

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

Université de Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Biotechnologies

**Laboratoire de Biotechnologie des
productions végétales**



**Laboratoire de Biotechnologie des
Productions Végétales**

Mémoire de fin d'études

**En vue de l'obtention du diplôme de Master II
En Science de la Nature et de la Vie**

Option : Phytopharmacie et protection des végétaux

**La capacité du vermicompost et des extraits végétaux dans
l'entretien nutritionnel du fraisier et de la laitue. Évaluation
des paramètres de croissance, de production et de l'état
phytosanitaire**

Présenté par:

BENNAIDJA Khouloud

BOUCHOUK Ahlem

Soutenu devant le jury :

- | | | | |
|------------------|------------|------------|--------------|
| • REMINI L. | M.C.B. | U. Blida 1 | Présidente |
| • CHAICHI W. | M.C.A. | U. Blida 1 | Examinatrice |
| • DJAZOULI. Z.E. | Pr. | U. Blida 1 | Promoteur |
| • CHOUIH. S | Doctorant. | U. Blida 1 | Co-promoteur |

2018/2019

Remerciements

On dit souvent que « le trajet est aussi important que la destination » ; Les cinq années de maîtrise nous ont permis de bien comprendre la signification de cette phrase toute simple... Ce parcours, en effet, ne s'est pas réalisé sans défis ni sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.

Avant de présenter ce mémoire, nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la foi et de nous avoir permis d'en arriver là.

Nous tenons à adresser notre vive reconnaissance et nos sincères remerciements au Pr DJAZOULI Z.E, Professeur à l'université de Blida 1, pour son encadrement, son aide et sa disponibilité ; il nous a servi de modèle et il a toujours honoré ses engagements, par son savoir et son sérieux.

Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude à notre Co- promoteur

Mr CHOUIH.S qui nous a accompagné, orienté, éclairé et bien guidé avec beaucoup de patience et de gentillesse tout au long de notre pratique expérimentale, nous avons grandement apprécié son aide et tout le temps qu'il nous a consacré.

Nous voulons également remercier très chaleureusement les membres de jury :

Mme REMINI , présidente des jury, enseignante à l'université BLIDA 1, d'avoir accepter de jugé et d'évaluer ce travail de thèse.

Mme CHAICHI , enseignante à l'université BLIDA 1 d'avoir accepter d'examiner ce travail.

Notre gratitude ira également aux membres du laboratoire de recherche pour leur disponibilité, en particulier Mlle MOUHAMDIA A.

Nos remerciements les plus sincère vont à tous nos camarades ayant participés de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Ahlem & Khouloud.

Dédicaces

A cœur veillant, rien d'impossible.
A conscience tranquille, tout est accessible.
Quand il y a la soif d'apprendre.
Tout vient à point à qui sait attendre.
Les études sont avant tout notre unique et seul atout.
Souhaitant que le fruit de nos efforts fournis jour et nuit
Nous mènera vers le bonheur fleuri.

Je dédie ce travail à mes parents sans eux je ne serai jamais arrivée là où j'en suis.

À ma mère S.Karima

Tu es ce que j'ai de plus chère, je te pour ton aide, ton affection, et tes sacrifices ,j'aimerai toujours te remercier pour tous ce que tu as fais jusqu'à notre jours là pour assurer l'éducation et la formation de ta fille .Je me rappel vraiment de tous tes efforts avec moi dès mon jeune âge, chère mère j'avoue vraiment que tu été pour moi la lumière qui me guide mes routes et qui m'emmène aux chemins de la réussite, c'est grâce à toi que je doit toute ma réussite.

J'espère que mon travail sera le témoignage de ma gratitude et mon respect le plus profond.

Que Dieu te garde.

À mon père, Bouchouk Abd -elkrim

Tu as toujours été un modèle pour moi, pour ta confiance et ton soutien,

Je te dédie ce travail en témoignage de mon amour.

Cher père j'avoue que si je suis devenue quelque chose actuellement c'est grâce à tes efforts à tes conseilles et à ta surveillance. Merci et j'espère que vous trouvez dans ce travail l'expression de ma gratitude et mon respect.

Ma réussite est la tienne ! Qu'Allah t'accorde longue vie dans la santé.

À mon cher frère Aymen que le bon dieu le garde

Ta présence à mes cotés m'a toujours donné l'impression d'être proche de toute la famille. Sans toi ma vie ne serait que simple. Je voudrais t'exprimer à travers ces quelques lignes tout l'amour et toute l'affection que j'ai pour toi. Je t'aime petit frère .

À tout la grande famille « Bouchouk »

À mon cher Fiancé R.Hamza

Je te remercie pour ton soutien, ta patience et ta confiance en moi. Aucun mot ne saurait t'exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour l'amour, la tendresse et la gentillesse dont tu m'as toujours entouré. Cher mari j'aimerai bien que tu trouve dans ce travail l'expression de mes sentiments de reconnaissance les plus

sincères car grâce à ton aide et à ta patience avec moi que ce travail a pu voir le jour... Que dieu le tout puissant nous accorde un avenir meilleur.

À ma plus chère et mon bras droit Khouloud .Bennaidja

Une sœur qui occupe une place tout spéciale dans ma vie merci pour votre soutien ma meilleure Conserve-moi ta profonde amitié et ton immense. Je sais que tu es là, jamais je ne t'oublierai puisque je te dois beaucoup d'affection et amour

À mes beaux-parents. Et mes belle-sœur Oumaima et Abla .

Je vous dédie ce travail, toute mon affection et tendresse.

À mes tantes et oncles Maternelle en particulier tonton Azzouz et sa femme.

À mes copines Imene, Fattoma , bahia ,zahia et mes collègues Hamza et Walid et toute la promo de phytopharmacie 2019 et tout les gens qui m'aime

Merci d'être toujours là pour moi.

Merci à mon dieu qui m'a donné la santé et la volonté de terminer ce travail inchallah avec succès.

Ahlem....

Dédicace

À cœur vaillant rien d'impossible, à conscience tranquille tout est accessible. Quand il y a la soif d'apprendre, tout vient au point à qui sait attendre. Quand il y a le souci de réaliser un dessein, tout devient facile pour arriver à nos fins. Malgré les obstacles qui s'opposent, en dépit des difficultés qui s'interposent. Les études sont avant tout, notre unique et seul à tout.

Souhaitant que le fruit de nos efforts fournis, jour et nuit nous mènera vers le bonheur fleuri.

Aujourd'hui, ici rassemblés auprès des jurys, nous prions Dieu que cette soutenance fera signe de persévérance et que nous serions enchantés par notre travail honoré.

Je dédie cette thèse à :

Ma très chère mère Kh. Fatiha, tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder la santé, longue vie et bonheur.

Mon très cher père B. Kouider, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

Mes chers frères Hamza et Tarek et mes adorables sœurs et ses maris, Aicha, Habiba, Chourouk et Rachida, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous, mes fidèles compagnant dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse, je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite. Et bien sur, sans oublier ma petite ange nièce Nouha que le bon Dieu la protège et la garde à nous ainsi que ses parents.

À mes tantes et oncles en particulier ma chère tante wassila, qui était à mes coté

À ma grand-mère maternelle, la grande dame qui a tant sacrifié pour nous.

À tous les membres de ma famille BENNAIDJA et KHETTAR petits et grands.

À BOUCHOUK Ahlem, ma chère sœur, vous avez toujours été présents pour les bons conseils, votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours au long de notre parcours. Veuillez trouver dans ce modeste travail mes vœux de bonheur, de santé et de réussite mon bras droit.

À mon cher Tarek, je te remercie énormément pour ton aide, ton soutien moral et ta confiance. Je te dédie ce modeste travail avec tout le respect que je te porte.

À mes copines : Fettouma, Imane, Chahinez, Hanane, Rihab, Kheira, Amel, Fouzia, Wiam, Nihed, Aida et Meriem et à mes collègues Hamza et Walid et tout la promotion de phytopharmacie 2019 et toutes mes amis(es) de près et de loin.

Merci à mon dieu qui m'a donné la santé et la volonté de terminer ce travail inchallah avec succès.

Khouloud...

Liste des abréviations

- **APFFQ** Association des Producteurs de Fraises et Framboises du Québec.
- **C.V** Coefficient de Variance.
- **Ca** Calcium.
- **DSA** Directions des Services Agricoles.
- **EC** Conductivité électrique.
- **FAO** Food and Agriculture Organization.
- **g** Gramme.
- **Ha** Hectare.
- **ITCMI** Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles.
- **K** Potassium.
- **Mg** Magnésium.
- **NFT** Nutrient Film Technique.
- **NO₃** Nitrate.
- **NPK** Azote, Phosphore, Potasse.
- **P** Probabilité.
- **pH** Potentiel d'Hydrogène.
- **PO₄** Polonium.
- **PVC** Polychlorure de Vinyle.
- **Qx** Quintaux.
- **S** Souffre.
- **T** Tonne.
- **T** Traitement.

Résumé

Capacité du vermicompost et des extraits végétaux dans l'entretien nutritionnel de fraisier et de la laitue .Evaluation des paramètres de croissance , de production et de l'état phytosanitaire.

L'importance de fraisier et de la laitue sur le plan agricole et économique nous a dirigé à mener ce travail dont l'objectif principale est d'accroître la croissance, la productivité et d'améliorer la qualité de laitue et des fruits des fraisiers cultivés hors-sol en optimisant la fertilisation

pour cela nous avons testé l'efficacité de différents types des biofertilisants en comparaison avec des fertilisants chimiques à base végétale et de vermicompost sur le paramètre de croissance, de production ainsi que sur l'état phytosanitaire de ces deux cultures.

Les résultats montrent que les biofertilisants ont un effet efficace sur l'expression végétative et les paramètres de production qui étaient capables de présenter une performance assez remarquable et très proche de celle des fertilisants chimiques et cela pour la quasi-totalité des paramètres évoqué lors de notre expérimentation. Par ailleurs, les résultats de l'état phytosanitaire montrent que le vermicompost éloigne les pucerons alors qu'au contraire l'extrait aqueux les attire.

Mot clés : Fraisier, laitue, hydroponie, biofertilisation, vermicompost.

Abstract

Capacity of Vermicompost and plant extracts in the nutritional maintenance of strawberry and lettuce. Evaluation of growth parameters, production and phytosanitary status.

The importance of strawberry and lettuce at the agricultural and economic level led us to carry out this work whose main objective is to increase growth, productivity and improve the quality of lettuce and strawberry fruits grown above ground by optimizing the fertilization for this we tested the effectiveness of different types of biofertilizers in comparison with plant-based chemical fertilizers and vermicompost on the growth parameter, production and the phytosanitary status of these two cultures.

The results show that the biofertilizers have an effective effect on the vegetative expression and the production parameters which were able to present a rather remarkable performance and very close to that of the chemical fertilizers and that for the quasi-totality of the parameters evoked during our experimentation. Moreover, the results of the phytosanitary state show that vermicompost keeps aphids away, whereas on the contrary the aqueous extract attracts them.

Key words: Strawberry, lettuce, hydroponics, biofertilization, vermicompost.

ملخص

الفيرميكومبوست والمستخلصات النباتية في الصيانة الغذائية للفاولة والخس. تقييم معاملات النمو والإنتاج وحالة قدرة الصحة النباتية.

دفعنا أهمية الفاولة والخس على المستوى الزراعي والاقتصادي إلى تنفيذ هذا العمل الذي يتمثل هدفه الرئيسي في زيادة النمو والإنتاجية وتحسين جودة الخس و الفاولة. فوق الأرض عن طريق تحسين الإخصاب لهذا قمنا باختبار فعالية أنواع مختلفة من الأسمدة الحيوية بالمقارنة مع الأسمدة الكيماوية المستندة إلى النباتات.

أظهرت النتائج أن المخصبات الحيوية لها تأثير فعال على الإنتاج التي كانت قادرة على تقديم أداء رائع إلى حد ما وقريبة جدًا من أداء الأسمدة الكيماوية وذلك بالنسبة إلى النتائج المستخلصة خلال التجريب علاوة على ذلك ، تظهر نتائج حالة الصحة النباتية أن الفيروميكوبوست يحافظ على المنسوب، بينما على العكس من ذلك فإن المستخلص المائي يجذبهم.

الكلمات المفتاحية: الفاولة ، الخس ، الزراعة المائية ، التسميد الحيوي ، الفيروميكوبوست.

