introduction	7
1.2. Bio-fertilisants	7
1.3. Principes généraux de la fertilisation biologique	7
1.4. Les principaux bio-fertilisants naturels	8
2. Purin d'ortie	9
2.1. Généralités	9
2.2. Teneur de l'extrait d'ortie en minéraux	10
2.3. Préparation du purin d'ortie	10
2.4. Propriétés du purin d'ortie	11
Chapitre II plantes expérimentées	13
1. Culture de carottes	14
1.1. Origine et appellation	14
1.2. Origine de la carotte cultivée	14
1.3. Classification	16
1.4. Morphologie de la plante	16
1.5. Besoins culturels	16
1.6. Récolte et conservation	17
1.7. Comportement en pot	17
1.8. Espèces et variétés	18
1.9. Parties utilisables	18
1.10. Valeurs nutritives	18
1.11. Influence des facteurs agro-climatiques	19
1.12. La nutrition minérale	20
1.13. Principaux ravageurs et maladies de la carotte	21
1.14. Les nématodes parasites de la carotte	22
1.15. Techniques culturales	23
1.16. Choix de la disposition des graines dans le lit de semence	23
2. Culture de navets	24
2.1. Origine du navet cultivé	24
2.2. Variétés	24
2.3. Classification	24
2.4. Morphologie de la plante	25
2.5. Besoins culturels	25
2.6. Parties utilisables	26
2.7. Valeur nutritive	26
2.8. Sensibilité aux maladies et parasites	26
2.9. Récolte	27
2.10. Conservation	27
Matériels et méthodes	28
1. But de l'expérimentation	29

2. Matériel végétal	29
2.1.Caractéristiques des deux espèces	29
3. Matériel non biologique	29
4. Conditions expérimentales	30
4.1.Lieu de l'expérimentation	30
4.2.Substrat et désinfection	30
4.3.Containers	31
5. Le bio-fertilisant	31
5.1.Les doses	32
6. Dispositif expérimental	33
7. Conduite des cultures	34
7.1.Semis	34
7.2.Travaux d'entretien	35
8. Paramètres mesurés	36
8.1.Paramètres biométriques	36
8.2.Paramètres de production	38
8.3.Paramètres physiologiques	38
9. Interprétation statistique	40
Résultats et discussions	41
1. Paramètres de production	42
1.1.Nombre de feuilles	42
1.2.Hauteur finale des feuilles	43
1.3.Biomasse fraîche des feuilles	44
1.4.Biomasse fraîche des racines	45
1.5.Biomasse sèche des feuilles	46
1.6.Biomasse sèche des racines	47
2. Paramètres de production	48
2.1.Diamètre des racines de navet	48
2.2.Longueur de racines	49
3. Paramètres physiologiques	50
3.1.Chlorophylle (a) et (b) du navet	50
3.2.Chlorophylle (a et (b) de carotte	51
3.3.Sucres solubles	52
Conclusion	55
Références bibliographiques	58
Annexes	I

Résumé

Les bio-fertilisants constituent une excellente source d'engrais naturel 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 la carotte et le navet du point de vue qualitatif et quantitatif sans le recours à des produits nocifs pour la santé humaine et l'environnement.

Dans cette option, cette étude porte sur l'évaluation et la comparaison de l'effet d'un bio-fertilisant à base de macération de purin d'ortie sur les paramètres de croissance, de production, physiologique et de qualité des deux espèces étudiées sous serre.

A cet effet, 4 concentrations de bio-fertilisants liquides (10% 15% 20% et 25%) avec deux modes d'application (foliaire et radiculaire) ont été comparés à un témoin.

Les résultats de cette étude ont montré que le traitement le plus performant a été obtenu à la dose de 20% (200ml/l) appliquée en mode radiculaire pour la majorité des paramètres mesurés.

La dose de 20% a permis l'obtention d'un meilleur rendement, nombre de feuille et calibre pour les deux espèces. De même taux de chlorophylle (a) et (b) et sucres solubles ont été notés à la dose 20% pour le mode radiculaire.

Mots clés : carotte, navet, bio-fertilisants, purin d'ortie, qualité.

Abstract

Bio-fertilizers 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 both carrot and turnip 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 bio-fertilizer based on nettle maceration called manure on the biometric, production and physiological quality parameters of the two species cultivated under greenhouse. For this purpose, four concentrations of liquid bio-fertilizer (10% 15% 20% 25%) with a foliar and root application, 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 20% for both of carrot and turnip production and physiologic parameters.

Key words: Bio-fertilizers, carrot, turnip, application, manure, parameters, quality.

ملخص

تمثل الأسمدة الحيوية مصدر ممتاز للأسمدة المستعملة في المجال الفلاحي حيث تؤثر على النمو التطوير المحصول وجودة الفاكهة التي تمثل المعيار الاساسي عند المستهلك. الهدف من هذا العمل هو تحسين جودة الجزر و اللفت نوعا وكما دون اللجوء للمواد الكيميائية المضرة لصحة الانسان والبيئة.

منظور هذا العمل يرتكز على تقييم ومقارنه تأثير السماد حيوي مستخلص من نقع نبتة القراص على مختلف معايير النمو الفيزيولوجية المورفولوجية و النوعيه للجزر و اللفت المزروعة داخل بيوت بلاستيكية. لهذا الغرض استعملنا ثلاث تراكيز 15 % 20 % و 25 % مع تطبيق جذري وعلى مستوى الاوراق مقارنه مع شاهد سلبي يتمثل في ماء عادي.

تم اختبارها في مراحل مختلفة من النمو. نتائج هذه الدراسة بينت علاج الافضل هو 20 % لمعظم معايير الانتاج الجزرو اللفت لمعظم المعايير المورفولوجية للنوعين.

الكلمات المفتاحية : اسمدة حيوية. معايير. جزر. لفت. تراكيز. نمو. القراص

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 nécessaire 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 des deux espèces, navet et carotte cultivées 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 deux espèces de légumes racinaires. L'intérêt est d'identifier la dose la plus performante pour avoir des plantes de qualité avec un bon rendement.

Chapitre I
Agriculture
biologique

1. L'agriculture biologique et bio-fertilisants

1.1. Introduction

L'agriculture biologique est le management des organismes vivants dans le sol et dans le milieu aérien. Bien gérée, l'action globale est interdépendante de tous ces organismes est génératrice d'énergie permet la croissance autarcique des cultures, c'est-à-dire sans apport de compléments ni traitements. (CHRISTIAN, 2011)

L'agriculture biologique est une démarche qui ne peut être monolithique mais qui doit s'adapter aux milieux et aux contextes.

Si les principes et les objectifs restent les mêmes partout, leur traduction technique peut légèrement évoluer selon que l'agriculteur est situé en Inde, Afrique Sahélienne, Europe, au Canada et en Argentine. (CAPLAT, 2012).

La fertilité ne se réduit pas à la fertilisation ; certains agriculteurs biologiques s'attachent à éviter tout retournement du sol en s'approchant des « Techniques Culturelles Simplifiées TCS » tout en refusant l'emploi de pesticides chimiques que s'autorisent trop souvent les partisans conventionnels des TCS. (CHRISTIAN, 2011)

Cette fusion de l'absence de labour et de principes rigoureux de l'agriculture biologique n'est pas possible, en l'état actuel pour tous les types de sols et de climats. (CAPLAT, 2012)

1.2. Les bio-fertilisants

La décomposition des MO 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).

1.3. Les principes généraux de la fertilisation biologique

La biotransformation des substances végétales est le début d'un long processus (pédogénèse) qui régule la vie, la disponibilité des nutriments, la structure physique du sol, sa résistance à l'érosion ; il protège surtout et stimule les diverses phases de la vie animale, bactérienne et surtout fongique du sol.

La richesse en carbone et en hydrogène des substances organiques permet, par voie oxydative, la libération de quantités considérables d'énergie dont bénéficient les micro-organismes du sol. Ce rôle de fourniture d'énergie est primordial et il est à distinguer du rôle strictement nutritionnel qui intéresse à la fois les micro-organismes du sol et les végétaux. (CHRISTIAN, 2011)

Selon le même auteur, la fertilisation biologique se calcule sur un seul grand principe de base ; apporter la nourriture aux organismes vivants du sol pour entretenir le réseau édaphique et les chaînes trophiques telluriques qui permettent d'agir dans trois directions :

- Sur les qualités physiques du sol : porosité, capacité de rétention en eau, structure dépendant du CAH, de la CEC et du taux d'humus stable.

- Sur les qualités biologiques du sol : développement de la méso-faune, de la microfaune avec une attention toute particulière pour les bactéries (fixation de l'azote atmosphérique) et les champignons (décomposition de la lignine et de la cellulose), aux fins d'obtenir toutes les conséquences intrinsèques à leurs activités.

- Sur la qualité chimique du sol : mise à disposition des éléments minéraux contenus dans les matières organiques, prélèvement des minéraux des roches constitutives du sol, compensation de l'humus annuellement minéralisé et fixation de l'azote atmosphérique.

1.4. 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)**

Résidu de crustacés broyé et vendu 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 ; GOULFIER 2010 ; MORO MBURONZO 2011 ; DELVAILLE 2013).

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

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). Ces études sont l'œuvre de Rolf Paterson, chercheur de l'université de Loud.

2.2. Teneur de l'extrait d'ortie en minéraux

Tableau 1 : teneurs de l'extrait d'ortie en minéraux en ppm (partie par million) d'après R.Paterson (BERTRAND 2010)

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

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

De fortes concentrations de l'extrait d'ortie peuvent produire des effets inverses de ceux recherchés et soit favoriser un développement exubérant de la végétation, au détriment d'une bonne floraison et fructification, soit inhiber la croissance des plantes (BERTRAND, 2010)

2.3. 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 (DRAGHI, 2005).

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 ce t 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 députer, 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).

2.4. 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 ; TISSIER, 2011)

- 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 a 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 ; GOULFIER, 2010 ; TISSIER, 2011).

- 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 ; GOULFIER, 2010 ; TISSIER, 2011)

La pulvérisation est préférable à l'arrosage, en effet, les gouttelettes les plus fines obtenues pulvérisent 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 ; BERTRAND, 2010 ; GOULFIER, 2010 ; TISSIER, 2011)

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 plantes expérimentées

1. La culture de carotte

La carotte (*Daucus carotta* L.) est une légume racine bisannuelle de 30 cm de haut, parfaitement rustique, elle est cultivée comme plante annuelle (DELVAUX, 2010)

1.1. Origine et appellations

La carotte excisait dans toute l'Europe jusqu'à l'Asie, les carottes que nous consommons comme plante annuelle ont été obtenues par sélection séculaire des formes sauvages.

Les appellations sont diverses parmi eux on cite ;
Faux chervis, gironille, pastenade et moulette en sont des synonymes, ainsi que passenaille ou patenaille en Savoie et dans la zone arpitane en général (MILOUANE, 2010)

Les carottes sauvages ou cultivées proviennent toutes de l'espèce *Daucus carota* L. considérée par les taxonomies comme une espèce complexe, si ce n'est pas un groupe d'espèces. Elle est répandue à travers l'ensemble de l'Europe, le pourtour méditerranéen, l'Afrique du Nord, l'Asie centrale et Sud Ouest, les Îles Canaries et l'Ethiopie (HEYWOOD, 1983)

1.2. Origines de la carotte cultivée :

Du fait sa large distribution géographique et de l'absence de tout vestige archéologique, il est difficile d'établir précisément où et quand a commencé la culture de carotte.

Différentes théories concernant l'origine des carottes cultivées ont été proposées. Mais elles sont toutes spéculatives et les arguments pouvant les étayer sont peu solides. On sait depuis longtemps qu'il ya deux principaux : les carottes anthocyanées (carottes de l'Est) et les carottes oranges ou blanches (carottes de l'Ouest) qui sont riches en carotène (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

Comme leur nom le suggère, on les distingue par la pigmentation des racines ainsi que par leurs formes, feuilles, inflorescences et fleurs (DELVAUX, 2010)

Tableau 2 : traits morphologiques distinctifs entre les carottes anthocyanées et les carottes caroténoïdes d'après HEYWOOD (1983).