Table de matières

Remerciements

Table de matière

Liste de figures et tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

الملخص

Introduction

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Partie I

1. Fraisier.....	1
1.1. Définition.....	1
1.2. Classification.....	2
1.3. Description botanique du fraisier.....	2
1.3.1. Sol et exposition idéals pour la culture des fraisiers.....	2
1.3.2. Date des semis, repiquage et multiplication des fraisiers.....	2
1.3.3. Récolte, conservation et utilisation des fraises.....	2
1.3.4. Maladies, nuisibles et parasites du fraisier.....	2
1.3.5. La croissance végétative.....	3
a. Stades phénologiques du fraisier.....	3
b. Période de production.....	4
2.4. Répartition géographique.....	4
2.4.1. En l'Algérie.....	4
2.4.2. Dans le monde.....	5
2.5. Valeur nutritive.....	6
2. La laitue	7
2.1. Origine et Histoire de la laitue.....	7
2.2. Taxonomie.....	7
2.3. Caractéristique de laitue	8
2.4. La semence.....	8
2.5. Stades phénologiques.....	8
2.6. Les variétés les plus cultivées en Algérie	9
2.7. Exigences écologiques de la plante	9
2.7.1 Exigences climatique.....	9
A Température	10

B. L'éclairage.....	10
C L'humidité	10
2.7.2 Exigence édaphique	11
Partie II : L'hydroponie	
1. Culture hors sol	11
2. L'hydroponie ou la culture hydroponique.....	11
3. Intérêts et utilisations des cultures hors sol.....	12
4. Présentation générale du système Nutrient Film Technique (N.F.T).....	13
Partie III: La fertilisation	
1. Histoire des pratiques de fertilisation.....	14
2. Définition de la fertilisation	15
3. Principes et objectifs.....	15
4. Nutrition minérale des plantes	15
5. La fertilisation chimique	16
➤ Les produits recommandés.....	16
• Compost.....	17
• Vermicopost.....	17
Chapitre 2 : matériels et méthodes	
1. Objectif	18
2. Présentation de site de l'expérimentation	18
3. Description du dispositif expérimental	18
3.1. Fraisier	19
3.2. Laitue	19
4. Période d'expérimentation	20
5. Mise en place du dispositif expérimental	20
6 Préparation des extraits aqueux.....	22
7. Evaluation de la vigueur et de l'expression végétative.....	23
7.1. Nombre de feuilles, fleurs et fruits.....	23
7.2. Poids frais et poids sec de la partie aérienne et souterraine.....	24
7.3 Surface foliaire	25
7.4. Poids et calibre et longueur du fruit.....	25
8. Estimation de l'état phytosanitaire.....	25

8.1. Analyses statistique des données.....	25
--	----

Chapitre 3 : Résultats

1. Estimation de l'expression végétative sous l'effet des différents régimes de nutrition minérale et organique	26
1.1. Variation temporelle du nombre de feuilles de fraisier.....	27
1.2. Variation temporelle du nombre de feuilles de laitue.....	28
1.3. Variation temporelle de la surface foliaire des feuilles de fraisier.....	29
1.4. Variation temporelle de la surface foliaire des feuilles de laitue.....	29
1.5. Estimation du poids frais de la partie aérienne de fraisier.....	30
1.6. Estimation du poids frais de la partie sous terrain de fraisier.....	31
1.7. Estimation du poids sec de la partie aérienne de fraisier.....	31
1.8. Estimation du poids sous de la partie sous terrain de fraisier.....	32
1.9. Estimation du poids frais de la partie aérienne de la laitue.....	32
1.10. Estimation du poids frais de la partie sous terrain de laitue.....	33
2. Estimation des paramètres de production sous l'effet des différents régimes de nutrition minérale et organique.....	34
2.1. Estimation de la production florale.....	34
2.2. Estimation des fruits récoltés.....	35
2.2.1. Etude de nombre de fruits.....	36
2.2.2. Estimation du poids du fruit.....	36
2.2.3. Estimation de la longueur de fruit	36
2.2.4. Estimation de calibre de fruit.....	37
3. Estimation de l'état phytosanitaire sous l'effet des différents régimes de nutrition minérale et organique.....	38
Discussion générale	39
Conclusion générale et perspectives	40
Références bibliographiques	41

Listes des figures

Figure01 : Les différents organes du fraisier (Anonyme, 2017).....	1
Figure 02 : Les différentes Maladies, nuisibles et parasites du fraisier (Anonyme, 2018).	2
Figure 03 : Les différents stades physiologiques du fraisier (ITCMI 2010).....	3
Figure 04 : Evolution de la production mondiale de fraises (en tonnes) dans le monde entre 1980 et 2014 (Mdarhri M., 2005).....	4
Figure 05 : Les 10 plus gros pays producteurs mondiaux de fraises en volume (en tonnes) en 2018 (Mdarhri M., 2005).....	5
Figure 06 :Laitue Lactuca sativa. (Anonyme, 2019).	7
Figure 07 : Schéma des stades phrénologiques de la laitue (CHALAYER P., GOUZE M. et LIZOT J.F., (2014).....	8
Figure 08 : Culture sous un système hydroponique.....	11
Figure 09 : Schéma descriptive du system N.F.T (HNishina).....	12
Figure 10 : Vermicompost (Dominguez et al, 2010).....	15
Figure 11 : Lieu de l'expérimentation (Laboratoire de recherche de production végétale (Google earth, 2019). (Google earth, 2019).	17
Figure 12 : Des plants ont été fournis par un agriculteur de la région de Mouzaia.....	18
Figure 13 : Les graines de laitue Madrilène et son emballage (Original, 2019).....	18
Figure 14 : Les étapes de nettoyage et de germination des graines de la laitue (Original, 2019).....	19
Figure 15 : Pots utilisés (Original, 2019).....	20
Figure 16 : Extrémité du tube (Original, 2019).....	20
Figure 17 : Schéma descriptive du dispositif expérimental (Anonyme, 2019).....	20
Figure 18 : Dispositif expérimental (Original, 2019).....	20
Figure 19 : Ph mètre (Original, 2019).....	21
Figure 20 : Appareil de mesure de conductivité (Original, 2019).....	21
Figure 21 : Broyage de feuilles séchés (original,2019).....	22
Figure 22 : pesée et agitation (Original, 2019).....	22
Figure 23 : étapes de préparation de l'extrait aqueux (Original, 2019).....	22
Figure 24 : Pesée de la partie fraîche aérienne et souterraine du fraisier (Original, 2019) .	23
Figure 25 : Pesée de la partie sèche aérienne et souterraine du fraisier. (original,2019).....	23
Figure 26 : Estimation de la surface foliaire avec digimizer ver 4.0 (Original, 2019).....	24
Figure 27 : Des fruits obtenus (Original, 2019).....	24
Figure 28 : Effets de différents traitements sur le taux de production des feuilles de fraisier..	26
Figure 29 : Effets de différents traitements sur le taux de production des feuilles de laitue..	27
Figure 30 : Effets des différents traitements sur la surface foliaire du fraisier.....	28
Figure 31 : Effets de différents traitements sur la surface foliaire de laitue.....	29
Figure 32 : Effet de différent traitement sur le poids frais de la partie aérienne de fraisier...	29
Figure 33 : Effet des différents traitements sur le poids frais de la partie sous-terrainne de Fraisier.....	30
Figure 34 : Effet de différent traitement sur le poids sec de la partie aérienne de fraisier...	30

Figure 35 : Effet de différent traitement sur le poids sec de la partie aérienne de fraisier...	32
Figure 36 : Effet de différents traitements sur le poids frais de la partie aérienne de laitue..	32
Figure 37 : Effet de différents traitements sur le poids frais de la partie aérienne de laitue.	32
Figure 38 : Effets des différents traitements sur la production des fleurs de fraisier.....	33
Figure 39 : Effets des différents traitements sur la production des fruits de fraisier.....	34
Figure 40 : Effet de différent traitement sur le poids frais de fruit de fraisier.....	35
Figure 41 : Effet de différent traitement sur la longueur de fruit de fraisier.....	36
Figure 42 : Effet de différents traitements sur le calibre de fruits de fraisier.....	36
Figure 43 : Abondances des pucerons en fonction du traitement.....	37

Liste des tableaux

Tableau n°1 : Conduite d'une laitue de fin d'hiver/printemps (DELAMARRE, 2011).....	9
Tableau n°2 : Les traitements réalisés dans l'expérimentation.....	21
Tableau 03 : Evaluation des différents paramètres de croissance, de production et de l'état phytosanitaire.....	44

Introduction

La préoccupation primordiale du moment est comment arriver à nourrir populations mondiales croissantes tout en protégeant et en préservant l'environnement. La demande alimentaire devrait augmenter de 2 à 5 fois d'ici 2030 et la production alimentaire devrait augmenter de 60% dans les décennies à venir pour répondre à ces besoins **(Clair et Lynch, 2014)**

Durant ce dernier siècle, l'intensification de l'agriculture a pu être réalisée grâce aux intrants provenant de sources d'énergie non renouvelables (c'est-à-dire des engrais synthétiques). Mais malgré l'amélioration des rendements des cultures, ces pratiques ont également entraîné un déclin important du patrimoine écologique suite à la déforestation, l'érosion des sols, la pollution industrielle, le déclin de la qualité des eaux de surface et souterraines et la perte de biodiversité.

Les pratiques agricoles actuelles non durables doivent donc être révisées car les conséquences négatives de la production alimentaire continuent à se développer à un rythme alarmant et ne montrent aucun signe de réduction **(Altieri, 2002)**. En outre, il est largement reconnu qu'une augmentation des activités agricoles exacerbera davantage les impacts négatifs du changement climatique mondial conduisant à une plus grande incertitude dans la sécurité alimentaire **(Tilman et al., 2011)**.

Le challenge actuel est donc de développer des systèmes de production alimentaire basés sur des stratégies d'intensification alternatives (intensification écologique) qui favorisent l'efficacité de l'utilisation des nutriments, réduit le besoin de lutter contre les maladies et les ravageurs, augmente l'efficacité et la conservation de l'utilisation de l'eau et restaure la fertilité du sol **(Tilman et al., 2014)**. L'intensification écologique vise à réduire le recours aux intrants externes tout en maintenant de hauts niveaux de productivité **(Tilman et al., 2011)**.

Dans ce sens, notre travail s'intègre dans le cadre de l'étude de la capacité du vermicompost et des extraits végétaux dans l'entretien nutritionnel de fraisier et de laitue ainsi que l'évaluation des paramètres des croissances, de productions et l'état phytosanitaire

L'objectif de la présente contribution, menée dans un dispositif de culture hors sol avec la technique NFT qui permet une grande économie d'eau et de nutriments, est d'évaluer la capacité du vermicompost et des extraits végétaux dans l'entretien nutritionnel du fraisier et de la laitue et leurs effets sur les paramètres de développement, de croissance ainsi que sur l'état phytosanitaire de ces deux plantes en comparaison avec une fertilisation chimique commercialisé et utilisé par les agriculteurs en Algérie.

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Partie I

1-Fraisiers

1.1 Définition

Le fraisier est une plante vivace stolonifère dont les feuilles mesurent 10 à 15 cm de haut, et sont dotées de trois folioles au joli contour dentelé, et d'un beau vert vif. Inutile de préciser que si on cultive le fraisier, c'est pour son fruit. La fraise fait en général l'unanimité, chez les humains, mais aussi chez les animaux, au grand dam des jardiniers. Sans compter que la fraise est riche en vitamines C, en fer et en iode. (Desjardins, 2003).

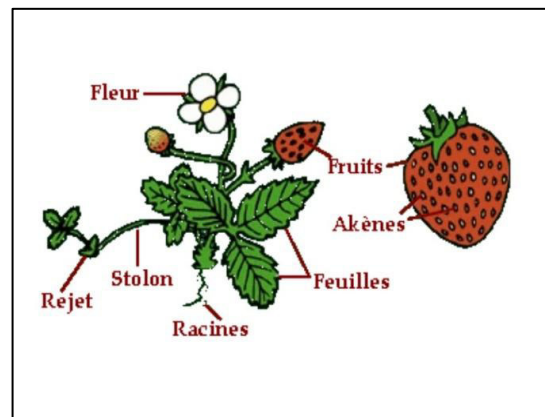


Figure 01 : Les différents organes du fraisier (Anonyme, 2017).

1. 2 Classification

Selon (Bostanian et coll., 2005).

- ✓ **Règne** : Plantae
- ✓ **Division** :Magnoliophyta
- ✓ **Classe** :Magnoliopsida
- ✓ **Ordre** : Rosales.
- ✓ **Famille** :Rosaceae.
- ✓ **Genre** :Fragaria.
- ✓ **Espèce** :Fragaria x ananassa.
- ✓ **Noms communs** : Fraisier.

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1.3 Description botanique du fraisier

Le fraisier des bois est une plante herbacée de la famille des rosacées. On le reconnaît à sa touffe basse, à ses feuilles divisées en trois folioles dentées et à ses fleurs à cinq pétales blancs séparés (Figure.01). Le fraisier fleurit d'avril à juillet et produit de petits faux fruits rouges parfumés. (Bostanian et coll., 2005).

1. 3.1 Sol et exposition idéals pour la culture des fraisiers

Les fraisiers ont besoin d'un sol fertile, humifère, sableux. La fraise a besoin de beaucoup de soleil pour qu'elles développent toutes ses saveurs. (Morard, 1995)

1. 3.2 Date des semis, repiquage et multiplication des fraisiers

Il est possible de faire des semis mais c'est plutôt réservé aux spécialistes. Il donc préférable d'acheter les plants et les mettre en terre en automne en prévoyant un espace de 40cm entre chaque plant. La multiplication la plus simple est par les stolons ou par division des touffes en automne.(parshant,2014) .

1. 3.3 Récolte, conservation et utilisation des fraises

La fraise peut être cueillie quand elle arbore sa couleur finale, et quand le fruit se détache facilement du pédoncule ; Ses fruits sont fragiles et doivent être manipulés avec beaucoup de délicatesse. (Morard, 1995).

1. 3.4 Maladies, nuisibles et parasites du fraisier

L'araignée rouge, le phytophthora, l'oïdium le thrips ainsi que le puceron sont à redouter sur le fraisier.

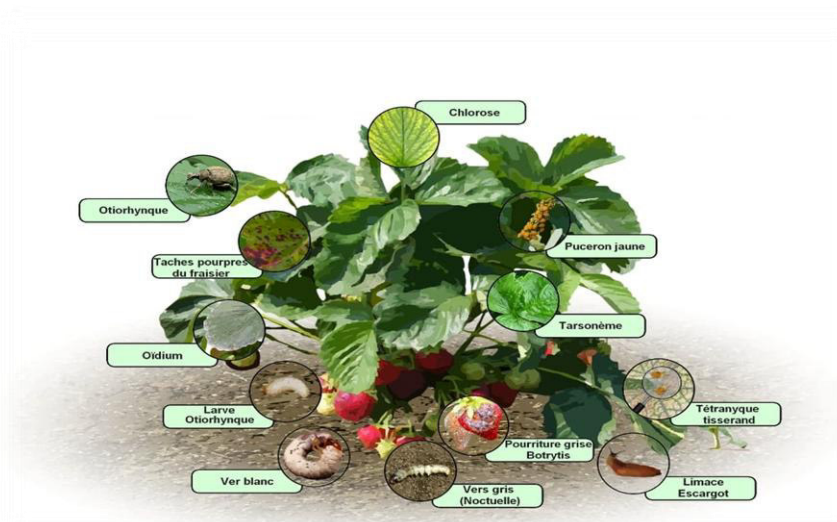


Figure 02 : Les différentes Maladies, ravageurs et du fraisier (Anonyme,2018)

1.3 .5 La croissance végétative

Il faut permettre un bon développement du feuillage et des racines pour assurer une bonne nutrition aux fruits en cours de grossissement. Il importe de distinguer le rôle du feuillage et des racines chez le fraisier.

Le feuillage assure la nutrition carbonée alors que les racines assurent l'absorption hydrique et minérale tout en ayant une fonction de stockage très importante.

En automne, lors de l'entrée en dormance, les produits carbonés formés dans les feuilles par la photosynthèse s'accumulent sous forme d'amidon dans le rhizome et les racines. Au printemps, les réserves accumulées migrent des racines vers les feuilles en croissance. .(**Parshant, et al.2014**).

a. Stades phénologiques du fraisier

Au début du printemps, les feuilles présentes se grossissent sur le pied qui donne naissance à une nouvelle tige porteuse de feuilles (Figure.03).

Les tiges se couvrent progressivement de feuilles puis les petites branches apparaissent au centre.

Elles donneront naissance à des boutons puis à des petites fleurs blanches et jaunes qui laisseront place aux fraises qui sont verte avant de murir et de prendre la couleur spécifique (**ITCMI, 2010**).

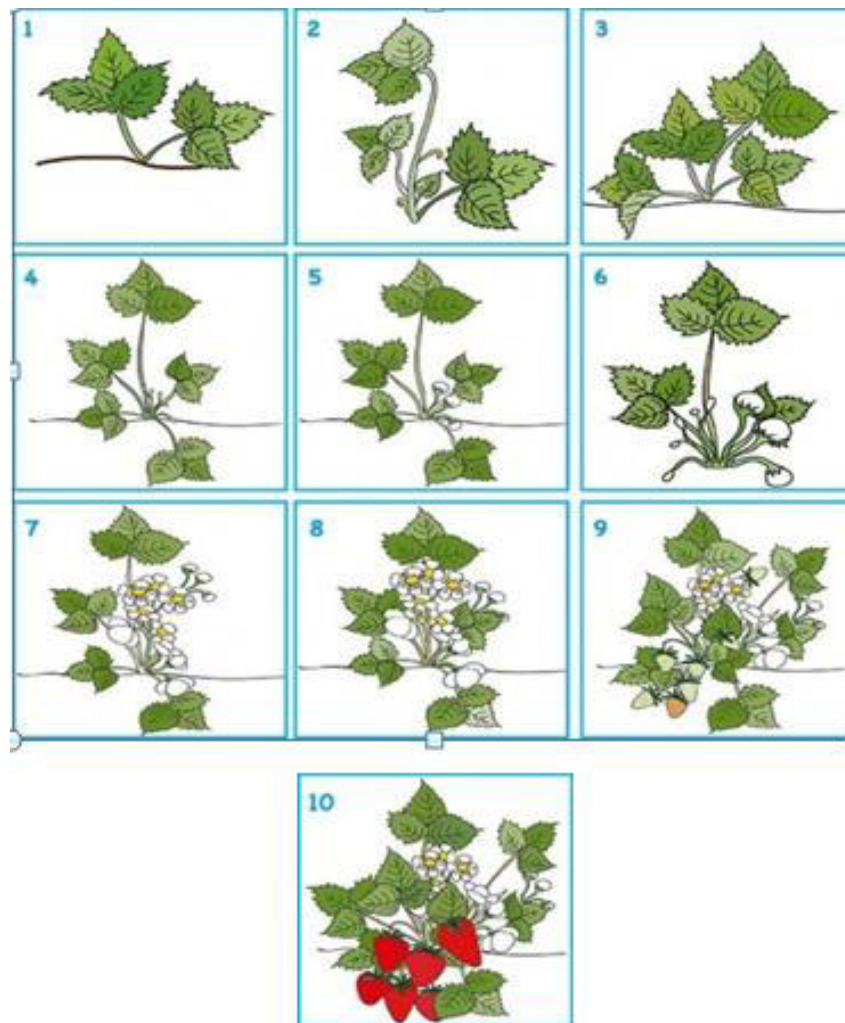


Figure 03 : les différents stades physiologiques du fraisier (ITCMI 2010).

b. Période de production

Selon la variété, la saison de maturation des fraises s'étend de mai à septembre dans l'hémisphère Nord. Par des techniques de cultures artificialisées de types hors-sol, sous tunnel et chauffée, il est possible de produire des fraises en dehors de la période d'avril à novembre. **Izard, D. (2017)**

1.4. Répartition géographique

1.4.1 En l'Algérie

La fraise concerne plus de 1 000 ha, en plein champ, ainsi que sous petits et grands tunnels. La production s'échelonne de janvier à fin juin, cette dernière se disperse dans trois principales wilayas qui sont :

- **SKIKDA** : le rendement moyen par ha a atteint 66 Qx/année à travers une superficie totalisant 303 ha.

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

- **JIJEL** : Cette culture occupe une superficie de 340 ha et une production de 14000 tonnes.
- **TIPASA** : une région phare pour cette production avec quelques 250 ha, soit une production annuelle proche de 8 750 t (**DSA, 2017**).

1.4.2 Dans le monde

La production mondiale de fraise a doublé en plus de 15 ans.

En 1990 cette production atteignait 2,3 millions de tonnes et atteint plus de 8 millions de tonnes en 2017. La production de fraises connaît une hausse au niveau mondial depuis 2010. (**Mdarhri M., 2005**).

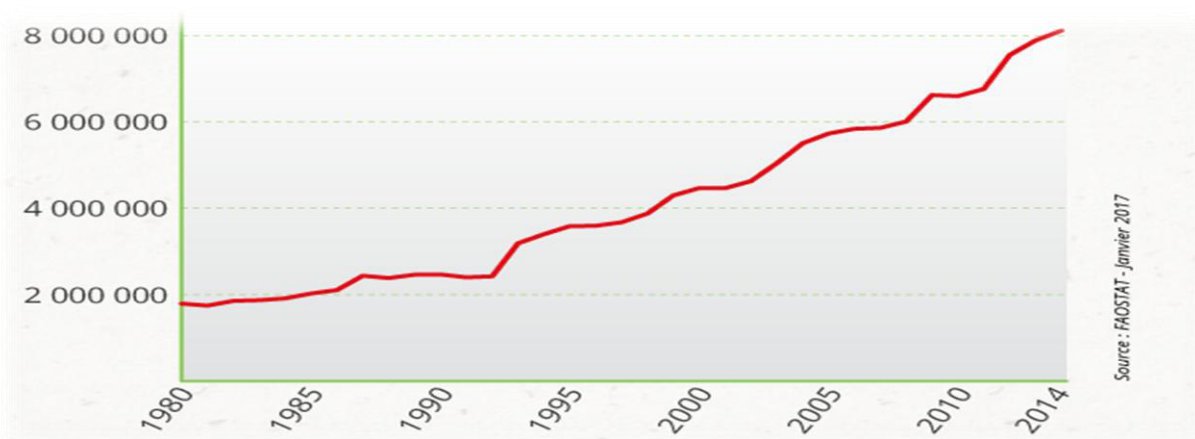


Figure 04 : Evolution de la production mondiale de fraises (en tonnes) dans le monde entre 1980 et 2014 (Mdarhri M., 2005).

Les 10 plus gros pays producteurs au monde représentent plus de 80% de la production mondiale, les trois principaux pays producteurs en 2018 sont la Chine, les Etats-Unis et le Mexique avec respectivement une production de 3 122 036 tonnes, 1 371 573 tonnes et 458 972 tonnes de fraises.

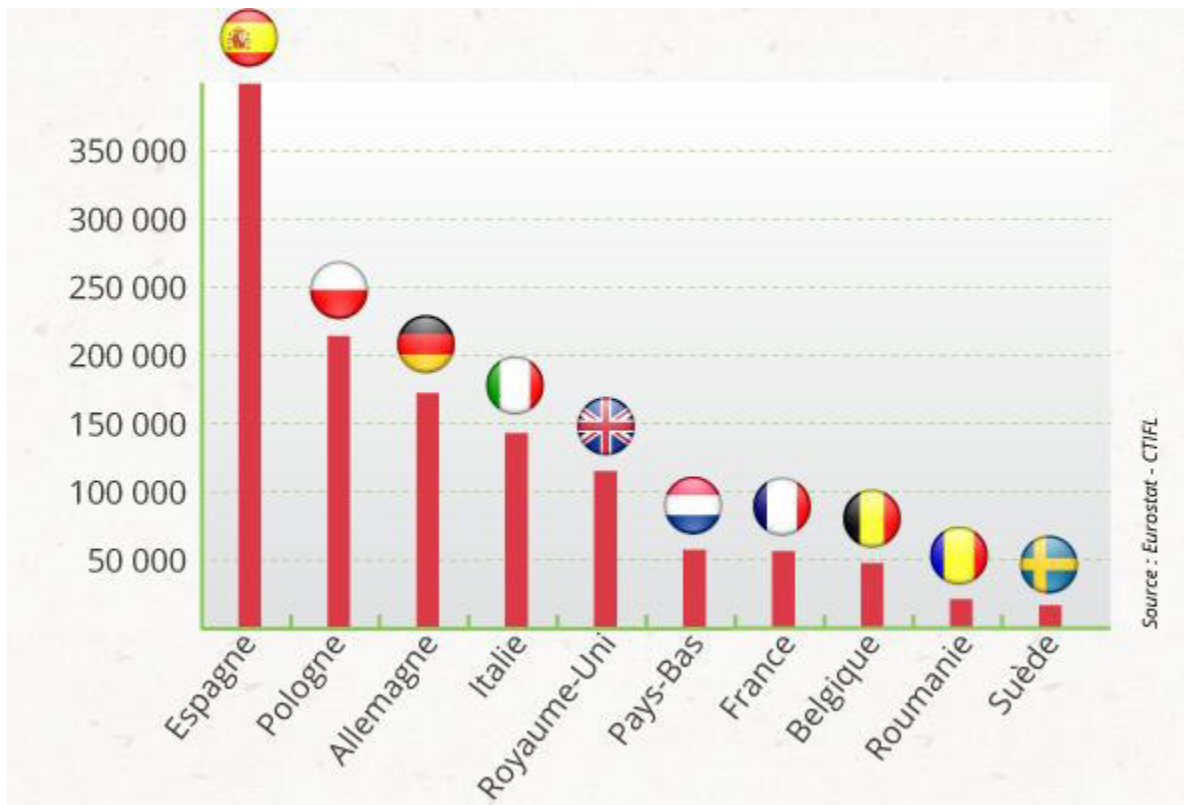


Figure 05 : Les 10 plus gros pays producteurs mondiaux de fraises en volume (en tonnes) en 2018 (Mdarhri M., 2005).

1.5 .Valeur nutritive

La fraise est riche en vitamine C (antioxydants), en vitamine A et en vitamine B9 (acide folique), important pour les femmes enceintes ; de plus la fraise est riche en fibres et pauvre en calories.

Elle est riche en oligo-éléments sous forme de sels de potassium pour le système nerveux, de calcium pour les os, et du magnésium contre le stress. Elle contient également du furanéol (alcool aromatique qui lui donne son parfum et son goût (M.A.P.A du Québec.2018)

2- La laitue

2.1 Origine et Histoire de la laitue

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

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

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

2.2 Taxonomie

Selon (**C.A.M, 2007**), la laitue appartient à :

- ✓ Règne : Plantae
- ✓ Famille : Astéracées ou Composées
- ✓ Genre : *Lactuca*
- ✓ Espèce : *Lactuca sativa*
- ✓ Division : Magnoliophyta
- ✓ Classe : Magnoliopsida
- ✓ Ordre : Asterales

2.3 Caractéristiques de la laitue

La laitue est une plante annuelle de jours longs à cycle court. Elle développe une rosette de feuilles entières, capable ou non selon le type, de former une pomme. Après la formation de cette dernière, la tige subit une élévation et l'apex évolue en hampe florale dont les feuilles sont larges, allongées, cloquées et imbriquées en

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

plusieurs couches plus ou moins serrées. Les fleurs sont jaunes et réunies en grappes. Comparées aux hybrides, la plante d'origine se distingue d'un côté par sa forme très allongée à cause des feuilles qui sont moins larges et de l'autre par son goût amer. (LAKHDARI et al, 2010).