Est (anthocyanées)	Ouest (caroténoïdes)
-racines fourches, chair jaune rouge pourpre noire rarement jaune ou orange.	-racines non fourches, chair jaune orange ou rouge occasionnellement blanche.
-les feuilles sont légèrement découpées, de couleur vert-gris. Jubescentes.	-feuilles, fortement découpées d'un vert brillant faiblement poilues.
-floraison la première année.	-la plupart du temps, floraison la deuxième année.

La plus grande diversité des carottes anthocyanées a été localisée en Afghanistan, au pied des montagnes d'Himalaya et l'Hindoukush. Ces découvertes tendent à prouver que cette zone est leur berceau d'origine. Des carottes similaires ont également été trouvées dans les régions adjacentes de la Russie, de l'Iran, de l'Inde, du Pakistan et de l'Anatolie. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992).

C'est assez récemment que l'on a trouvé en Europe et Méditerranée les premières traces de cultures de carottes anthocyanées à chair rouge ou jaune, apparues selon toute vraisemblance au X^e siècle en Iran (travaux de BANGO 1963). L'extension de la culture de carotte a commencé au XII^e siècle (Espagne) pour se généraliser en Italie, France, Allemagne et Pays Bas au XIV^e siècle, puis en grande Bretagne au XV^e siècle. Sa culture a touché les Etats Unis au début du XVII^e siècle et le Japon un siècle plus tard. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992).

1.3. Classification

Tableau 3 : La nouvelle classification de la carotte selon APG III (2009)

Clade	Angiospermes
Clade	Dicotylédones
Clade	Noyau des dicotylédones vraies
Clade	Astéridées
Clade	Campanulidées
Ordre	Apiales
Famille	Apiaceae
Sous-famille	Apiaoideae
Tribu	Scandiceae
Sous-tribu	Daucineae
Genre	Daucus

1.4. Morphologie de la plante

1.4.1. Feuilles : de couleur vert tendre, très finement découpées, elles dégagent une forte odeur de « carotte ».

1.4.2. Floraison : A lieu à la seconde année de culture, les fleurs sont regroupées en ombelles blancs grisâtres s'épanouissent au début de l'été. On peut les utiliser en bouquets. (VILLENELIVE et LETEINTURIER , 1992).

1.4.3. Racine : une fois devenue charnue, elle constitue l'un de nos meilleurs légumes : elle est apéritive, diurétique et adoucissante.

1.4.4. Graine : épineuses portent des côtes munies de 8 à 10 aiguillons qui participent à leur dissémination des insectes. Elles sont petites, brun verdâtres ou grises, convexe d'un côté, aplatie de l'autre. Il faut compter 700 à 800 graines par grammes. La faculté germinative est d'environ quatre ans.

1.5. Besoins culturels

1.5.1. Exposition : ensoleillée. La mi-ombre est tolérée, mais la croissance est moins rapide. (DELVAUX, 2010)

1.5.2. Sol : frais, riche et bien drainé. Une terre sablonneuse et légère est le meilleur substrat de culture. La forme fourchue des racines est souvent due à une terre lourde ou caillouteuse.

Les meilleures carottes sont un climat doux et humide. Pour les carottes à conserver en hiver, un sol lourd convient aussi. (DELVAUX, 2010)

1.5.3. Fertilisation : lors du labour en automne, faire de copieux apports de fumier bien décomposé ou d'un fertilisant naturel d'un commerce. Evitez le fumier frais qui favorise la formation des racines fourchues. Un engrais après démariage stimule la formation des racines. (DELVAUX, 2010)

1.5.4. Entretien : en cours de culture, biner entre les rangs. Arroser toutes les deux semaines en été, à raison de 20l d'eau /m². Eclaircir les rangs de carottes quand les plantes atteignent 5 cm de haut, pour favoriser un bon développement des racines. Désherber régulièrement à la main. (DELVAUX, 2010)

1.5.5. Taille : supprimer toutes les feuilles qui jaunissent. (DELVAUX, 2010)

1.5.6. Multiplication : semer les carottes au printemps, dans une terre suffisamment réchauffée (environ 7⁰ C). Préparer et ameublir soigneusement le sol en profondeur. (DELVAUX, 2010)

Disposer les graines en place, en rangs de 3cm de profondeur, espacer de 20 à 30cm. Les variétés hâtives peuvent être semées (à la volée, en carré) sous châssis chauffé dès le mois de janvier ou sous tunnel plastique à partir de février. . (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

1.6. Récolte et conservation :

Les carottes parviennent à maturité entre huit et onze semaine après semis. La récolte est effectuée à la fourche bêche, puis laisser les sécher dans un local aéré, sans les avoir lavées. Les carottes primeurs se récoltent avec fanes, ce qui permet de les conserver presque un moi.

Pour les variétés d'automne et d'hiver, couper les fanes au-dessus du collet et stocker les carottes dans une cave, à l'abri du gel, ou dehors, dans un silo, recouvertes de sable sec.

Elles pourront être consommées durant tout l'hiver. Arracher les dernières carottes en automne, avant les pluies, sinon elles risquent de pourrir rapidement. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992).

1.7. Comportement en pot :

Les variétés de carottes courtes peuvent être cultivées dans des pots de 30cm de profondeur, qu'on remplisse de tourbe de type universel, éventuellement allégé avec un peu de sable fin. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992).

1.8. Espèces et variétés :

On trouve une multitude de variétés dans le commerce, dont de nombreux hybrides F1. (DELVAUX, 2010) on cite comme exemples :

- 1.8.1. La Carotte Chantenay à cœur rouge :** Très vieille variété, c'est sur la base de cette carotte que beaucoup de nouvelle variété ont vues le jour (chante à coeur rouge, chantenay royal). Variété produisant des racines demi-longues de 12 à 18 cm, au fort volume et à la forme arrondie à l'extrémité. Ancienne variété appelée "Demi-Longue de Chantenay" introduite en 1829 et mentionnée dans l'ouvrage de Vilmorin-Andrieux "Les Plantes Potagères". (FAOSTAT, 2016)
- 1.8.2. Les Carottes Nantaise :** Variété précoce, très connue et apprécié par les cultivateurs. La racine parfaitement cylindrique, lisse et brillante de couleur orange rouge, avec un cœur mince de la même couleur. (FAOSTAT, 2016)
- 1.8.3. La Carotte de Colmar à cœur rouge :** Variété pour la saison d'hiver résistant très bien au froid, racine longue et conique, la chair est de couleur rouge jusqu'au cœur. Variété de bonne conservation. Culture adaptable à de nombreuses conditions dont les sols difficiles. Elle forme des racines volumineuses de bonne saveur. Elle peut également se semer au printemps. (FAOSTAT, 2016)
- 1.8.4. La carotte De Djerba :** Variété dont les racines sont de diverses couleurs : violettes pour la moitié, noires pour un quart et oranges pour le dernier quart. Variété traditionnelle originaire de l'île de Djerba en Tunisie. (FAOSTAT, 2016)

1.9. Parties utilisables :

La racine tubéreuse. Le feuillage est apprécié par les lapins et les cochons d'inde. (DELVAUX, 2010)

1.10. Valeur nutritive :

33kcal/100g. La carotte est très riche en vitamine A (carotène), qui protège les cellules de vieillissement, et en vitamines C et B9. Elle apporte aussi du potassium et du sodium. Elle est diurétique riche en fibres favorisant le transit intestinal. (DELVAUX, 2010).

1.11. Influence des facteurs agro-climatiques

Le développement de la plante et sa production dépendent pour une bonne part des agents génétiques, mais également des facteurs de l'environnement, dont les effets ont, dans le cas précis de la carotte, une forte influence sur les caractères morphologiques de la racine : longueur, aspect lisse de la surface et la tronconicité. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

1.11.1. Le sol

Le sol est un élément fondamental, le premier garant de l'obtention d'un produit de qualité. Son influence peut être très précoce (dès la plongée du pivot) pour intervenir ensuite sur la forme et la valeur marchande des carottes récoltées. Il faut, par conséquent, être très attentif aux caractéristiques du sol. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

- **L'état d'ameublissement du sol**

Un sol trop compact a pour effet de réduire la longueur de la carotte, de modifier la forme générale et de nuire au boutage.

- **L'état hydrique du sol**

Une saturation en eau du sol a pour effet de réduire la longueur de la carotte, mais provoque également l'aération du sol. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

1.11.2. Le climat

- **La température**

Plusieurs auteurs (BRENER, 1931, BARNES, 1936, HORI et al 1970, BANGA et al 1955) ont mis en évidence l'incidence des températures sur la forme des racines. D'une façon générale, les basses températures induisent une longueur des carottes plus importante que les températures plus élevées.

HORI et al (1970) ont étudié l'incidence de la température de l'air ambiant et du sol pour la variété Kinko-Sauzun. Ils ont constaté que le meilleur développement de la racine était obtenu pour les températures de l'air situées entre 13° et 18°C.

Aux températures expérimentées plus élevées comme aux plus basses, les résultats sont moins bons. A l'égard des températures de sols, les meilleurs résultats sont obtenus entre 23° et 28°C.

Quant à MC et HAMILTON. (1971), ils ont obtenu à 16°C (température du sol), des racines significativement plus longues qu'à 12° C ou à 20° C. Par ailleurs, BANGO et *al.*, (1964) ont obtenu,

en conditions des Pays Bas, des carottes longues et fines à 8° C et de grosses racines plus courtes à 18°C.

BANGO (1964) et (1968) ont également montré l'incidence de la température sur les teneurs en carotène et protéines des carottes. Il apparaît qu'aux températures basses, moins de caroténoïdes sont synthétisés, et inversement pour les températures plus élevées (23° C).

A partir de ces résultats, BANGO et al (1964 et 1968) ont développé une théorie selon laquelle la croissance végétative primaire, en allant avec la synthèse protéique, a lieu à des températures assez basses (8° C) ; d'autre part, la maturation ou vieillissement qui est déterminée par la synthèse du carotène, a lieu à des températures plus élevées de 18° C. La synthèse des protéines tout comme celle du carotène se fait au détriment des hydrates de carbones synthétisés. Cette hypothèse a été confirmée par BRADLEY *et al.*, (1969), et par THOMPSON en 1969.

A l'égard de la composition minérale, HORI et al (1970), notent que la teneur en Phosphore (P_2O_5) est plus importante dans les feuilles lorsque la température de l'air est également élevée. Par contre l'incidence des hautes températures de l'air est sans effet sur la composition en P_2O_5 des racines. Le Potassium (K_2O) est plus élevée dans les racines à des températures de sol élevée, et le Calcium (CaO) plus faible lorsque les températures du sol et de l'air sont basses.

1.12. La nutrition minérale

La nutrition minérale peut jouer un rôle important et propice à l'obtention de carottes de qualité, mais peut également devenir un facteur limitant. Aussi la fertilisation doit-elle être raisonnée dans une vue d'ensemble et intégrer de nombreuses interactions, en particulier la préparation du sol, les amendements organiques et l'irrigation. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

L'alimentation hydrique et minérale de la carotte de peut-elle être fortement perturbée par la présence de zones à structures compactées à l'intérieur même des parcelles. Ces zones se trouvent plus particulièrement dans des sols :

- Hydro-morphes : ces types de sols sont très fortement déconseillés pour la culture de carotte.
- à faible stabilité structurale : dans les sols à stabilité structurale fragile se caractérisant par une texture fine (limons, sables fins et faible teneurs d'argile), ce sont souvent les techniques culturales qui altèrent la conformation géologique et entraînent conséquemment une mauvaise alimentation de la plante. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)
- acides : l'acidité des sols n'est guère appréciée des carottes, puisqu'elle provoque, outre des perturbations d'absorption, des altérations physiques par « fossilisation de la structure » : le sol se

prend en masse et perd sa microporosité. De son côté, le Calcium est un élément fondamental pour la stabilité structurale. Or, il est trop souvent négligé, voir oublié, dans l'interprétation des analyses de sols. En fait, pour garder une bonne structure, un sol doit être saturé en Calcium : le rapport Ca/CEC (capacité d'échange en cations) doit être proche de 100%. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992).