Figure 06: Laitue *Lactuca sativa*.(Anonyme,2019)

2.4 La semence

Les semences sont décrites par LAKHDARI et al (2010) comme des graines fines, allongées, pointues et aplaties, d'une couleur grise au centre et jaune aux pointes.

Selon **G.A.B. et F.R.A.B (2010)** : Les caractéristiques de la semence sont :

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

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

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

2.5 Stades phénologiques

La laitue est une plante dont le cycle de croissance est court. Selon la période du semis elle prend de 70 jours au printemps à 53 jours en été pour atteindre la maturité. Pour la laitue plantée, on compte de 40 à 55 jours de croissance aux champs. (I.T.C.M.I., 2010).

Le cycle de croissance d'un plant peut être séparé en 2 phases :

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

La plante passe les deux tiers de son temps de développement à s'établir, puis produit plus de 60% de sa matière fraîche durant le dernier tiers.

Les étapes du cycle végétatif se résument dans la figure 07:

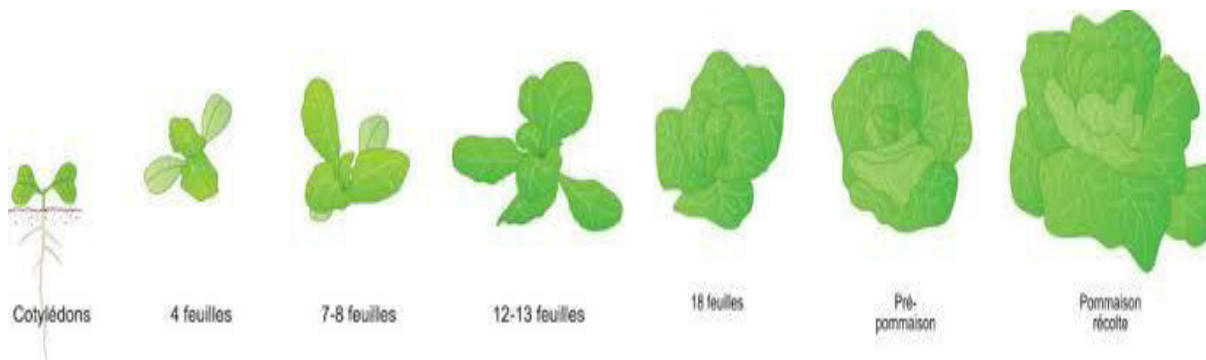


Figure 07: Schéma des stades phénologiques de la laitue. (CHALAYER P.,et al .2014).

2.6 Les variétés les plus cultivées en Algérie

Les variétés les plus cultivées en Algérie sont groupées comme suit : (I.T.C.M.I., 2010)

- Laitue à couper : laitue blonde et laitue frisée d'Amérique avec un cycle 40 à 50 jours.
- Laitue pommée : Reine de mai, goutte jaune d'or ; Batavia, merveille des quatre saisons, tête de Nîmes et Divina avec un cycle de 60 à 85jrs.
- Laitue Romaine : Balen, blonde maraîchère avec un cycle de 70 à 135 jrs (I.T.C.M.I., 2010)

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

• 2.7 Exigences écologiques de la plante

2.7.1 Exigences climatique

Un climat printanier est nécessaire au développement de la laitue. Lors de la maturation, les laitues ont besoin d'un climat chaud et sec. Le bassin méditerranéen semble donc bien convenir à cette culture pour sa forte insolation, mais avec des risques de dégâts dus aux forts orages (**COLLIN et LIZOT, 2003**).

A. La température :

La laitue est une plante qui se développe dans des conditions de température variant entre 20°C à 24°C le jour et 7°C la nuit (la croissance commence à 4°C et se poursuit à 24°C) (**ELATTIR et SKIRDJ, 2006**).

La température de la serre est rigoureusement réglée selon le stade de développement des laitues. Une température trop élevée empêchera la germination des graines et à l'étape de la production, elle réduira la qualité des feuilles et des pommes.

Selon **ELMHIRST (2006)**, la température de germination et celle des plantules devraient se situer entre 15°C et 18°C. Pendant la croissance et la production, il est recommandé de maintenir la température entre 15°C et 18°C et la température diurne entre 18°C et 19°C par temps nuageux et entre 19°C et 20°C par temps ensoleillé. Il est recommandé d'aérer en cette période.

Tableau n°1 : Conduite d'une laitue de fin d'hiver/printemps (DELAMARRE, 2011)

Température Stade	Température Nocturnes	Température Diurnes	Température d'aération
Plantation à rosette	6-8°C	10-12°C	12°C
Rosette à 18 feuilles	8-10°C	12-15°C	18°C
18 feuilles pomaison, récolte	10-12°C	15-18°C	22°C

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

B. L'éclairage

Selon **ELMHIRST (2006)**, les optimums en cours de culture dépendent du stade de développement, de l'intensité de l'éclairage et de la variété : c'est ainsi que :

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

C. L'humidité

L'humidité est étroitement surveillée et contrôlée dans la serre.

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

B. Exigences édaphiques

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

Le pH optimal est de 6,7 à 7,2 : un sol acide (pH<6) ou battant est très défavorable à la production de la laitue (**COLLIN, 2003**). Elle pousse bien dans les sols légers et fertiles, voire riches en matières organiques, d'où on recommande :

- Rotation en seconde position
- Précédents favorables : cucurbitacées (concombre), pois, cresson
- Précédents à éviter : chou, fève, betterave ...
- Association : carotte, melon ; navet, oignon. (**G.A.B. et F.R.A.B., 2009**)

Partie II: L'hydroponie

1. Les cultures végétales hors sol

Cette technique culturale s'est développée à partir des recherches sur la physiologie de la nutrition minérale pour les végétaux. **Knop et Sachs (Cooper, 1979)** ont réussi indépendamment à faire pousser des plantes sur des milieux entièrement liquides constitués d'eau additionnée de sels minéraux (macroéléments et oligoéléments) dès **1860. H. Nishina,**

Plus tard, pendant la seconde guerre mondiale, l'armée des Etats Unis d'Amérique a mis en œuvre ces connaissances en vue de produire des fruits et légumes pour ses soldats dans les îles du Pacifique (Morard, 1995). Depuis, les techniques de cultures hors sol se sont très largement développées.

Si on exclut les cultures sur substrats (cap-irrigation / sub-irrigation), on peut dire qu'il existe deux principaux types de culture hors sol: l'hydroponie et l'aéroponie.

2. L'hydroponie ou la culture hydroponique.

Le terme hydroponique - hydroponie provient du grec "hydro" (eau) et "ponos" (travail), autrement dit "le travail par l'eau". C'est une technique horticole très ancienne qui permet de procéder à une culture (hydroculture) hors-sol.

La terre est alors remplacée par un substrat inerte et stérile, comme les fibres de coco ou les billes d'argiles. Afin de palier le manque de nutriments contenus habituellement dans une terre horticole, il va falloir que le cultivateur régule lui-même la composition des solutions nutritives. Heureusement, il existe dans le commerce des solutions nutritives parfaitement adaptées et depuis longtemps mises au point (voir plus loin la liste des engrais à utiliser).

Du fait de l'absence de terre, la qualité de l'eau (voir plus bas comment réguler le PH et l'EC) est essentielle à un bon fonctionnement et surtout indispensables pour obtenir un bon rendu. Pour être pleinement efficace, le système hydroponique doit être automatisé **D. Gilchrist.1998.**



Figure 08 : culture sous un système hydroponique (Anonyme.2019)

3. Intérêts et utilisations des cultures hors sol

La culture hors sol a remplacé progressivement la culture traditionnelle d'un certain nombre de légumes dans le monde. Cette technique est appliquée largement en horticulture (maraîchage, floriculture et pépinière). Les surfaces ainsi cultivées ont vu une évolution très importante par rapport au début des années 80. En effet, en une vingtaine d'années, les surfaces ont été multipliées par vingt.

Le développement de cette technologie s'est essentiellement effectué en Europe, qui depuis 1982 environ 80% des surfaces sont cultivées en hors sol. En 2002, l'union européenne compte environ 8 000 ha, dont approximativement 1 600 ha en France de culture légumière hors sol (**Jeannequin et al., 2005**), essentiellement des tomates, concombres, poivrons et fraises.

La principale raison de ce développement est la possibilité d'éviter certains problèmes liés au sol comme des agents pathogènes ou des sols non arables (déserts sableux, sols argileux, sols salés...). D'autre part, cette culture permet l'économie d'eau et d'engrais minéraux (grâce au système de recyclage), la simplification de techniques culturales (pas de désherbage, préparation de la terre...), et l'obtention de produits de meilleure qualité (produits plus propres car jamais souillés de terre et moins de résidus de pesticides). La culture hors sol permet également de cultiver différentes plantes au même endroit, sans préparation spéciale de la terre. (**Jeannequin et al., 2005**)

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

4. Présentation générale du système Nutrient Film Technique (N.F.T.)

Le système Nutrient Film Technique (N.F.T.) a été inventé en 1979 par l'anglais **Allen Cooper**. Ce système de culture utilisé par les professionnels de l'horticulture ne requiert pas de substrat, mais demande une solution nutritive sans pathogène.

Les systèmes Gro-Tank (de Nutriculture) sont représentatif des dispositifs utilisés par les jardiniers amateurs.

Vous pouvez trouver tous les éléments à la constitution d'un tel système chez tous les Growshop digne de ce nom comme Hydro box

Le décodage du sigle Nutrient Film Technique (N.F.T.) nous montre le principe de fonctionnement de ce système

HYDROPONICS

is simply growing plants in water with added oxygen & nutrients

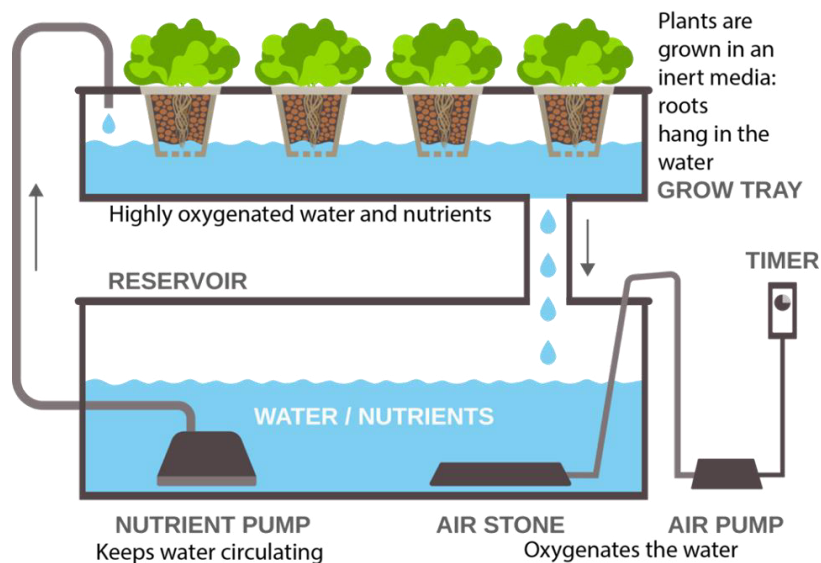


Figure 09: schéma descriptive du system N.F.T (H. Nishina),.

Partie III: La fertilisation

1. Histoire des pratiques de fertilisation

Dans les premiers systèmes d'agriculture, la fertilité du sol est maintenue sans fertilisation, par une friche de longue durée qui permet le renouvellement de la fertilité par altération de la roche-mère et par fixation biologique (libre ou symbiotique) de l'azote atmosphérique.

Dans les systèmes agricoles, européens, de l'Antiquité jusqu'à la révolution agricole du xviii^e siècle, la fertilisation résulte essentiellement de transferts de fertilité, réalisés soit depuis les forêts et les landes, par transfert de litières, soit depuis les prairies et les zones de pâturages, par l'enfouissement des déjections du bétail. Dans un premier temps, la fertilisation par les déjections se réalise au moyen d'un parage nocturne des animaux sur les terres en jachère, accompagné de labours fréquents afin de les enfouir (**Mazoyer, L et al** 1997.)

Après la révolution agricole du xiii^e siècle et l'apparition de moyens de transport plus efficaces, le parage nocturne est remplacé par la stabulation des animaux, dont les déjections sont collectées à l'étable (fumier), stockées et enfouies par labour au moment choisi.

Dans les zones littorales, le goémon a pu être utilisé comme fertilisant. L'utilisation de goémon se développe de manière importante au cours du xix^e siècle, ainsi que l'utilisation de guano, importé notamment d'Amérique du Sud (**DUBY, et al, 1975**).

Le développement des transports a permis à cette époque leur importation et diffusion importante. Les ossements des catacombes de Sicile ou des champs de bataille seront également utilisés.

Dans la dernière moitié du xix^e siècle, se développent des pratiques de fertilisation minérale, à la suite des travaux de Liebig sur la nutrition des plantes. Elles concernent à cette époque principalement les engrais phosphatés. Les premières pratiques de fertilisation phosphatée se contentent de répandre des roches phosphatées broyées sur les sols. Apparaissent ensuite les superphosphates, issus

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

d'une attaque chimique acide sur les roches phosphatées, qui donnent des engrais beaucoup plus solubles et assimilables par les plantes.

C'est également à cette époque que se développent les pratiques d'amendement (chaulage, marnage) (**DUBY, et al, 1975**).

L'accès des matières fertilisantes, pondéreuses, dans les campagnes, n'aurait pas été permis sans le développement du réseau de chemins de fer à cette époque.

Ce recours massif aux engrais minéraux s'accompagne de la construction d'un nouveau paradigme de gestion de la fertilité⁵, dans lequel on souhaite gérer, à court terme, les stocks d'éléments minéraux solubles, en maximisant la quantité prélevée par la plante. (**CHALAYER P. et al, 2014**)

Le sol est considéré comme un simple support de culture et les activités biologiques, ainsi que la matière organique, sont délaissées, sauf lorsqu'ils entrent en compétition avec la nutrition végétale (dénitrification, par exemple).

Dans les premiers temps, cette fertilisation était peu efficace, et une grande partie des fertilisants était perdue par lixiviation, volatilisation (cas de l'ammonium), ou immobilisation sous forme de minéraux secondaires (cas du phosphore), conduisant notamment à des pollutions importantes des eaux., (**COLLIN F et al, 2003**)

Cela conduit dans les années 1990 au développement de l'agriculture raisonnée⁸ puis de l'agriculture de précision⁹, dont l'objectif est de déposer les fertilisants au bon endroit, au bon moment, en tenant compte de la fourniture de nutriments par le sol, afin d'avoir une efficacité maximale de l'utilisation d'engrais. Cependant, les difficultés techniques et climatiques amènent très souvent les agriculteurs à épandre des doses d'azote supérieures au réel besoin de la culture. (**ELMHIRST J., 2006**).

La quasi-totalité du territoire français dépasse les seuils de nitrate autorisés dans l'eau. (**C Hedley, 2015**)

2. Définition :

La fertilisation est le processus consistant à apporter à un milieu de culture, tel que le sol, les éléments minéraux nécessaires au développement de la plante. Ces éléments peuvent être de deux types, les engrais et les amendements. La fertilisation est pratiquée soit en agriculture, en jardinage et également en sylviculture.

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Les objectifs finaux de la fertilisation sont d'obtenir le meilleur rendement possible compte tenu des autres facteurs qui y concourent (qualité du sol, climat, apports en eau, potentiel génétique des cultures, moyens d'exploitation), ainsi que la meilleure qualité, et ce, au moindre coût. (**Zidane, 1989 ; Schvartz et al, 2013**).

3. Principes et objectifs

La fertilisation constitue l'un des éléments des techniques culturales retenues pour réaliser un objectif de production donnée. Elle doit être raisonnée en fonction du sol, le climat, les précédents culturaux, les variétés cultivées et les possibilités d'alimentation en eau (**Soltner, 2003**).

4. Nutrition minérale des plantes

Les plantes cultivées tirent la plus grande partie de leur alimentation du sol. La fertilité du sol se divise en plusieurs compartiments qui diffèrent tant par la quantité d'éléments qui s'y retrouvent, que par la forme sous laquelle ils s'y retrouvent et par la vitesse avec laquelle ces éléments sont fournis à la plante (**Marschner H.,1996**)

Les besoins de la plante évoluent au cours de son développement. Ils doivent être disponibles en quantités suffisantes et sous une forme assimilable (**Mengel K., et al, 1978**).

5. La fertilisation biologique

➤ Nourrir le sol et non pas la plante

Pourquoi interdire tous les engrais chimiques en bio ? Principalement pour respecter un principe fondamental de l'agriculture biologique : nourrir les êtres vivants du sol, comme on l'a toujours fait avant l'utilisation des engrais chimiques, au lieu de nourrir les plantes avec des engrais directement assimilables par elles comme le fait l'agriculture conventionnelle, ce qui les met en quelque sorte « sous perfusion ». (**Izard, D. 2017**).

Pour nourrir les plantes, l'agriculture conventionnelle utilise principalement la trilogie classique NPK (azote, phosphore, potasse) apportant les trois éléments les plus importants quantitativement. Mais bien entendu les plantes ont besoin, comme tous les autres êtres vivants, de bien d'autres éléments comme par exemple le

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

magnésium ou les oligo-éléments. Et c'est là que **Izard, D. (2017)** a vu le bât blesse avec la fertilisation classique.

Certes, si une analyse de sol fait apparaître une carence en un de ces éléments, on l'apportera, mais seulement au coup par coup. L'immense avantage de la fertilisation à base de matières organiques et que ces dernières contiennent naturellement tous les éléments présents dans les êtres vivants, dont les matières organiques sont issues. Quant à dire que l'on nourrit le sol et non pas les plantes, C'est évidemment un raccourci, puisque le but final est bien d'apporter aux plantes tout ce dont elles ont besoin. (**KOUASSI S, 2009**)

➤ **Les produits recommandés**

• **Le compost**

Composition variable selon le niveau de décomposition): Matières organiques décomposées à incorporer au sol. Il équilibre le pH, fournit les éléments essentiels au sol, contribue à une bonne composition du sol (aération, drainage et rétention de l'eau) et favorise l'activité biologique du sol.



Figure10 : vermicompost (Dominguez et al., 2010)

• **Le vermicompost**

Au cours du lombricompostage, la dégradation des matières organiques est favorisée par la présence des vers. Ce processus est populaire en raison de son faible coût et de l'efficacité de la transformation des déchets organiques (**Dominguez et al., 2010**).

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Le produit final est souvent caractérisé par une plus grande stabilité contre la dégradation microbienne (Lazcano., 2008), et une plus grande teneur en éléments nutritifs, sous des formes qui sont plus disponibles pour les plantes qu'un compost ordinaire (**Dominguez et Gomez-Brandon, 2013 ;Ghosh1999**).

➤ **La composition de vermicompost**

Le jus de lombricompost contient des macroéléments nutritifs disponibles sous forme de NO₃, PO₄, Ca, K, Mg et S, et des micronutriments qui présentent des effets similaires sur la croissance et le rendement des plantes (**Singh, 2008**).

Les composants actifs du jus de compost qui ont été identifiées jusqu'à maintenant sont des bactéries (Bacille), des levures (Sporobolomyces et Cryptococcus), des moisissures et des antagonistes chimiques tels que les phénols et les acides aminées (**Brinton,1995**).

Les microorganismes sont surtout responsables de la dégradation biochimique des matières organiques pendant le processus du compostage et du vermicompostage, phase durant laquelle les vers de terre jouent un rôle important dans l'activité et la biodiversité des microorganismes (**Vivas, 2009**).

Chapitre 2:Matériels et méthodes

1. Objectif

L'objet de notre travail consiste à étudier les effets des bio-fertilisants à base végétale et organique sur la stimulation de la croissance, la reproduction et l'état phytosanitaire du fraisier et de la laitue par rapport à une fertilisation à base d'engrais chimiques commercialisés en Algérie et cela dans un système de culture en hors sol type NFT.

2. Présentation du site expérimental

La réalisation de la partie expérimentale de cette étude s'est déroulée sous une serre en polycarbonate (Figure 1), au niveau du département de Biotechnologies de l'université de Blida1, située dans la plaine de la Mitidja. Les caractères principaux de la serre sont :

- Forme rectangulaire, d'une superficie de 382,5 m².
- Orientation nord-sud.
- Aération assurée par de grandes fenêtres placées latéralement de part et d'autre de la serre.
- Chauffage de la serre assuré par des radiateurs à eau chaude.



Figure11 : Lieu de l'expérimentation
(Laboratoire de recherche de production végétale) (Google earth, 2019).

3. Description du dispositif expérimental

3.1 Le fraisier

Le matériel végétal utilisé comprend l'espèce suivante :

- ✓ Variété Nabilla (plant Frais)
- ✓ Forme : conique.
- ✓ Faible fermeté.
- ✓ Goût délicieux et une saveur unique.

Ces plants ont été fournis par un agriculteur de la région de Mouzaia, elles ont été bien lavées, et seules les bonnes plantules sont gardées et mises dans des pots préalablement troués et remplis de perle d'argile.



Figure12: Des plants ont été fournis par un agriculteur de la région de Mouzaia.

3.2 La laitue Madrilène

Est une variété d'automne et d'hiver, de très bonne qualité gustative, qui offre des pommes de feuilles tendres et fraîches, au goût caractéristique. Cette Laitue est réputée comme étant facile de culture et résistante à la sécheresse.

Elle se sème d'août à septembre pour une récolte d'avril à mai. Si la Laitue fait partie des légumes les plus appréciés (il s'en consomme 4,2 kilos par an et par personne), c'est autant pour sa fraîcheur, son croquant que pour ses qualités gustatives et nutritionnelles. Elle se consomme crue en salade mais aussi cuite, pour accompagner les petits pois

Chapitre 2: Matériels et méthodes

la Laitue est une plante annuelle qui appartient à la grande famille des Astéracées. Son nom latin, *Lactuca sativa*, fait référence à la fois à la sève blanche (lactuca) qui s'écoule lorsqu'on la coupe et au fait qu'elle soit cultivée (sativa).

C'est un légume incontournable dans tout potager qui se respecte et il en existe tant de variétés qu'il est possible de la cultiver presque toute l'année.

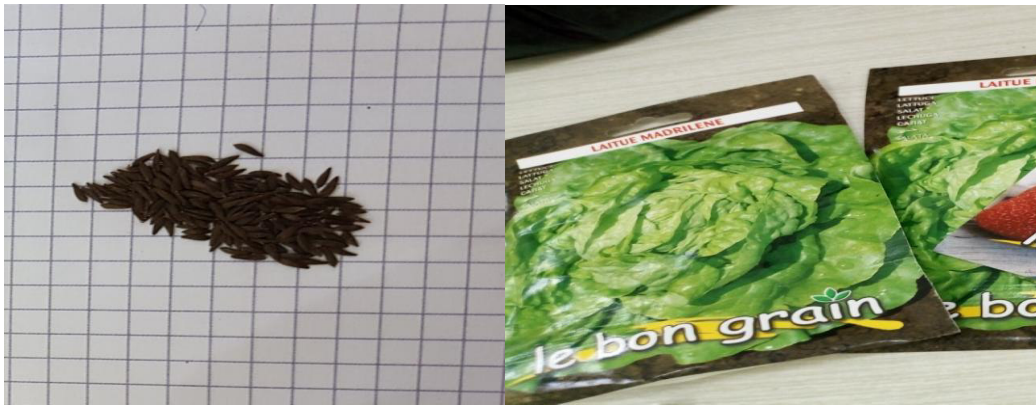


Figure13: Les graines de la laitue Madrilène et son emballage (Original 2019)

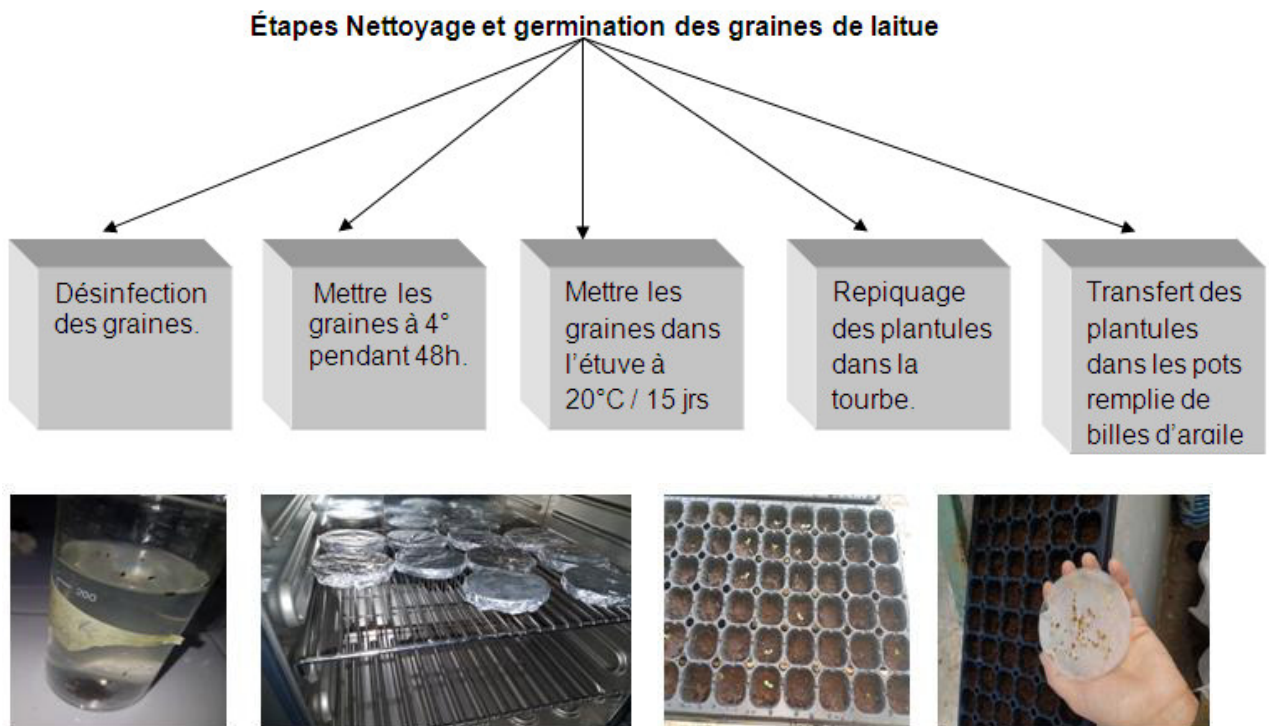


Figure 14 : les étapes de nettoyage et de germination des graines de la laitue (original 2019)

4- Période d'expérimentation

Le choix de la période d'expérimentation s'est fait d'une façon à couvrir tous les stades phonologiques de nos plantes et elle s'est étendu du **07 février 2019** au **10 Juin 2019**

5 Mise en place du dispositif expérimental :

Essais expérimentaux ont été réalisés dans un dispositif composé de cinq tubes en PVC blanc de 80mm de diamètre et 8 mètres de longueur, troués à l'aide d'une perceuse. La distance entre les trous est de 15 cm, dans lesquels sont déposés des pots en plastique troués (Figure 15). Les tubes sont disposés au-dessus d'une table, inclinés par des poutres en bois et fixés par des attaches. Afin de contrôler la pression de la solution, chaque extrémité a été munie d'un robinet (Figure 16).