- **L'alimentation hydrique**

L'étude de l'irrigation et des besoins en eau de la carotte n'a fait l'objet, en France et ailleurs, que de rares travaux jusqu'à présent.

La carotte est encore considérée, en particulier dans la Manche, comme une espèce rustique ne nécessitant aucun apport hydrique, or, l'observation de nombreuses cultures témoigne de la « réponse » remarquable de ce légume à l'apport d'eau, qui se traduit par une nette augmentation des rendements. Mais tout excès nuit : une irrigation mal conduite, trop abondante pouvant provoquer ici ou là des pertes importantes par anoxie des racines, il est indispensable d'envisager une pratique hydrique équilibrée. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

1.13. Principaux ravageurs et maladies de la carotte

1.13.1. Ennemis et maladies :

La mouche de la carotte *Psila rosae* est le ravageur le plus fréquent. Les petites larves se développent à l'intérieur des racines, pour les dévorer, ce qui entraîne la pourriture des plantes. Il est assez difficile de lutter efficacement au jardin contre la mouche de carotte.

Mais, il existe des variétés résistantes. La mouche de la carotte affecte aussi le persil, et le céleri.

La pourriture molle, due à une bactérie *Erwinia amylovera* est favorisée par une humidité ambiante excessive. L'oïdium est fréquent s'il fait chaud et sec. Courtilières, ver blanc, ver gris, tipules, mille-pattes et charançon s'attaquent aux racines. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

Diverses méthodes de lutte existent (utilisation de variétés résistantes ; lutte physique ; chimique, etc.). Toutefois, l'emploi de produits phytosanitaires reste encore à l'heure actuelle la méthode donnant le plus satisfaction. L'utilisation de produits performants de protection de cultures s'est donc généralisée et parfois malheureusement de façon abusive, entraînant l'apparition de souches résistantes (à certaines maladies, ravageurs et mauvaises herbes) et des résidus de pesticides en quantités trop importantes. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992).

1.13.2. Les ravageurs

La protection contre les ravageurs de la culture de carotte concerne principalement ceux qui attaquent durant la première année du cycle de croissance de la carotte, c'est-à-dire, au cours du grossissement de la racine. Au cours de la seconde année, les attaques signalées sont moins fréquentes : les préjudices causés concernent particulièrement la partie aérienne, la feuille et les ombelles. Il s'agit essentiellement de dégâts de machaons sur le feuillage et de teignes sur les ombelles.

- Les coléoptères : hanneton, taupin, otiorrhynque.
- Les lépidoptères : noctuelles (*Euxoa segetum*, *Scotia ipsilon*, *Amathes cnigrum*) hépiales (*Hepialus humulus*, *Korscheltellus lupulinus*)
- Les diptères : mouche de la carotte (*Psila rosae*) phytomyze (*Phytomyza*)
- Les homoptères : pucerons (*Cavariella aegopodii*, *Semiaphis dauci*).

Enfin, il existe également les ravageurs occasionnels, non spécifiques à la carotte, tels que les limaces, ou les rongeurs (exemple : campagnols). (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

1.14. Les nématodes parasites de la carotte

Plusieurs espèces de nématodes, appartenant à des genres très divers peuvent causer, en climat tempéré, des dégâts importants sur carotte. Dans la famille des *Heteroderidae*, les nématodes les plus fréquemment observés sur cette culture sont espèce très spécifique *H. carotae* et de quatre autres, très polyphages, du genre *Meloidogyne*. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

D'autres espèces, quoique moins importantes, peuvent être également nuisibles pour la carotte. En fonction de leur mode de parasitisme, on peut les regrouper en deux ensembles : d'une part, les endoparasites migrateurs et d'autre part, les ectoparasites. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

1.14.1. Le rhizoctone violet

Champignon responsable : *Rhizoctonia violacea*

- **Symptômes :**

Les attaques se manifestent sur les racines généralement 2 mois environ après la levée, sous la forme d'une trame mycélienne brune se condensant en petits amas noirs (corps miliaires). A un stade plus tardif, le champignon forme un réseau puis un feutrage velouté de couleur bleuâtre. A la récolte,

ces symptômes rendent les racines inaptes à la commercialisation. Dans les cas graves, les carottes peuvent entièrement pourrir. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

1.15. Techniques culturales

L'opération de semis correspond en fait à deux points : d'une part le choix de la disposition des graines dans le lit de semences, et d'autre part, l'opération proprement dite de mise en terre des graines. La qualité du peuplement et le rendement commercial sont directement liés à la réussite du semis. (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

1.16. Choix de la disposition des graines dans le lit de semences

Avec les semoirs actuels, le producteur a le choix entre deux dispositions : semis en lignes, ou semis éclaté. Quel que soit le choix effectué, il est nécessaire que la carotte ait une place qui correspond à ses besoins, afin qu'elle puisse se développer le plus harmonieusement possible. En fait, il faut éviter les problèmes de compétition entre plantes et entre racines, qui engendrent des déformations racinaires liées au voisinage d'autres carottes, ou, paradoxalement, à un espacement beaucoup trop important. Ainsi, les carottes doivent pouvoir se développer sans se gêner, tout en restant entourées. De façon plus imagée, l'on pourrait dire que la carotte doit pouvoir « faire son trou », tout en restant « en famille ». (VILLENELIVE et LETEINTUERIER, 1992)

2. La culture de navet

Le navet (*Brassica napus* ou *B. rapa*) est une plante bisannuelle de la famille des brassicacées (crucifères) à la touffe de feuilles érigées et une inflorescence qui atteint 12cm de haut. (MILOUANE, 2010).

2.1. Origine du navet cultivé

Les grecs et les romains connaissaient de nombreuses variétés de navet au premier siècle de notre ère, Pline l'Ancien décrit sous les noms de Rapa et de Napus, des navets de forme allongée, plate et ronde. A la même époque, le légume servait de nourriture tant pour les humains que pour les animaux d'élevage. (MENARD, 2015).

2.2. Variétés

Plusieurs variétés sont reconnues. Quelques unes sont citées (MILOUANE, 2010) :

- Navets d'Auvergne hâtives (primeurs).
- Navets Vertus-marteau (pleine saison).
- Blanc Glob à collet violet (conservation).
- Noir long (conservation).
- Jaune boule d'or (conservation).

2.3. Classification

Selon APG III (2009)

Règne : Plantae.

Division : Magnoliophyta.

Classe : Mangnoliopsida.

Ordre : capparales.

Famille : Brassicaceae.

Sous famille : Brassicoideae.

Genre : Brassica.

Espèce : *Brassica rapa*.

2.4. Morphologie de la plante

2.4.1. Feuilles : de 20 à 40 cm de haut, la rosette comprend un quinzaine de feuilles entières ou découpées, obovales, hérissées de poils rêches. (tela botanica, 2013)

2.4.2. Floraison : la deuxième année de culture, une hampe ramifiée porte une centaine de petites fleurs jaunes à quatre pétales, mellifères. (tela botanica, 2013)

2.4.3. Racine : Le navet est cultivé comme plante potagère ou fourragère pour sa racine charnue allongée ou arrondie. (tela botanica, 2013)

2.5. Besoins culturaux

2.5.1. Exposition : Mi-ombre, car les grosses chaleurs rendent les navets fibreux et creux. (MILOUANE, 2010)

2.5.2. Sol : limoneux, plutôt argileux, restant frais par temps chaud. L'excès de calcaire diminue le rendement et la qualité. Pas de terre détremnée. (MILOUANE, 2010)

2.5.3. Exigences pédoclimatiques de la culture

Tableau 4 : exigences pédoclimatiques de la culture du navet.

	Favorable	Défavorable	Remarques
Climat	Tempéré, même un peu froid.	Chaleur, sécheresse.	Sensible aux gelées (-3. -4° C) variable selon les variétés.
Sol	Sol gardant la fraîcheur pH 6.5-7	Sol grossier	Peu exigeant.
Fertilisation	Reliquat de la culture précédente ou engrais organique.	Fumures organiques fraîches	-
Rotation, durée, précédents	3 à 4 ans Blé, trèfle, vesce.	Autres espèces de la même famille.	-
Association	Carottes, pois, haricots, laitue, tomate.	-	-

2.5.4. Fertilisation : en mars, lors de la préparation de la planche, incorporer un engrais complet, riche en potasse et en phosphate. En automne, rajouter de la matière organique lors du labour. (MILOUANE, 2010)

2.5.5. Taille : supprimez les feuilles jaunes ou abîmées. (MILOUANE, 2010)

2.6. Parties utilisables : racines et jeunes feuilles. (MILOUANE, 2010)

2.7. Valeur nutritive : 17kcal/100g. Le navet est bien pourvu en vitamines C, B5, B6 (et un peu de vitamine A), en fibres et en oligo-éléments (fer, zinc, soufre, manganèse). Il a un effet de calmant et est diurétique (MILOUANE, 2010).

Un semis trop superficiel provoque des déformations de la racine. Le rendement est meilleur s'il est semé en ligne (MILOUANE, 2010).

2.8. Sensibilité aux maladies et parasites

Au-delà des gastéropodes ou mulots, altises et mouches des crucifères peuvent s'avérer redoutables.

Ces ennemis peuvent altérer et stresser les plants à force de piqûres. Les plants ne pourront pas se développer. Les larves des mouches se développant en hiver, provoquent des pertes considérables pendant la conservation. Même si c'est un peu contraignant, un filet anti-insectes reste la meilleure méthode préventive (MILOUANE, 2010).

2.8.1. L'altise

Le parasite le plus courant chez le navet est l'altise (*Psylliodes chrysocephalus*) du navet. C'est une puce noire qui perce les feuilles qui peuvent avoir des conséquences dévastatrices sur la récolte s'il n'est pas traité à temps.

- L'altise n'aime pas l'humidité. Comme moyen de lutte, on arrose les feuilles le matin et le soir.
- Le filet anti-insecte reste une valeur sûre de la lutte contre les altises.

2.8.2. La mouche de navet *Delia radicum*

Ce sont les larves pondues au pied du collet par les mouches qui s'installent dans la terre et se nourrissent des racines.

Comme moyen de lutte on propose :

- Destruction des pieds attaqués car ils n'arriveront pas à maturité.

- Plantation de plantes aromatiques à proximité comme le thym ou le romarin ou le fenouil.
- Disposition de pièges jaunes englués pour capter les mouches pondeuses dès le printemps. (RUSTICA, 2018)

2.8.3. Les limaces

Les limaces se délectent des feuilles de navet et peuvent même anéantir une production en quelques temps.

2.8.4. Le Mildiou

Le mildiou *Hyaloperonospora parasitica* est l'une des maladies les plus dévastatrices chez le navet. Dès l'été, la chaleur conjuguée à une certaine conduite au développement de ce champignon.

Moyens de lutte proposés :

- En traitement curatif, la destruction des plants touchés peut éviter la propagation du mildiou.
- En traitement préventif, des pulvérisations régulières à base de bouillie bordelaise peuvent permettre d'éviter le mildiou. (RUSTICA, 2018)

2.9. Récolte

Arrachez les navets primeurs dès qu'ils atteignent la taille d'une balle de Ping Pong. Attendez les premières gelées blanches pour les variétés de conservation, les navets ne supportent pas les fortes gelées. (MILOUANE, 2010)

2.10. Conservation

Coupez les feuilles 1cm au dessus du collet et l'extrémité de la racine à la base de la rave. Les navets se conservent plusieurs mois en cave ou en silo. (MILOUANE, 2010)

Matériel et méthodes

1. But de l'expérimentation

Le présent travail a pour objectif d'améliorer le rendement et la qualité des deux espèces, navet et carotte cultivées 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 deux espèces de légumes racinaires.

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 sont ; la carotte (*Daucus carotta* L.) et le navet (*Brassica rapa* L.) pour lesquelles on a choisit les variétés NANCO F1 et Long Blanc Marteau respectivement.