L'alimentation de chacun des tube par la solution nutritive est assuré par des pompes immergées, ces fertilisants passent tout au long du tube pour revenir dans les réservoirs, ce qui crée un circuit fermé, il faut noté que cette solution est bien alimenté en oxygène. (Figures 17 et 18).



Figure15 : Pots utilisés



Figure 16: Extrémité du tube

(Original 2018)

Chapitre 2: Matériels et méthodes

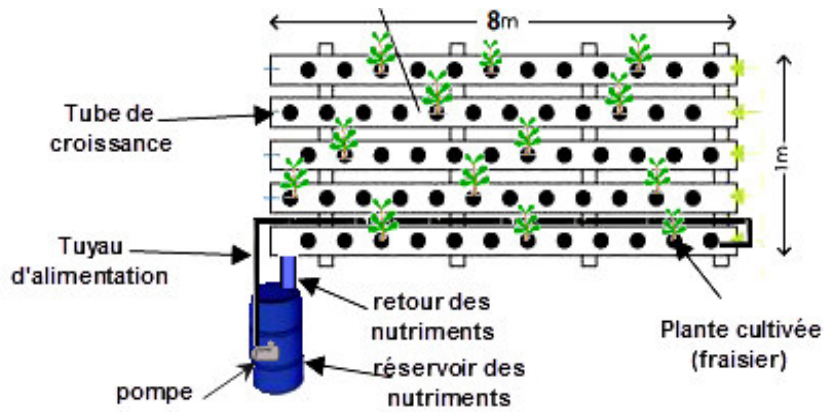


Figure 17 : Schéma descriptive du dispositif expérimental



Figure 18: Dispositif expérimental (Original, 2019)

L'acidité et la conductivité de la solution sont déterminées périodiquement grâce à un pH mètre et un EC mètre durant toute l'expérimentation ; un régulateur de pH chimique est utilisé afin de maintenir le pH au tour de 5 ou 6 alors que la conductivité électrique est généralement maintenue entre 1,2 et 1,8.



Figure19: Ph mètre



Figure20: Appareil de mesure de conductivité

Chapitre 2:Matériels et méthodes

Les essais ont été réalisés en bloc aléatoire complet, le dispositif est composé de 5 blocs à raison de 37 plants ; 28 fraisier et 9 laitue par traitement ce qui fait un total de 185 plants (Figure 18). Les traitements sont effectués comme suit :

- Bloc 1 : fertilisation à base de mélange d'engrais chimique liquides
- Bloc 2 : fertilisation à base de vermicompost
- Bloc 3 : fertilisation à base d'extrait aqueux
- Bloc 4 : fertilisation à base de Vermicompost + d'extrait aqueux
- Bloc 5 : fertilisation à base de mélange de vermicompost et d'extrait aqueux + une faible dose d'engrais chimique liquide

Les informations concernant les engrais commercialisés utilisés durant notre expérimentation sont résumées ci-dessous (tableau 2).

Tableau 2 : les traitements réalisés dans l'expérimentation

Type	Nom commercial	Composition principal	Fabricant
Engrais liquides	Vertex	Azote	Headland
	Hi-phos	Phosphore	
	Codamix	Oligoélément	Coda
Régulateurs de pH	Easimix	Acide phosphorique	Headland

1. Préparation des extraits aqueux

Le biofertilisant utilisé a été extrait selon la méthode décrite par **Roy et al. (2011)** :

- 120 g de poudre de plantes sont introduits dans 2250ml d'eau distillée.
- Ce mélange est mis sous agitation à température ambiante pendant 48 heures.
- Le surnageant (extrait aqueux) est récupéré puis conservé à l'obscurité et à basse température dans des flacons de couleur sombre.



Figure 21 : Broyage de des feuilles sèches (Original,2019) .

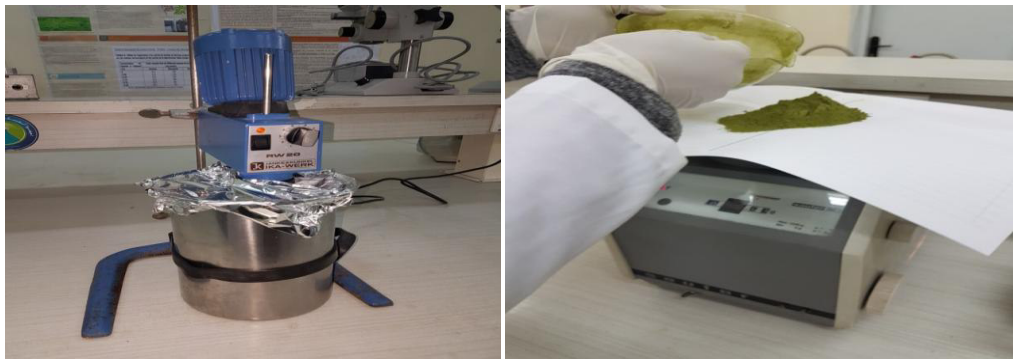


Figure22.: pesée et agitation (Original, 2019).



Figure23: Etapes de préparation de l'extrait aqueux original, 2019).

7. Evaluation de la vigueur et de l'expression végétative

7.1. Nombre de feuilles, fleurs et fruits

Le principe consiste à faire un comptage des feuilles, fleurs et fruits de chaque plante une fois par semaine durant le temps d'expérimentation.

Chapitre 2:Matériels et méthodes

7.2. Poids frais et poids sec de la partie aérienne et souterraine

La biomasse fraîche et sèche de la partie aérienne et souterraine a été mesurée à l'aide d'une balance de précision. Le séchage des échantillons s'est réalisé en mettant le matériel végétal dans une étuve à une température de 60°C durant 48h (figure 24,25).



Figure 24: Pesée de la partie fraîche aérienne et souterraine du fraisier
(Original 2019)

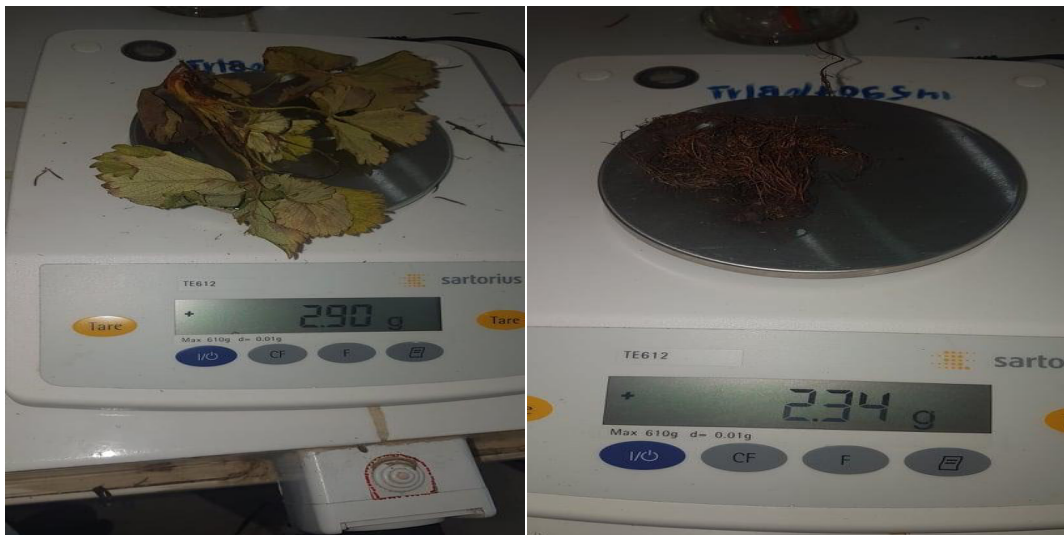


Figure 25 : Pesée de la partie sèche aérienne et souterraine du fraisier.
(Original 2019)

Chapitre 2:Matériels et méthodes

7.3. Surface foliaire

Le principe consiste à étalées les feuilles sur un papier millimétré, en faisant apparaitre clairement les rebords. Nous calculons la moyenne de trois feuilles dans chaque plante. Les feuilles ainsi étalées sont prises en photos par un appareil photos numérique en gardant le même taux de pixel. Les photos numérisées sont traitées par le logiciel digimizer application ver 4.0 (Figure 26).

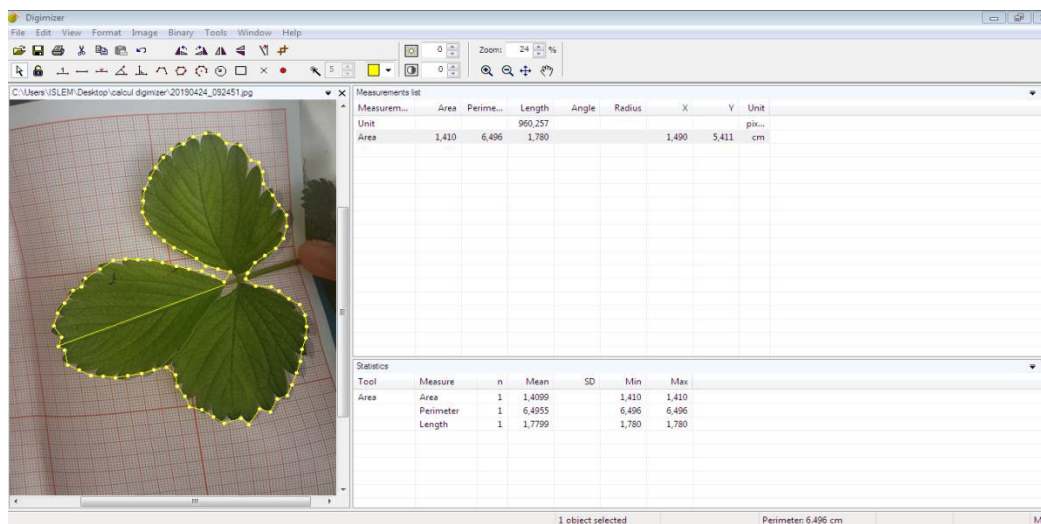


Figure 26 : Estimation de la surface foliaire avec digimizer ver 4.0 (Original 2019)

7.4. Poids et calibre et longueur du fruit

A chaque récolte les fruits ont été pesé à l'aide d'une balance de précision et leurs longueurs ainsi que leurs calibres ont été mesuré avec un ruban mètre.



Figure27. Fraisier. (Original, 2019)

8. Estimation de l'état phytosanitaire

Avec l'apparition d'attaques des ravageurs, nous avons calculé les plantes infectées et l'emplacement d'insectes à l'œil nu.

8.1 Analyses statistique des données

Les résultats présentés sous forme de courbes, ont été réalisés par l'application Excel. Les données sont représentées par les valeurs moyennes .

L'analyse statistique a concerné l'impact du différent type de fertilisation sur l'ensemble des paramètres de croissance et de production.

Les analyses de la variance sont faites sur des moyennes homogènes adoptées sur la base d'un coefficient de variance (C.V. <15%) en utilisant le logiciel PAST. La signification des comparaisons des moyennes a été confirmée par un test (One- way ANOVA et Wilcoxon) .

Chapitre 3 : Résultats

La présente étude vise à estimer la capacité de quelques bio fertilisants organiques comparées avec des fertilisants chimiques sur la vigueur et l'expression végétative du fraisier et de la laitue sous un système hydroponique NFT (Nutrient Film Technique) contenant 5 blocs distingués par cinq solutions nutritive différentes.

1. Estimation de l'expression végétative sous l'effet des différents régimes de nutrition minérale et organique

Les expressions végétatives du fraisier et de la laitue ont été étudiées sous l'effet de différents traitements, pour cela nous avons considéré le nombre de feuilles, la surface foliaire et le poids frais et sec des deux parties aériennes et sous-terraines.