2.1. Caractéristiques des deux espèces

2.1.1. Carotte (NANCO F1)

- Bonne résistance à l'éclatement
- Bien adaptée à la récolte mécanique
- Longueur de racine : 16 – 18 cm
- Forme cylindrique
- Excellente conservation

2.1.2. Navet (Long Blanc Marteau)

- Bonne rusticité
- Racine cylindrique
- Chair tendre et sucrée
- Couleur blanchâtre

3. Conditions expérimentales

3.1. Lieu de l'expérimentation

Notre expérimentation a été réalisée au niveau de la station expérimentale dans le laboratoire de recherche des cultures maraîchères à l'université de Blida 1 au département de Biotechnologies. D'une durée de cinq (5) mois (Mars 2018-Juillet 2018)

3.2. Substrat et désinfection

Le bon développement de la carotte exige un sol léger dépourvu de pierres et cailloux, ainsi que le navet nécessite un sol humide riche en éléments nutritifs.

Pour cela, dans notre expérimentation on a préparé le terreau comme substrat, qui est constitué de :

- 1/3 de tourbe
- 2/3 du sol qui provient de la station expérimentale



Figure 1 : Aspect des deux proportions tourbe/ sol. (photo originale 2018)



Figure 2 : Les deux proportions sont mélangées après être tamisées. (photo originale 2018)

3.3. Containers

Les containers utilisés sont des pots de couleur sombre (marron) ayant la capacité de 5l et présentant des orifices de drainage à la base afin d'assurer l'évacuation d'arrosages excédentaires.

4. Le bio-fertilisant : purin d'ortie

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

On a apporté un bidon 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 1 kg d'orties fraîches cueillies et découpées dans un récipient.

On a ajouté 9l d'eau de source (Sidi Lekbir Chréa)



Figure 3 : aspect de la macération (photo originale 2018)

On a stocké le seau hermétiquement à l'abri du gel et de fortes températures en remuant le mélange chaque deux jour.

Quand il n'y a plus de bulbe sur la surface de la solution, cela signifie la fin de fermentation et il est possible de séparer les restes de l'ortie de la solution.

Filtration du mélange.

La préparation du purin a commencé le : 15/02/2018

On a pu obtenir le purin après 20 jours de macération, dans des conditions relativement adéquates pour le processus de fermentation.

La dose optimale indiquée dans la bibliographie qui sert à la fertilisation des plantes varie entre 10% et 20%, pour cette raison on a préconisé 3 concentrations à savoir :

- T₁ : dilution de la solution mère du purin à 15% à application racinaire.

Matériel et méthodes

- T₂ : dilution de la solution mère du purin à 20% à application racinaire.
- T₃ : dilution de la solution mère du purin à 25% à application racinaire.
- T₄ : dilution de la solution mère du purin à 10% à application foliaire (traitement supplémentaire)

4.1. Les doses

- T₁ : chaque plante doit recevoir 40 ml 3 fois par semaine de la solution obtenue par dilution de 150ml du purin dans 1l d'eau.
- T₂ : chaque plante doit recevoir 40ml 3 fois par semaine de la solution obtenue par dilution de 200ml du purin dans 1l d'eau.
- T₃ : chaque plante doit recevoir 40ml 3 fois par semaine de la solution obtenue par dilution de 250ml du purin dans 1l d'eau.



Figure 4 : application racinaire du traitement à la plante du navet (photo originale 2018)

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

T₀ : eau de Blida.

L'application de ces traitements s'est effectuée après 2 semaines après la levée des deux plantes disposées au niveau de la serre. (Date du début de traitement pour chaque espèce).

Lors du développement des navets, il apparaît des vers noirs au niveau des feuilles (larve du papillon blanc des crucifères *Pieris oleracea*) ces derniers ont été traité de purin à 10% trois fois par semaine avec une pulvérisation foliaire.

La disparition de ces derniers était deux semaines après le traitement appliqué et les feuilles ont repris la forme initiale.



Figure 5 : attaque de larves du papillon blanc des crucifères (photo originale 2018)



Figure 6 : plantes après pulvérisation foliaire contre les larves de papillons blancs. (photo originale 2018)

5. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté dans l'expérimentation est un plan à randomisation totale (bloc aléatoire complet) dont l'affectation des traitements s'est faite d'une manière aléatoire.

Le dispositif expérimental comprend 8 traitements qui résultent de la combinaison de 2 facteurs :

- Facteur solution à 4 niveaux : T₀ T₁ T₂ T₃.
- Facteur espèce : carotte et navet.

Répétés 3 fois alors (4*2*3) soit 24 unités expérimentales en totalité.

▽ T ₀ C	▽ T ₁ C	▽ T ₂ C	▽ T ₀ C
▽ T ₂ C	▽ T ₃ C	▽ T ₀ C	▽ T ₁ C
▽ T ₃ C	▽ T ₂ C	▽ T ₃ C	▽ T ₁ C

Figure 7 : Schémas du dispositif de carotte

 T₀N	 T₁N	 T₂N	 T₀N
 T₂N	 T₃N	 T₀N	 T₁N
 T₃N	 T₂N	 T₃N	 T₁N

Figure 8 : Schémas du dispositif du navet

T₀; T₁; T₂; T₃; traitements

C ; culture de carotte.

N ; culture de navet.

6. Conduite des cultures

6.1. Semis

C'est la première opération effectuée, réalisée le 07/04/2018 pour les semences du navet et le 09/04/2018 pour la carotte dans les pots directement.

La graine est disposée à 3cm de profondeur puis recouverte par une autre couche de tourbe et arrosée jusqu'à infiltration de l'eau par les trous de drainage pour l'obtention d'une bonne germination de semences.

Les arrosages ont été effectués tous les jours de semaine, la quantité d'eau prise selon les fluctuations de la température.



Figure 9 : levée des graines de carotte après 10 jours de semis

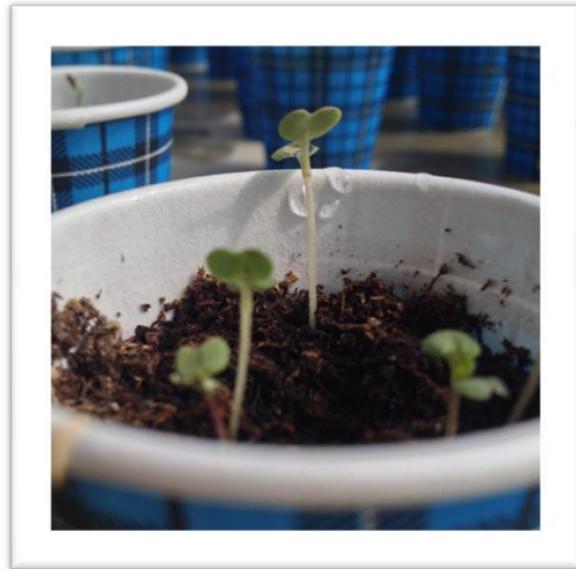


Figure 10 : levée des graines de navet après 7 jours de semis

6.2. Travaux d'entretien

6.2.1. Irrigation

L'irrigation est importante dans la conduite de ces cultures surtout dans les premières semaines de leur développement.

La fréquence des irrigations est en fonction de la température et le stade de développement de la plante.

6.2.2. Désherbage

Dans le but de réduire les risques d'attaques de nos plantes par des parasites et des insectes aussi pour éviter la concurrence hydrique et nutritionnelle, le désherbage manuel était réalisé régulièrement 2 fois par semaine.



Figure 11 : aspect des plantes de carotte après élimination de plantes appendices (photo originale 2018)

6.2.3. Aération

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

6.2.4. Binage

Le binage est une opération qui s'effectue pour assurer l'aération des racines et réduire le tassement du sol.

6.2.5. Récolte

Les fruits sont récoltés au stade vert, elle effectué le 01/07/2018 pour le navet
Et le 11/07/2018 pour la carotte.

7. Paramètres mesurés

On distingue trois (3) types de paramètres étudiés durant l'expérimentation :

7.1. Paramètres biométriques

- **Hauteur finale de plantes** : elle est mesurée en centimètre à l'aide d'une règle graduée, au collet jusqu'à l'apex. Ce paramètre à été mesuré au moment de l'arrachage.
- **Nombre de feuilles** : le principe consiste à faire un comptage des feuilles pour chaque plante au moment d'arrachage.

Matériel et méthodes

- **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.



Figure 12 : racine de navet lors de la pesée de la biomasse fraîche (photo originale 2018)

- **biomasse fraîche des feuilles** : exprimé en gramme (g) consiste à peser les feuilles à l'état frais juste après l'arrachage de la plante afin de contrôler leur développement.



Figure 13 : feuilles de navet lors de la pesée de la biomasse fraîche (photo originale 2018)

- **biomasse sèche des feuilles et des racines** : les parties de la plante à l'état frais doivent être séchées dans une étuve à 60°C. Après stabilité du poids.



Figure 14 : plants de navets à l'intérieur de l'étuve à 60°C (photo originale 2018)

7.2. Paramètres de production

- **Diamètre de la racine (navets)** : consiste à mesurer le diamètre de chacune des racines à l'aide d'un pied à coulisse en millimètre.
- **Poids 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.
- **Longueur de racines** : consiste à mesurer la longueur de la racine (cm) après l'arrachage afin de comparer entre les traitements.

7.3. Paramètres physiologiques

7.3.1. Teneur en pigments chlorophylliens :

La teneur en chlorophylle (a) et (b) et caroténoïdes sont déterminées selon la méthode utilisée par Liechtenthaler (1986) citée par Hasani et *al.*, (2014). Environ 0.1g d'échantillon de feuilles fraîchement coupées et bien mélangées qui a été prélevée sur des feuilles complètement développées à la même position dans chaque traitement, a été extrait avec 10ml d'acétone à 95%. Le pigment a été extrait en obscurité puis mis à 4⁰ pendant 48h. L'absorbance a été mesurée avec un spectrophotomètre à 664 et 649 nm. Les teneurs de chlorophylle a (Chl a) et de chlorophylle b (Chl b) ont été calculé en utilisant les formules suivantes :

$$C a \text{ (mg.g}^{-1}\text{)} = 13.36A_{664} - 5.19A_{649} \quad C b \text{ (mg.g}^{-1}\text{)} = 27.43A_{649} - 5.10A_{664}$$

Matériel et méthodes

Où C_a et C_b étaient les concentrations de Chlorophylle a et b respectivement, A_{664} et A_{649} étaient les absorbances de la solution d'extrait de pigment au 664 et 649 nm de longueur d'onde respectivement.



Figure 15 : préparation des tubes à essai pour le dosage de chlorophylle (photo originale 2018)



Figure 16 : ajout de l'acétone à 95% dans les tubes contenant 0.1g de feuilles (photo originale 2018)

7.3.2. 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°.

Matériel et méthodes

Après refroidissement :

- Ajouter 20ml d'eau distillée dans chaque tube à essaie
- Prendre 1ml de la solution
- Ajouter 1ml de phénol à 5% et bien agiter.
- Ajouter 5ml d'acide sulfurique concentré dans chaque tube à essaie.
- Passer au vortex.
- Laisser reposer 10min.
- Passer au bain marie pendant 15min à 30⁰C.
- Procéder à la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde 490nm

La détermination de la teneur des sucres solubles est réalisée selon la formule suivante :

$$\text{Sucres solubles } (\mu\text{g/g.MF}) = \text{DO (490)} \times 1.657.$$



Figure 17: préparation à la lecture au spectrophotomètre pour le dosage des sucres solubles (photo originale 2018)

8. Interprétation statistique

Pour le calcul statistique, on a utilisé la méthode de l'analyse de la variance (ANOVA) où : $\alpha = 0,05$ (5%) différence entre les traitements.

P-value représente la probabilité d'un évènement (doses) et a les valeurs :

$P > 0,05$: il n'y a pas de différence significative.

$P < 0,05$: il existe une différence significative.

$P < 0,01$: il y a une différence hautement significative.

$P < 0,001$: il y a une différence très hautement significative.

Résultats et discussions

1. Paramètres biométriques

1.1. Nombre de feuilles

Les valeurs moyennes de nombre de feuilles dans notre étude expérimentale sont présentées dans la figure 18

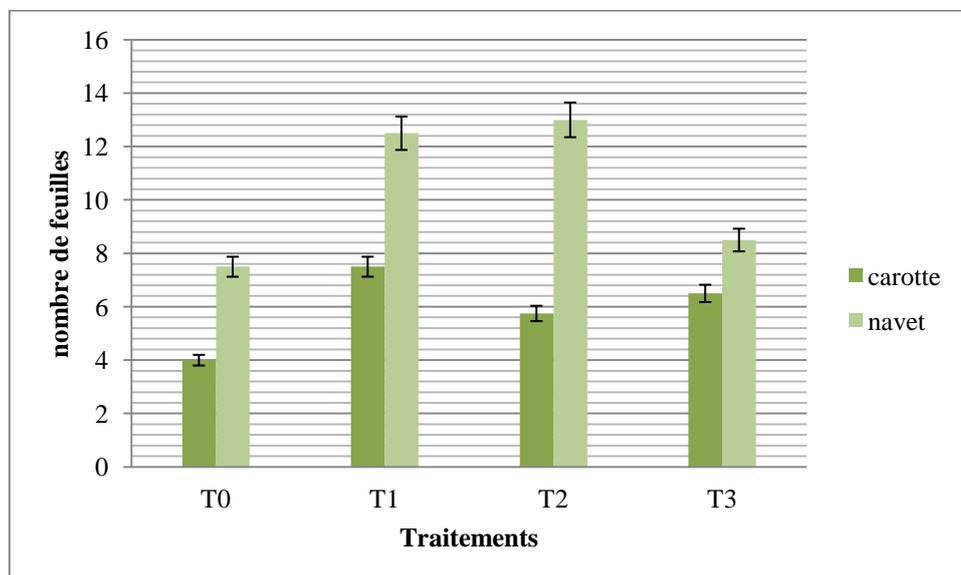


Figure 18 : nombre de feuilles de navets et carottes.

Les résultats obtenus concernant le nombre de feuilles moyens par plant sont mentionnés dans la figure 18 et les tableaux (7) et (12) en annexe.

Les plants *Brassica rapa* L traités par le purin à 15% et 20% semblent avoir les meilleurs résultats dans le nombre de feuille qui varie entre 9 et 12 feuilles par plant.

Cependant le traitement T₀ montre un petit nombre de feuille par rapport aux plants traités, qui ne dépasse pas les 7 feuilles durant tout le cycle de la plante.

L'analyse de variance montre une différence statistiquement non significative où $p=1,27$.

Pour les résultats relatifs au nombre de feuilles chez la carotte *Daucus carota*, ils sont compris entre 4 (T₀) et 8 (T₁) feuilles.

L'analyse de variance montre une différence statistiquement hautement significative avec $p=0,0002$ entre les différentes longueurs de feuilles de *Daucus carota*.

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.

Résultats et discussions

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 feuilles

Les valeurs moyennes concernant le paramètre hauteur finale des feuilles dans notre étude expérimentale est présentée dans la figure (19)

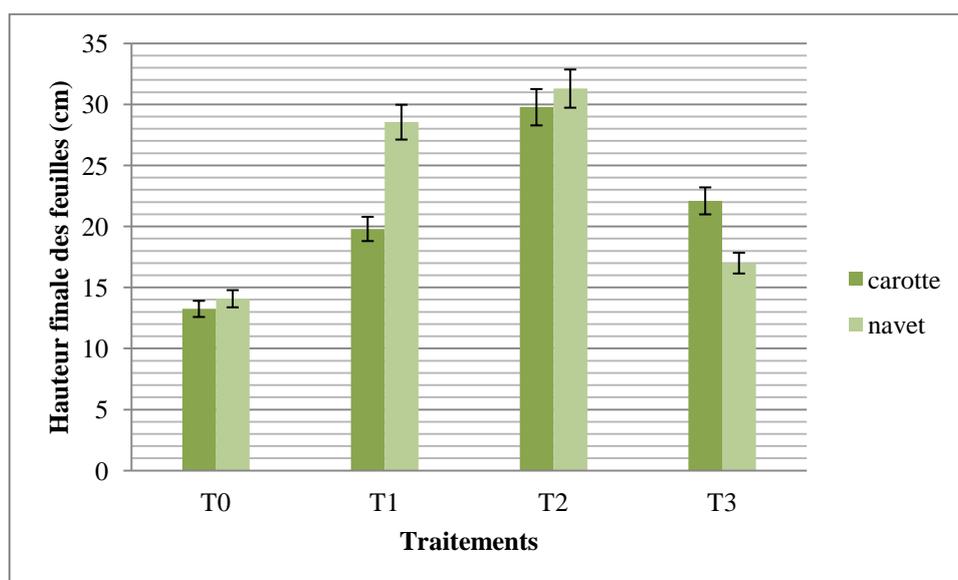


Figure 19 : hauteur finale des feuilles de navets et carottes.

Les résultats obtenus concernant le nombre de feuilles moyens par plant sont mentionnés dans la figure 19 et les tableaux (8) et (13) en annexe.

Les plants traités par le purin à 15% et 20% semblent avoir les meilleurs résultats dans la longueur de feuilles de *Brassica rapa* L. qui varie entre 17cm et 31,3cm.

Quant aux résultats relatifs à la longueur de feuilles de *Daucus carotta*, ces derniers sont compris entre 13cm enregistrés chez les plants témoins (T₀ eau du robinet) et la meilleure valeur d'hauteur est enregistré chez les plants ayant reçu le purin d'ortie de 20% de concentration avec 30,4 cm suivit de plants arrosés au purin d'ortie à 20% ayant l'hauteur de 22,5cm et enfin les plants arrosés au purin d'ortie à 15% atteignant les 20cm.

L'analyse de la variance montre une différence non significative dont $p=2,73$ pour le navet et $p=1,29$ pour la carotte.

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.

Résultats et discussions

1.3. Biomasse fraîche des feuilles

Les valeurs moyennes de biomasse fraîche de feuilles dans notre étude expérimentale est présentée dans la figure (20)

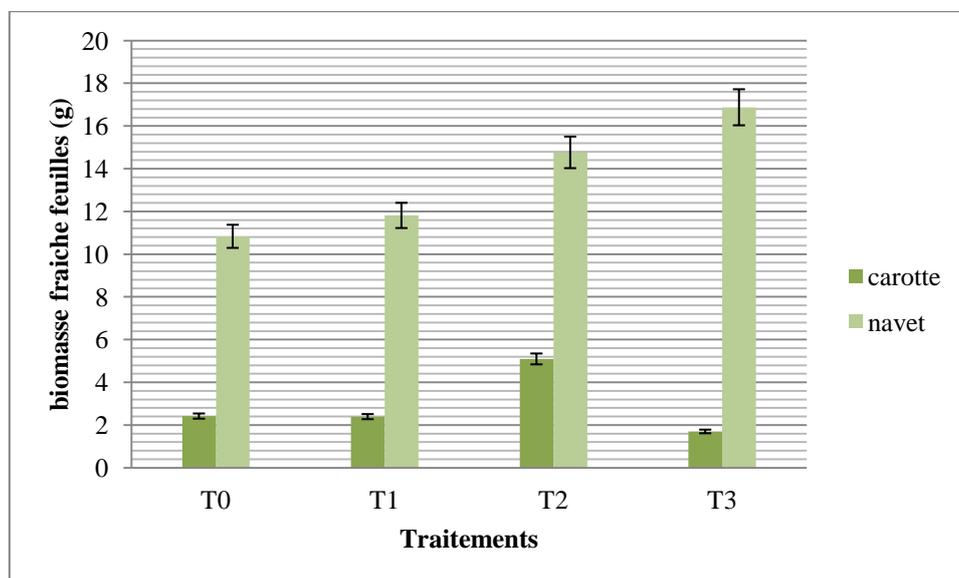


Figure 20 : biomasse fraîche des feuilles de navets et carottes.

Les résultats relatifs à la biomasse fraîche des feuilles de *Brassica rapa* L sont compris entre 10,501g (T₀) et 16,877g (T₃)

Ces résultats de la figure 20 indiquent que les traitements appliqués agissent efficacement sur la biomasse fraîche des feuilles de plantes, avec la concentration de 25% du purin d'ortie.

D'après les résultats de la biomasse fraîche des feuilles de *Daucus carota*, ces derniers sont compris entre 0,175g enregistré aux plants traités par T₀ (eau normale) et 5,09g chez les plants traités de purin d'ortie à 20% de concentration (T₂).

L'analyse de variance montre une différence très hautement significative pour $p= 0,0005$ (annexe).

Les travaux de CROUCH et VAN STADEN (1992) ont 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 de racines

Les valeurs moyennes de biomasse fraîche de racines dans notre étude expérimentale est présentée dans la figure (21)

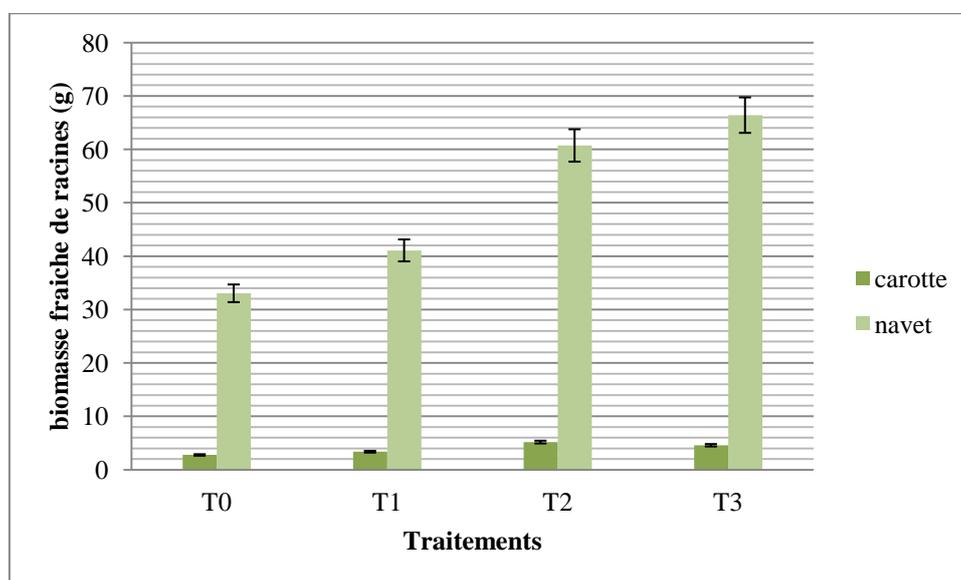


Figure 21 : biomasse fraîche de racines de navets et carottes.

Les résultats relatifs à la biomasse fraîche moyenne des deux espèces sont présentés dans la figure 21 et les tableaux (2) et (16) en annexes.

Les résultats relatifs à la biomasse fraîche des racines de *Brassica rapa* L sont compris entre 32,23g (T₀) et 67,01g (T₃). On remarque aussi que tous les plants traités de purin d'ortie à différentes concentrations 15% et 20% avec des poids frais de 41,58g (T₁) et 61,25g (T₂) présentent des résultats bien élevés par rapport au témoin T₀ (eau normale) avec un poids de 32,23g qui présente la moitié des autres poids.

Quant aux résultats relatifs à biomasse fraîche des racines de *Daucus carota*, ils sont compris entre 2,8g pour les plants témoins (T₀) et 5,54g pour les plants traités avec le purin d'ortie à 20% de concentration (T₂) aussi pour la reste les deux autres concentrations 15% (T₁) avec 4,08g et 25% (T₃) avec un poids de 4,99g.

L'analyse de variance du facteur biomasse fraîche montre une différence statistiquement hautement significative des différentes biomasses fraîches de racines avec $p=0,003$. Ce qui prouve l'efficacité du purin d'ortie sur ce paramètre. Alors que pour le navet, cette différence est non significative avec $p=6,36$.