1.1. Variation temporelle du nombre de feuilles de fraisier

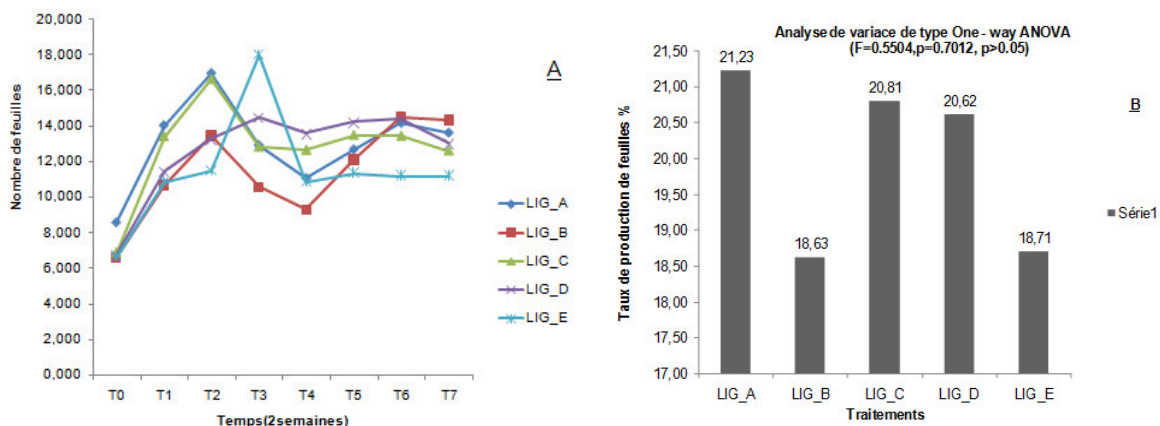


Figure 1 : Effets de différents traitements sur le taux de production des feuilles de fraisier

LIG_A : Traitement chimique
LIG_B : Vermicompost
LIG_C : Extrait végétal
LIG_D : Extrait végétal + Vermicompost
LIG_E : T.chimique + E. végétal + Vermicompost

La figure A représente l'évolution du nombre de feuilles en fonction de deux facteurs étudiés, le temps et le type de fertilisation, l'analyse de variance de type One-way ANOVA montre que la différence entre les effets des différents traitements est non significatif sur le nombre de feuilles de fraisier ($p=0.7012$, $p>0.05$).

Chapitre 3 : Résultats

En ce qui concerne les potentialités du traitement, le test One-way ANOVA (Figure 1B) fait constater une nette différence dans l'effet des traitements, les solutions nutritives A, C et D représentent une forte production de feuilles, tandis que les traitements B et E ont un effet moins important.

L'analyse de variance type One-way ANOVA montre que la différence entre les effets des différents traitements est non significatif ($p > 0,05$) sur l'évolution temporelle du nombre de feuilles.

1.2. Variation temporelle du nombre de feuilles de laitue

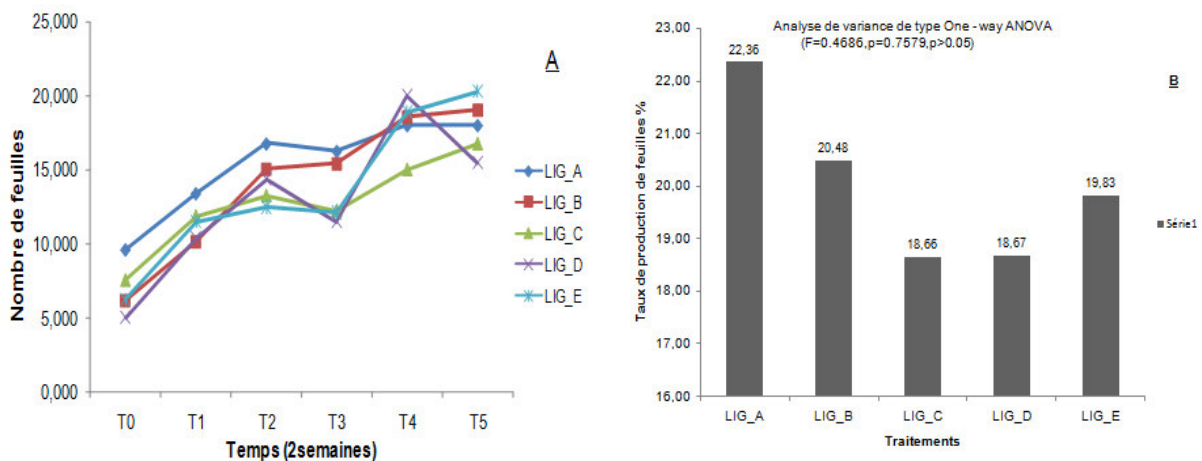


Figure 2 : Effets de différents traitements sur le taux de production des feuilles de laitue

LIG_A : Traitement chimique
LIG_B : vermicompost
LIG_C : Extrait végétal
LIG_D : Extrait végétal + Vermicompost
LIG_E : T.chimique + E. végétal + Vermicompost

La figure A représente l'évolution du nombre de feuilles en fonction de deux facteurs étudiés, le temps et le type de fertilisation, l'analyse de variance de type One-way ANOVA montre que la différence entre les effets des traitements est non significative sur le nombre de feuilles de laitue ($p = 0.7579$, $p > 0.05$).

En ce qui concerne les potentialités du traitement, le test One-way ANOVA (Figure 2B) fait constater une différence dans l'effet des traitements, les solutions nutritives A, B et E représentent une forte production de feuilles de T0_ T7, tandis

Chapitre 3 : Résultats

que le traitement D a eu une chute à peine remarquable en T2 et il a repris sa production à partir de T3.

L'analyse de variance type One-way ANOVA montre que la différence entre les effets des différents traitements est non significative ($p > 0,05$) sur l'évolution temporelle du nombre de feuilles.

1.3 Variation temporelle de la surface foliaire des feuilles de fraisier

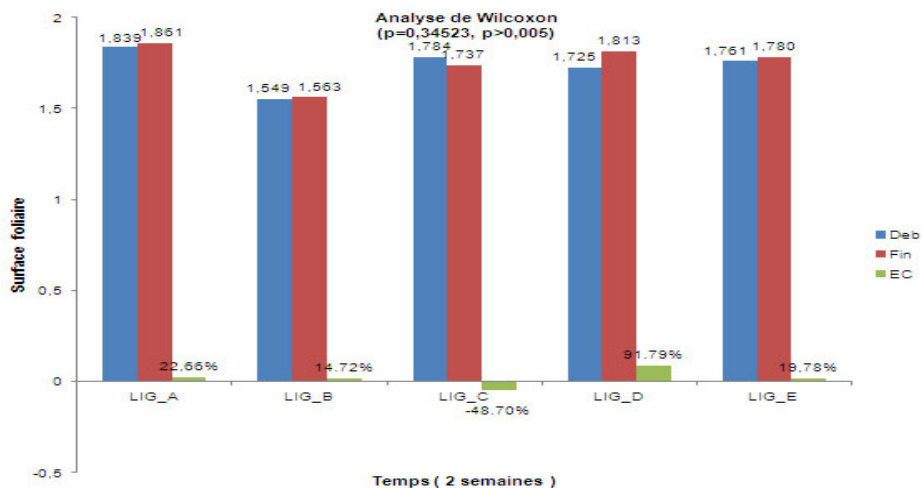


Figure 3 : Effets des différents traitements sur la surface foliaire du fraisier

Deb : surface au début

Fin : surface à la fin

EC :Ecart type

Dans cette partie nous nous intéressons à l'étude d'effets des différents traitements et l'évolution temporelle sur les surfaces foliaires du fraisier.

Les résultats reportés dans la (figure 3) par l'analyse de Wilcoxon montrent que les traitements et le temps ont un effet non significatif ($p = 0,34523$, $p > 0,05$). L'historique montre que la surface foliaire au début et à la fin de plantation a une augmentation très remarquable ou nous pouvant signaler un écart type de 23% jusqu'à 90% dans l'utilisation des traitements A, B, D et E, et un écart de -48% au niveau le traitement C.

Chapitre 3 : Résultats

1.4 Variation temporelle de la surface foliaire des feuilles de laitue

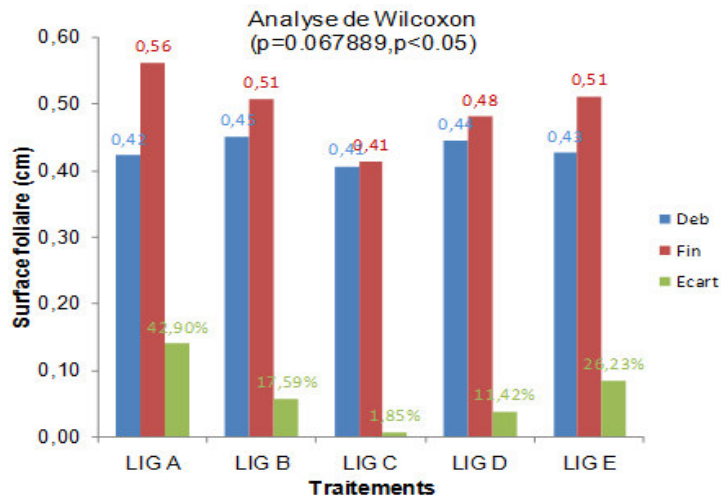


Figure 4 : Effets de différents traitements sur la surface foliaire de laitue.

Deb : Début (1ère surface foliaire)
Fin : Fin (2ème surface foliaire)
Ecart : Ecart type

Les différents traitements réalisés au cours de nos suivis sur une période de 75 jours nous ont permis d'étudier l'effet des différents traitements et l'évolution temporelle sur les surfaces foliaires de laitue.

Les résultats reportés dans (figure 4) par le test de Wilcoxon montrent que les traitements ont un effet marginalement significatif dans le temps ($p=0.067889, p<0.05$).

Cette étude montre que la surface foliaire a augmenté du début jusqu'à la fin de plantation où nous pouvant signaler un écart type très remarquable pour les lignes A, B, D et E et qui est moins remarquable pour la ligne C.

Chapitre 3 : Résultats

1.5 Estimation du poids frais de la partie aérienne de fraisier

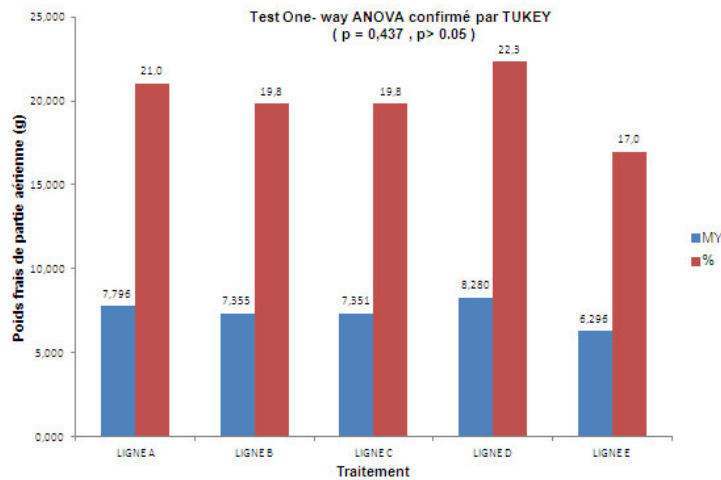


Figure5 : Effet de différent traitement sur le poids frais de la partie aérienne de fraisier.

MY : Moyenne
% : taux de poids

La figure.5 représente l'effet de différents traitements sur le poids frais de la partie aérienne de fraisier en fonction de temps.

L'analyse de variance de type One-way ANOVA qui est confirmé par TUKEY montre que la moyenne et le taux du poids frais de la partie aérienne n'est pas significatif ($p=0.437$, $p>0.05$) Et nous remarquons sur l'histogramme (Fig. 9) que les traitements ont presque les mêmes moyennes de poids, avec un léger avantage pour le traitement D, cependant, le minimum a été observé dans le traitement E qui présente un poids frais de 17g.

1.6 Estimation du poids frais de la partie sous terrain de fraisier

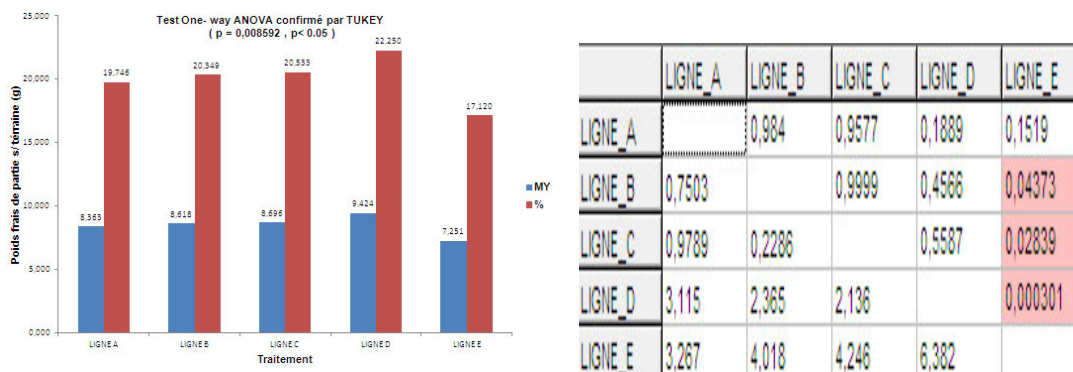


Figure6 : Effet des différents traitements sur le poids frais de la partie sous-terrain de fraisier

Chapitre 3 : Résultats

D'après les résultats observés dans la figure 6 et L'analyse de la variance One-way ANOVA qui est confirmé par TUKEY montre que le poids frais des parties aériennes de fraisier a un effet significatif. ($P=0.008592$, $p<5\%$)

Pour ce qui est du poids frais des parties aériennes, nous remarquons sur l'histogramme (Fig. 6) que les traitements ont presque le même poids, avec un léger avantage pour le traitement D qui enregistre un maximum de 22.25g, cependant, le minimum a été relevé dans le traitement B qui présente un poids frais de 17.12g.