Résultats et discussions

1.5. Biomasse sèche des feuilles

Les valeurs moyennes de biomasse sèche de feuilles dans notre étude expérimentale est présentée dans la figure (22)

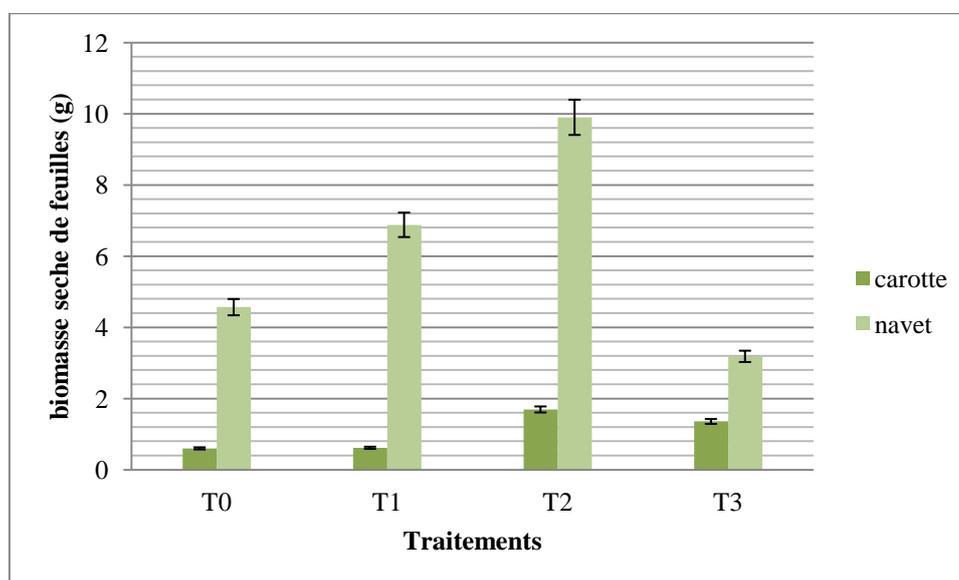


Figure 22 : biomasse sèche de feuilles de navets et carottes.

Les résultats obtenus pour la biomasse sèche des feuilles sont représenté dans la figure 22 et les tableaux (6) et (15) en annexes.

On remarque que le traitement T₃ (purin à 25%) présentait le meilleur résultat dans le paramètre biomasse fraîche de *Brassica rapa* L alors qu'en biomasse sèche, cette dernière présente les plus faibles quantités (3,18g). Cela peut s'expliquer que la biomasse fraîche obtenue des plants traités par le purin à 25% était dû au poids de l'eau contenue dans les feuilles qui est disparu lors du dessèchement. Tandis que les plants traités à une concentration de 20% de purin d'ortie présente les meilleurs poids secs (9,9g) par rapport aux autres plants traités de 15% et 25%.

On ressort qu'au-delà de 20% de concentration de purin d'ortie, ce dernier ne sera plus efficace et aura un effet contraire puisque même les témoins T₀ (plantes traitées à l'eau normale) ont une biomasse meilleure (4,62g) que celles traitées avec du purin à 25% (3,18g).

Cela peut être expliqué par l'immobilité des éléments et rendre leur assimilation impossible par le phénomène d'antagonisme.

Pour les résultats relatifs à la biomasse sèche des feuilles de *Daucus carota*, ces derniers sont présentés dans la même figure, et sont compris entre 0,2g (T₀) enregistrés dans les plants témoins et 1,95g (T₂) dans les plants traités au purin d'ortie à 20% de concentration.

L'analyse de variance montre une différence statistiquement hautement significative entre les différentes biomasses sèches des feuilles de *Daucus carota* avec $p=0,001$.

Résultats et discussions

Quant au navet, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative avec $p=1,46$.

1.6. Biomasse sèche de racines

Les valeurs moyennes de biomasse sèche de racines dans notre étude expérimentale est présentée dans la figure (23)

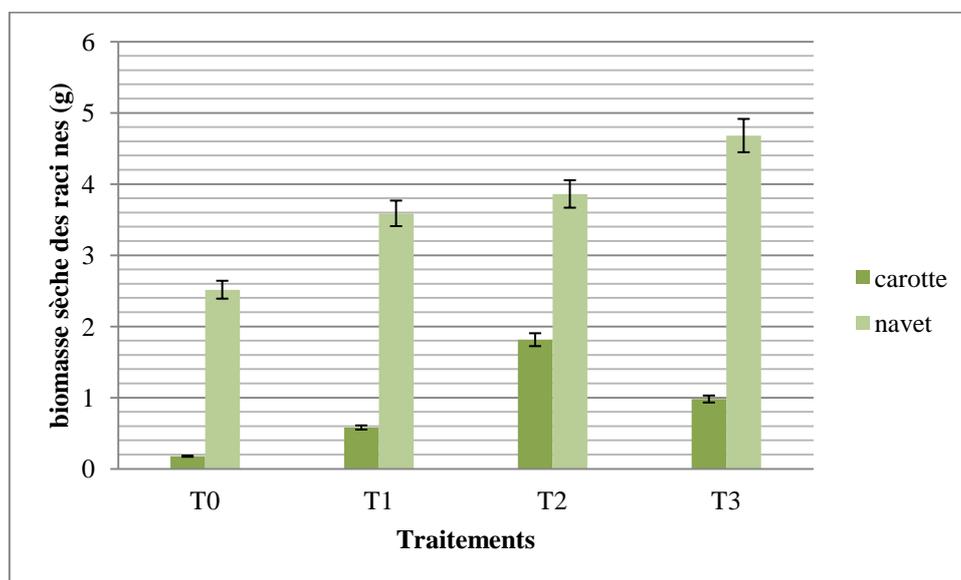


Figure 23 : biomasse sèche des racines de navets et carottes.

Les résultats des biomasses sèches des racines de *Brassica rapa* L. et *Daucus carota* sont présentés dans la figure 23 et les tableaux (3) et (17) dans les annexes.

Les résultats relatifs à la biomasse sèche des racines de *Brassica rapa* L sont compris entre 2,29g (T₀) et 4,76g (T₃). L'analyse de la variance montre une différence non significative dans les différentes biomasses sèches de *Brassica rapa* L. où $p= 4,25$.

L'illustration révèle chez les différents traitements appliqués sur le poids sec de racines de *Daucus carota* que la meilleure biomasse sèche est enregistrée pour le traitement T₂ qui présente la concentration de 20% de purin d'ortie avec 1,93g et le plus faible poids est obtenu avec le traitement T₀ (plants arrosés à l'eau du robinet).

L'analyse de la variance montre une différence non significative dans les différentes biomasses sèches de *Daucus carota* où $p=0,57$.

2. Paramètres de production

2.1. Diamètre de racines de navets

Les valeurs moyennes du diamètre de racines de navet dans notre étude expérimentale est présentée dans la figure 24.

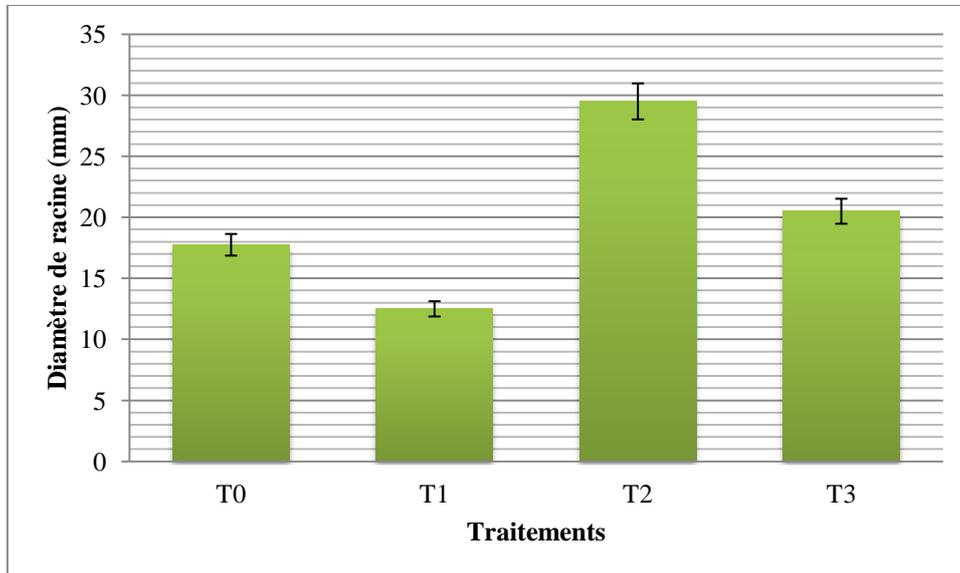


Figure 24 : diamètre de racines de navets.

D'après la figure (), on constate que les diamètres moyens sont compris entre 17 mm (T₀) et 30mm (T₂). On remarque que le plus petit diamètre est enregistré au niveau des plants traités par le purin d'ortie T1 avec une concentration de 15% à partir de la solution mère.

2.2. Longueur de racines

Les valeurs moyennes de longueur de racines dans notre étude expérimentale est présentée dans la figure (25)

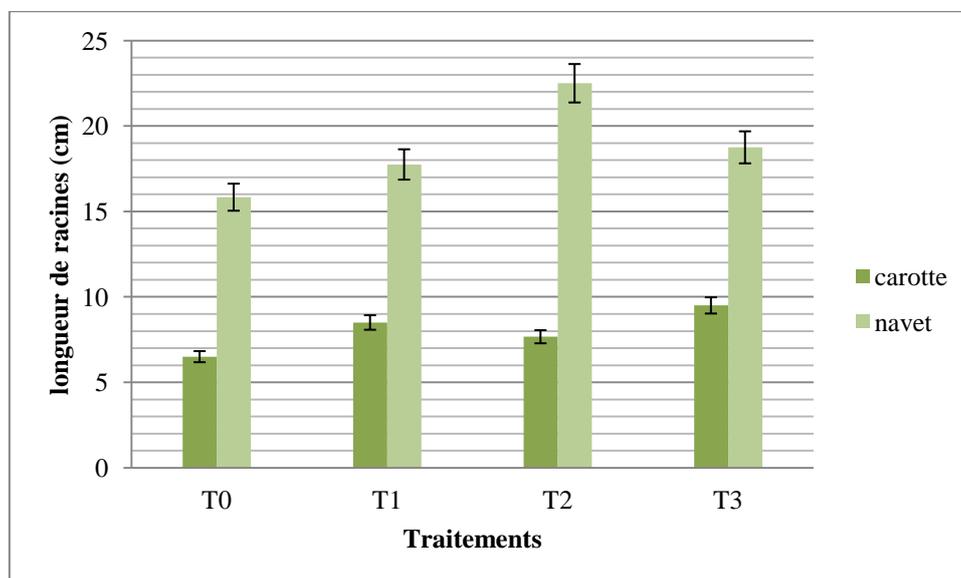


Figure 25 : longueurs de racines de navets et carottes.

Les résultats relatifs à la longueur de racines de *Brassica rapa* L. et *Daucus carota* sont présentés dans la figure 25 et les tableaux (1) et (18) en annexes.

D'après l'histogramme, on constate que les longueurs moyennes de *Brassica rapa* L. sont comprises entre 15cm (T₀) et 22,5cm (T₂).

L'analyse de la variance montre une différence hautement significative entre les différentes longueurs de *Brassica rapa* L. étudiées avec $p=0,0001$ (annexe)

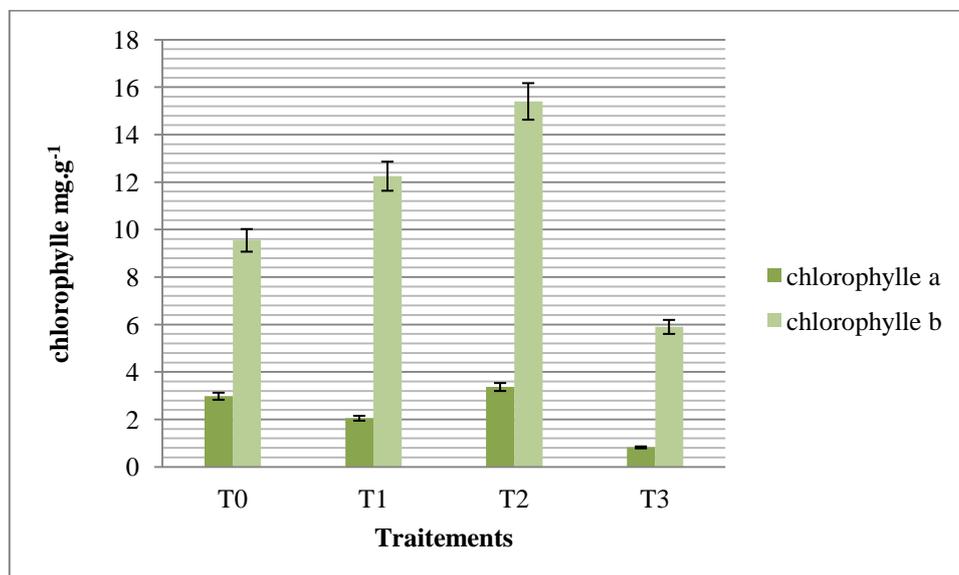
D'après la figure 25, les résultats relatifs à la longueur de racines de *Daucus carota* sont compris entre 6cm (T₀) et 10cm (T₃).

L'analyse de la variance montre une différence hautement significative entre les différentes longueurs de racines de *Daucus carota* étudiées avec $p=0,0006$.

3. Paramètres physiologiques

3.1. Chlorophylle a et b du navet

Les résultats obtenus après dosage du pigment chlorophyllien a et b des feuilles de navet sont présentés dans la figure 26



Figures 26 : taux de pigments chlorophylliens a et b de navets.

Les résultats relatifs au taux de chlorophylle a et b de *Brassica rapa* L. sont présentés dans la figure 26 et les tableaux (9) et (10) en annexes.

L'analyse de variance montre une différence hautement significative avec $p=0,01$ pour le taux de chlorophylle a pour les plants traités avec le purin d'ortie à 20% à $3,619 \text{ mg.g}^{-1}$. Ceci traduit l'impact des traitements par le purin d'ortie sur ce paramètre physiologique.

L'analyse de variance montre une différence très hautement significative avec $p=0,0003$ pour le taux de chlorophylle b des plants traités avec le purin d'ortie à $16,005 \text{ mg.g}^{-1}$. Les meilleures valeurs ont été enregistrées au niveau des plants traités au purin à 20% de concentration.

Ces résultats de taux de chlorophylle a et b 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.

3.2. Chlorophylle a et b carotte

Les résultats obtenus après dosage du pigment chlorophyllien a et b des feuilles de carotte sont présentés dans la figure suivante

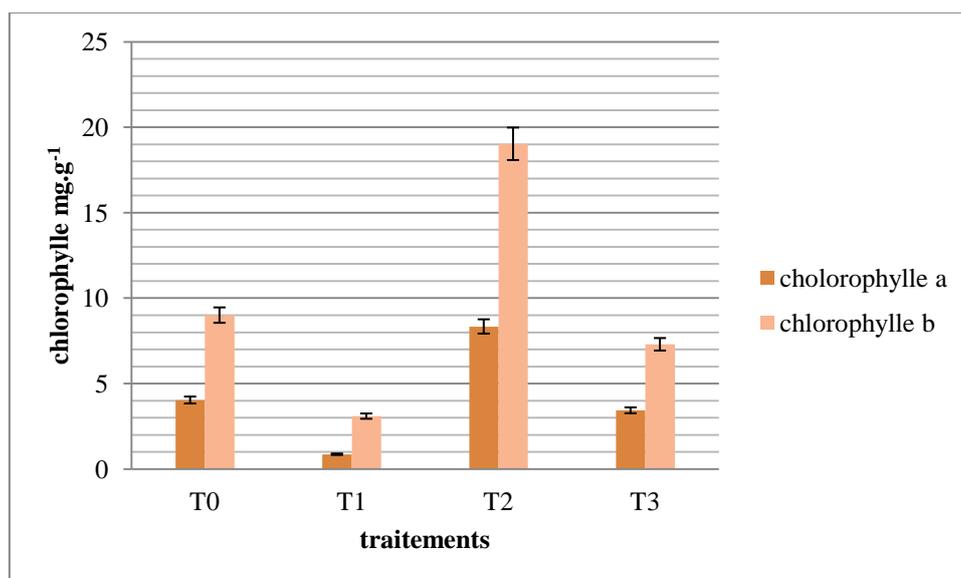


Figure 27 : de pigments chlorophylliens a et b de carottes.

Les résultats relatifs au taux de chlorophylle a et b de *Daucus carota*. sont présentés dans la figure 27 et les tableaux (19) et (20) en annexes.

Les résultats relatifs au taux de pigments chlorophylliens a sont compris entre 0,85711mg.g⁻¹ enregistré chez les plants ayant reçu de purin d'ortie à 15% de concentration tandis que la meilleure valeur est enregistré au niveau des plants traités au purin d'ortie à 20% de concentration avec 8,3360 mg.g⁻¹. Ceci traduit l'impact des traitements par le purin d'ortie sur ce paramètre physiologique.

Pour les résultats relatifs au taux de pigments chlorophylliens b, ils sont compris entre 3,08761mg.g⁻¹ pour les traités au purin d'ortie à une concentration de 15% et la valeur la plus élevée est enregistrée dans les plants traités au purin d'ortie à une concentration de 20% avec 19,0226 mg.g⁻¹.

On remarque aussi que le traitement de purin d'ortie à 15% de concentration (T₁) n'a aucun effet sur le taux des pigments chlorophylliens puisque, dans les deux cas on a enregistré les plus faibles valeurs correspondent à ce traitement.

L'analyse de la variance ne montre aucune différence significative pour l'ensemble des pigments chlorophylliens des feuilles de *Daucus carota*.

Résultats et discussions

3.3. Sucres solubles

Les résultats obtenus après dosage des sucres solubles à partir des feuilles de carotte sont présentés dans la figure suivante

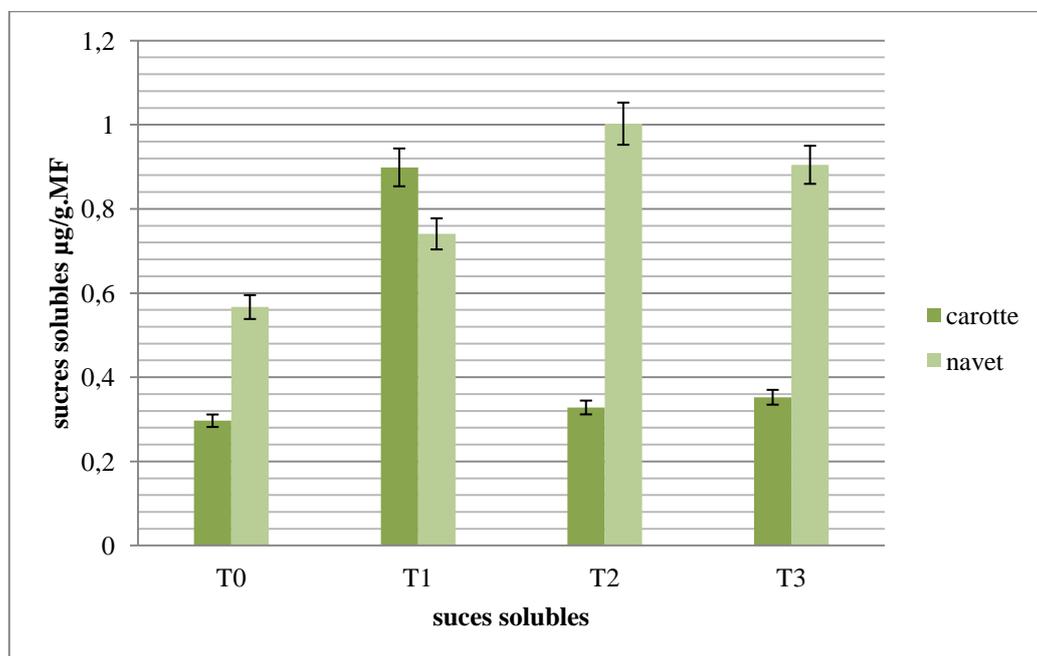


Figure 28 : taux de sucres solubles pour les navets et carottes.

Les résultats des sucres solubles pour le navet *Brassica rapa* L. et *Daucus carota* sont présentés dans la figure 28 et les tableaux (11) et (21) en annexes.

L'analyse de la variance montre une différence significative entre les différentes teneurs en sucres solubles accumulées dans les feuilles de *Brassica rapa* L. avec $p=0,03$.

L'accumulation des sucres solubles dans les feuilles de *Brassica rapa* L. augmente progressivement en fonction des périodes d'arrosage appliqué (figure). L'accumulation des sucres solubles avoisine les $1,1068\mu\text{g/g.MF}$ chez les plantes traitées par le purin à 20% (T_2) de concentration, elle est plus élevée comparée à l'accumulation au niveau des plantes témoins avec $0,5202\mu\text{g/g.MF}$.

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

Quant à l'accumulation des sucres solubles dans les feuilles de *Daucus carota* se concentre surtout chez les plants traités au purin d'ortie à 15% de concentration. L'accumulation des sucres solubles avoisine les $0,89864\mu\text{g/g.MF}$ chez les plantes traitées par le purin à 15% de concentration, elle est plus élevée comparée à l'accumulation au niveau des plantes témoins avec $0,5202\mu\text{g/g.MF}$.

Résultats et discussions

On remarque que même l'augmentation de la dose du purin au-delà de 15%, les taux en sucres regagnent les 0,32808 $\mu\text{g/g.MF}$ (purin d'ortie à 20% de concentration) et 0,35238 $\mu\text{g/g.MF}$ (purin d'ortie à 25% de concentration) qui sont des taux bien proches à ceux de témoins avec 0,19552 $\mu\text{g/g.MF}$ (T_0) ayant reçu aucune fertilisation.

L'analyse de variance de montre aucune différence significative pour ce paramètre physiologique pour la carotte *Daucus carota* L.

Conclusion

Conclusion

Les résultats de des différentes analyses témoignent des effet bénéfiques des traitements de bio-fertilisant liquide d'origine végétale sur les paramètres de croissance et ceux de qualité des fruits des deux espèces carotte *Daucus carota* et de navet *Brassica rapa* testées.

Il ressort de cette étude que les applications racinaires (T₂ et T₃) aux doses de 20% et 25% de solution mère du purin d'ortie sont les plus satisfaisantes.

Les faits sont dus à la richesse incontestée de purin d'ortie en éléments nutritifs et donc, à leur vertu d'améliorer les fruits de carotte et du navet.

L'étude de l'effet du purin d'ortie dilué à plusieurs concentrations à savoir 15% 20% et 25% sur les paramètres de croissance et de qualité testés sur deux différentes espèces carottes et navet en comparaison avec un témoin étant de l'eau normale révèle que les trois (3) traitements sur les deux espèces sont différents.

Le traitement T₁ étant 15% de concentration de purin d'ortie a montré un meilleur effet sur le nombre de feuilles de la carotte avec 8 feuilles et sur les sucres solubles accumulés au niveau des feuilles de cette dernière avec 0,89864µg/g.MF.

Alors que T₃ étant 25% de concentration de purin d'ortie révèle de meilleurs résultats dans le poids frais des feuilles (16,87g) et de racines (67,01g) de *Brassica rapa* ainsi le poids sec de ses racines (4,76g). Et la longueur de racines de *Daucus carota* avec 6cm.

Cependant, les meilleurs résultats sont obtenus avec le traitement T₂ (20%) sur la majorité des paramètres biométriques, de production et physiologiques

Pour le navet les longueurs de racines enregistrés sont de l'ordre de 22,5cm ainsi des taux de pigments chlorophylliens bien élevés par rapport aux plants non traités de purin à savoir 3,619 mg.g⁻¹ pour la chlorophylle a et 16,005 mg.g⁻¹ pour la chlorophylle b et un taux de sucres solubles de l'ordre de 1,1068 µg/g.MF.

Par ailleurs, pour la carotte les longueurs de feuilles atteignent 30,4cm et des pigments chlorophylliens ayant des taux élevés à savoir 3,336 mg.g⁻¹ pour la chlorophylle a et 19,0026 mg.g⁻¹ pour la chlorophylle b.

La comparaison de ces résultats avec ceux obtenus avec irrigation à l'eau du robinet qui n'a pas donné de d'effets satisfaisants pour l'ensemble des paramètres étudiés. Cela s'explique par l'absence d'éléments minéraux dans l'eau.

Il ressort de ces résultats que le traitement T₂ (purin d'ortie à 20% de concentration) peut assurer les besoins en éléments nutritifs nécessaires au développement de la plante durant le cycle végétatif et améliorer la production de ces deux espèces d'une manière remarquable.

Perspectives :

- Pour mieux approfondir cette étude, il serait souhaitable de tester le purin d'ortie sur d'autres cultures maraichères et même sur les céréales ou arbres fruitiers.
- Envisager l'utilisation d'autres concentrations pour confirmer son effet bio-fertilisant.
- Faire une analyse chimique de la composition du purin d'ortie pour savoir l'effet des composants de ce dernier sur chaque stade de développement de plantes.

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

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. BERTRAB, B., 2002- les secrets de l'ortie. Ed. Terram, Paris 127-128p
2. BERTRAB, B., 2008- les secrets de l'ortie. Ed. Terram, Paris, 150p.
3. Christian D.C., (2011). Agriculture biologique une approche scientifique. Ed., France Agricole. Lassay-de-châteaux, 172-179p.
4. Capalet j., (2012). Agriculture biologique pour nourrir l'humanité : démonstration, Ed. act sud nature, 81- 91p.
5. COUPLANT, F., 2013. Remède et recettes à l'ortie. Rustica Edition. Paris.
6. CROUCH I.J. and VAN STADEN J., "effect of seaweed concentrate on the establishment and yield of greenhouse tomato plants" Journal of Applied Phycology, Vol 4, n^o4 (December, 1992)
7. DELVAILLE, A., 2013. Toutes les vertus d'un produit miracle : l'ortie. Artenis. Losagne.
8. DELVAUX, C., et MILOUANE, P., (2010)- LE TRUFFAUT DU POTAGER., Edition LAROUSSE. 24-29p. 130-131p.
9. DRAGHI, F., 2005- l'ortie dioïque (*Urtica dioica* L). Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Nancy. 55-57p.
10. GOULFIER, G., 2010. L'ortie : culture et usages. Rustica. La vie event. France : Fleuruseedition.
11. HUGH, M.,(2010). Ministère de l'Agriculture de l'alimentation et des affaires rurales. Canada.
12. MORO BURONZO, A., 2001. Les incroyables vertus de l'ortie. Jouvence. Alimentation santé. France.
13. OLOMBA, E., (2012) utilisation des bio-pesticides. Gabon.
14. MOUSTIE. 2002. L'ortie, une amie qui vous veut du bien. ULTOVIA edition.
15. STEPHENSON, W.A., (1974). « seaweeds in agriculture and horticulture, Rateaver Peruma Valley 3rd edition, California, 241p.
16. SINASANGRI Ramaya, S., NAGARA,J., and VIJAYANAD, N., (2010) : Biofertilizing efficacy of brown and green algae on growth biochemical and yield parameters. Recent Research in Science and technology. Vol 2. N^o 5, 45-52p.
17. THIRUMARUN, G., ARUMUGAN, N., ARIMUGAN, R., and ANATHARAM, p., (2009)- Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Cyamopsis tetragonoloba* L., American-Eurasian Journal of agronomy, Vol 2, n^o2, 50-56p.
18. VILLENELIVE, j., LETEINTUERIER, P., (1992) GUIDE DE LA CAROTTE, Edition Citfl. 115p 120p 154-156p.
19. DUBOIS M., Gillet K.A. (1965): Dosage des sucres totaux à l'ortho-toluidine, J. Agr.Food Chem. 13 : 137

Annexes

Annexes

Navet

Annexe 1 : Longueur de racines

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	63,375	21,125	0,765625
T1	3	53,25	17,75	0,5625
T2	3	67,5	22,5	0,25
T3	3	56,25	18,75	0,5625

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	42,41015625	3	14,13671875	26,4160584	0,000167447	4,066180557
A l'intérieur des groupes	4,28125	8	0,53515625			
Total	46,69140625	11				

Annexe 2 : Biomasse fraîche de racines

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	99,122	33,04066667	0,65610133
T1	3	123,2276	41,07586667	0,25502725
T2	3	182,19	60,73	0,2704
T3	3	199,233	66,411	0,358801

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	2253,952849	3	751,3176163	1951,05677	8,5366E-12	4,066180557
A l'intérieur des groupes	3,080659173	8	0,385082397			
Total	2257,033508	11				

Annexes

Annexe 3 : Biomasse sèche de racines

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	7,545	2,515	0,050625
T1	3	10,762	3,58733333	0,01755633
T2	3	14,04	4,68	0,0064
T3	3	11,58	3,86	0,0004

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	7,19011225	3	2,396704083	127,85604	4,2526E-07	4,066180557
A l'intérieur des groupes	0,149962667	8	0,018745333			
Total	7,340074917	11				

Annexe 4 : Diamètre de la racine

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	53,25	17,75	0,5625
T1	3	37,5	12,5	0,25
T2	3	88,5	29,5	0,25
T3	3	61,5	20,5	0,25

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	455,390625	3	151,796875	462,619048	2,6491E-09	4,066180557
A l'intérieur des groupes	2,625	8	0,328125			
Total	458,015625	11				

Annexes

Annexe 5 : Biomasse fraîche de feuilles

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	49,503	16,501	0,137641
T1	3	48,438	16,146	0,000961
T2	3	44,295	14,765	0,009025
T3	3	50,632	16,8773333	0,01265633

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	7,638982	3	2,546327333	63,5456546	6,3695E-06	4,066180557
A l'intérieur des groupes	0,320566667	8	0,040070833			
Total	7,959548667	11				

Annexe 6 : Biomasse sèche des feuilles

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	13,702	4,56733333	0,00275633
T1	3	20,64	6,88	0,0064
T2	3	29,7	9,9	0,0016
T3	3	9,555	3,185	2,5E-05

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	77,67094225	3	25,89031408	9605,6075	1,46E-14	4,066180557
A l'intérieur des groupes	0,021562667	8	0,002695333			
Total	77,69250492	11				

Annexes

Annexe 7 : Nombre de feuilles

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	37,5	12,5	0,25
T1	3	22,5	7,5	0,25
T2	3	39	13	1
T3	3	25,5	8,5	0,25

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	69,5625	3	23,1875	53	1,2709E-05	4,066180557
A l'intérieur des groupes	3,5	8	0,4375			
Total	73,0625	11				

Annexe 8 : Longueur des feuilles

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	85,35	28,45	0,1225
T1	3	85,65	28,55	0,3025
T2	3	93,9	31,3	0,09
T3	3	53,25	17,75	0,4225

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	322,820625	3	107,606875	459,122667	2,7302E-09	4,066180557
A l'intérieur des groupes	1,875	8	0,234375			
Total	324,695625	11				

Annexes

Annexe 9 : Chlorophylle a

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	2	5,62843	2,814215	0,22695875
T1	2	4,578375	2,2891875	0,05207894
T2	2	6,737867	3,3689335	0,12518157
T3	2	2,205585	1,1027925	0,15175918

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	5,610556508	3	1,870185503	13,4550938	0,01477564	6,591382117
A l'intérieur des groupes	0,555978435	4	0,138994609			
Total	6,166534943	7				

Annexe 10 : Chlorophylle b

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	2	18,395185	9,1975925	0,04169608
T1	2	24,96468	12,48234	0,01277122
T2	2	30,80516	15,40258	0,72814692
T3	2	12,76488	6,38244	0,45708273

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	92,15801345	3	30,71933782	99,1188633	0,00032887	6,591382117
A l'intérieur des groupes	1,239696938	4	0,309924234			
Total	93,39771039	7				

Annexes

Annexe 11 : Sucres solubles

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	2	1,133388	0,566694	0,00430518
T1	2	1,449875	0,7249375	0,00049559
T2	2	2,00497	1,002485	0,02179496
T3	2	1,826014	0,913007	0,00751759

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	0,22764828	3	0,07588276	8,89772895	0,03042566	6,591382117
A l'intérieur des groupes	0,034113316	4	0,008528329			
Total	0,261761596	7				

Annexes

Carotte

Annexe 12 : Nombre de feuilles

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	12	4	0
T1	3	22,5	7,5	0,25
T2	3	17,25	5,75	0,5625
T3	3	19,5	6,5	0,25

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	19,640625	3	6,546875	24,6470588	0,00021467	4,066180557
A l'intérieur des groupes	2,125	8	0,265625			
Total	21,765625	11				

Annexe 13 : Longueur des feuilles

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	39,75	13,25	0,0625
T1	3	59,4	19,8	0,04
T2	3	89,325	29,775	0,390625
T3	3	71,3	23,7666667	10,4633333

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	433,4351563	3	144,4783854	52,7463825	1,2942E-05	4,066180557
A l'intérieur des groupes	21,91291667	8	2,739114583			
Total	455,3480729	11				

Annexes

Annexe 14 : Biomasse fraîche des feuilles

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	7,26	2,42	0,3387
T1	3	7,18	2,39333333	0,20303333
T2	3	15,285	5,095	0,585225
T3	3	5,1	1,7	0,2916

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	20,23535625	3	6,74511875	19,0196444	0,00053422	4,066180557
A l'intérieur des groupes	2,837116667	8	0,354639583			
Total	23,07247292	11				

Annexe 15 : Biomasse sèche des feuilles

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	1,8	0,6	0,1209
T1	3	1,85	0,61666667	0,02143333
T2	3	4,07	1,35666667	0,05223333
T3	3	5,08	1,69333333	0,05063333

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	2,691266667	3	0,897088889	14,6344028	0,00130036	4,066180557
A l'intérieur des groupes	0,4904	8	0,0613			
Total	3,181666667	11				

Annexes

Annexe 16 : Biomasse fraîche des racines

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	11,325	3,775	0,000625
T1	3	10,14	3,38	0,4699
T2	3	15,55	5,18333333	0,12603333
T3	3	13,76	4,58666667	0,12263333

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	5,896722917	3	1,965574306	10,9321306	0,00334074	4,066180557
A l'intérieur des groupes	1,438383333	8	0,179797917			
Total	7,33510625	11				

Annexe 17 : Biomasse sèche des racines

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	2,29	0,763333333	0,25863333
T1	3	2,24	0,746666667	0,06493333
T2	3	3,44	1,146666667	0,25143333
T3	3	2,94	0,98	0,0499

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	0,327291667	3	0,109097222	0,69833396	0,57883201	4,066180557
A l'intérieur des groupes	1,2498	8	0,156225			
Total	1,577091667	11				

Annexes

Annexe 18 : Longueur de racines

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	3	19,5	6,5	0,25
T1	3	25,5	8,5	0,25
T2	3	23	7,666666667	0,333333333
T3	3	28,5	9,5	0,25

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	14,5625	3	4,854166667	17,9230769	0,00065553	4,066180557
A l'intérieur des groupes	2,166666667	8	0,270833333			
Total	16,72916667	11				

Annexe 19 : Chlorophylle a

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	2	7,865735	3,9328675	0,01713378
T1	2	1,6875	0,84375	0,0843701
T2	2	16,70601	8,353005	0,25014372
T3	2	6,89724	3,44862	0,00024864

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	58,27100434	3	19,42366811	220,788578	6,7426E-05	6,591382117
A l'intérieur des groupes	0,351896249	4	0,087974062			
Total	58,62290059	7				

Annexes

Annexe 20 : Chlorophylle b

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	2	17,669	8,8345	0,04824239
T1	2	6,12036	3,06018	0,09342435
T2	2	38,08335	19,041675	1,01450041
T3	2	14,67216	7,33608	0,00312999

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	275,2434565	3	91,74781883	316,563598	3,2938E-05	6,591382117
A l'intérieur des groupes	1,159297146	4	0,289824286			
Total	276,4027536	7				

Annexe 21 : Sucres solubles

Rapport détaillé

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
T0	2	0,565037	0,2825185	0,01513539
T1	2	2,38608	1,19304	1,43951082
T2	2	0,659486	0,329743	8,7861E-05
T3	2	0,709196	0,354598	0,00107629

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	1,142679739	3	0,380893246	1,04654632	0,46332376	6,591382117
A l'intérieur des groupes	1,455810368	4	0,363952592			
Total	2,598490107	7				