1.7 Estimation du poids sec de la partie aérienne de fraisier

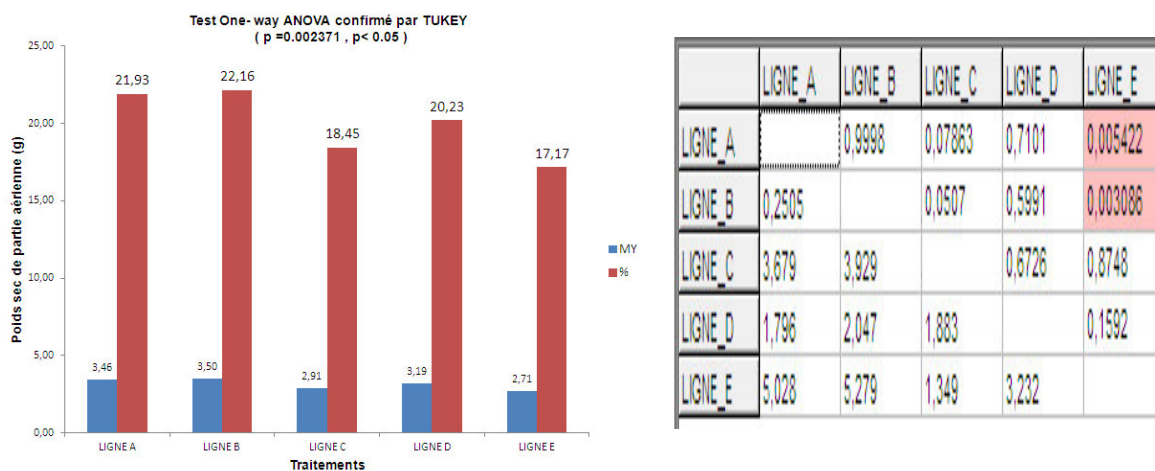


Figure 7 : Effet de différent traitement sur le poids sec de la partie aérienne de fraisier.

La figure 7 représente l'effet de différents traitements sur le poids sec de la partie aérienne du fraisier en fonction de temps.

L'analyse de variance de test One-way ANOVA, qui est confirmé par TUKEY, montre que le poids sec de la partie aérienne est hautement significativement influencé par les différents traitements ($p=0.002371$, $p<0.05$). L'histogramme (Fig.7.A) montre que tous les traitements ont un même effet sur le poids sec de la partie aérienne avec un avantage pour les traitements A et B.

Chapitre 3 : Résultats

1.8 Estimation du poids de la partie sous terrain de fraisier

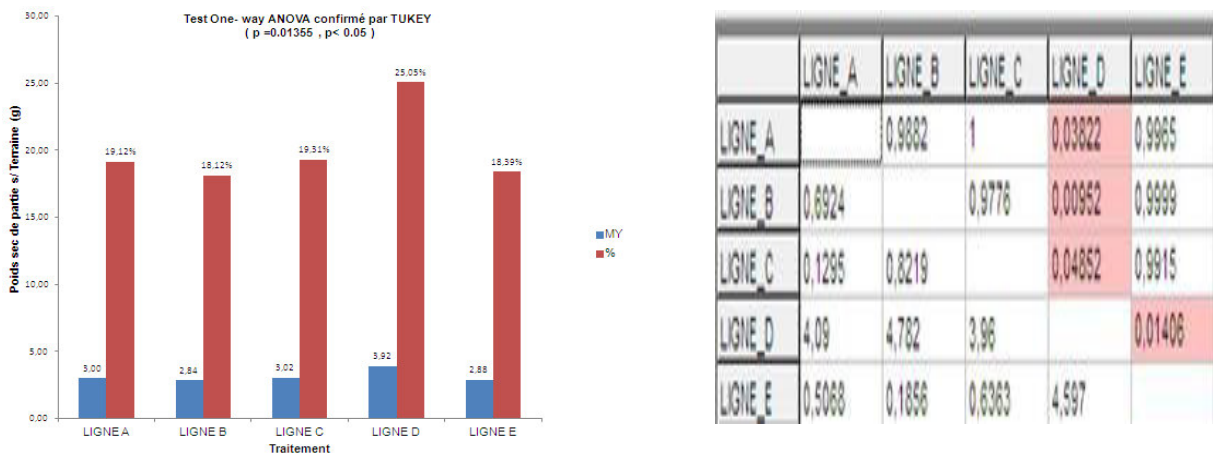


Figure 8 : Effet de différent traitement sur le poids sec de la partie aérienne de fraisier.

Les résultats reportés dans la (figure 8) par l'analyse de test One-way confirmé par TUKEY montrent que les traitements et le temps ont un effet marginalement significatif ($p=0.01355$, $p < 0.05$).

Les résultats du poids sec montrent que tous les traitements ont un effet équivalent avec un effet beaucoup plus remarquable pour le traitement D ($m=8.18g$), cependant le minimum a été signalé cette fois-ci chez le traitement C que le poids sec.

1.9 Estimation du poids frais de la partie aérienne de la laitue

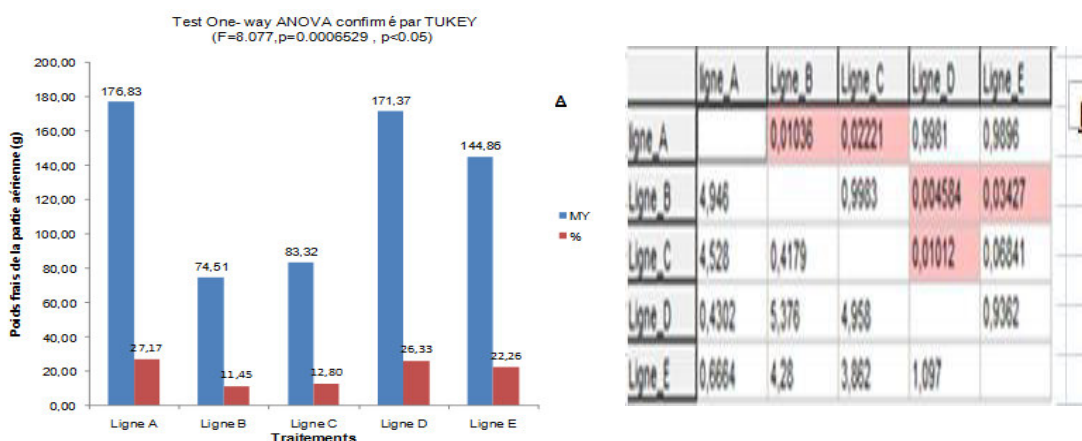


Figure 9 : Effet de différents traitements sur le poids frais de la partie aérienne de laitue.

MY : Moyenne

% : taux de poids

Chapitre 3 : Résultats

La figure.9 représente l'effet de différents traitements sur le poids frais de la partie aérienne de laitue en fonction du temps.

L'analyse de variance de test One-way ANOVA qui est confirmé par TUKEY montre que le poids frais de la partie aérienne est hautement significativement influencé par les différents traitements ($p=0.000659$, $p<0.05$). L'histogramme (Fig.9.A) montre que tous les traitements ont un même effet sur le poids sec de la partie aérienne avec un avantage pour les traitements A, D et E.

1.10 Estimation du poids frais de la partie sous terrain de laitue

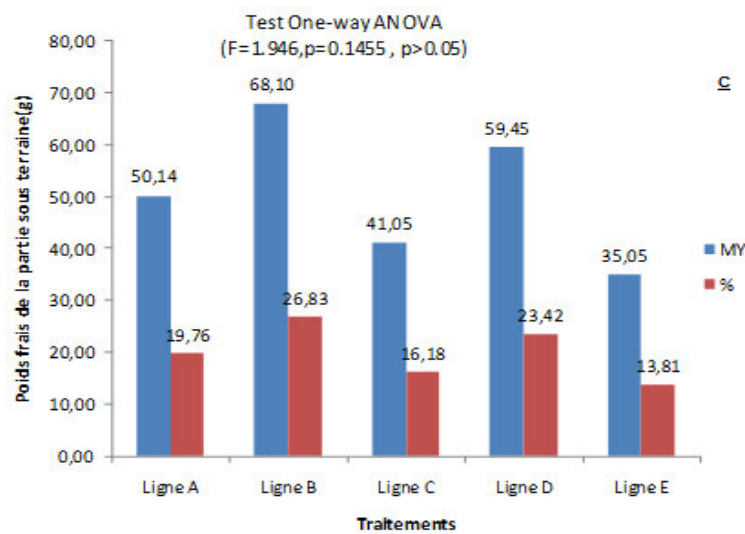


Figure 10 : Effet de différents traitements sur le poids frais de la partie aérienne de laitue.

La figure.10 représente l'effet de différents traitements sur le poids frais de la partie sous-terrain de laitue en fonction du temps.

L'analyse de variance de test One-way ANOVA montre que les traitements ont un effet non significatif sur le poids frais de la partie sous-terrain de la laitue ($p=0.1455$, $p>0.05$).

La figure.10 représente l'effet des différents traitements sur le poids frais de la partie sous-terrain de la laitue en fonction de temps.

L'analyse de variance du test One-way ANOVA montre que les traitements ont un effet non significatif sur le poids frais de la partie sous-terrain ($p=0.1455$, $p>0.05$). L'histogramme (Fig.10.A) montre que tous les traitements ont un même effet sur le poids sec de la partie aérienne avec un avantage pour les traitements A, B et D.

Chapitre 3 : Résultats

2. Estimation des paramètres de production sous l'effet des différents régimes de nutrition minérale et organique

2.1. Estimation de la production florale

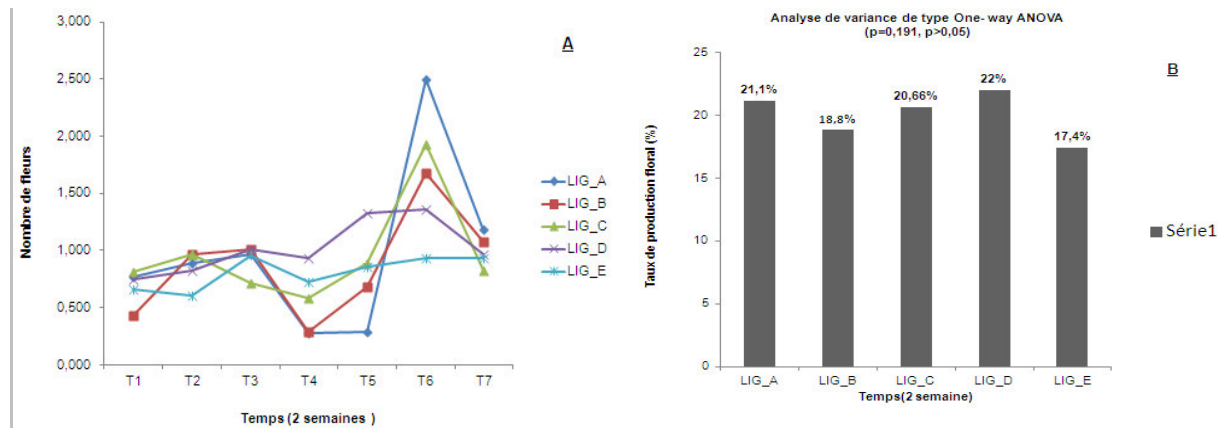


Figure 11 : Effets des différents traitements sur la production des fleurs de fraisier

LIG_A : Traitement chimique
LIG_B : Vermicompost
LIG_C : Extrait Végétal
LIG_D : Extrait + vermi
LIG_E : T.Chimique + vermi +extrait

L'analyse de variance type ANOVA montre que la différence entre les effets des différents traitements est non significative ($p > 0,05$) sur l'évolution temporelle du nombre de fleurs figure (11, B).

Selon la figure (11,A) on constate que les traitements présentent une production florale moyenne approchée dans tous les blocs avec un croisement continue et important du nombre de fleurs, les valeurs les plus élevées sont enregistrées au niveau de traitement A ,C et D, Effectivement, la croissance affiche un changement de tendance temporelle et une diminution du rendement avec quelques différences soulignées dans les traitements B et A(Figure 11.B) où on remarque une chute d'environ 15 jours, le traitement D quant à lui a été le plus performant avec 22 fleurs.

2.2. Estimation des fruits récoltés

L'étude des paramètres de production a révélé que les différentes solutions nutritives n'ont pas une influence significative ni sur le nombre de fruits, ni sur le poids, ni sur le calibre et ni sur la longueur ($p > 5\%$).

Chapitre 3 : Résultats

2.2.1 Etude de nombre de fruits

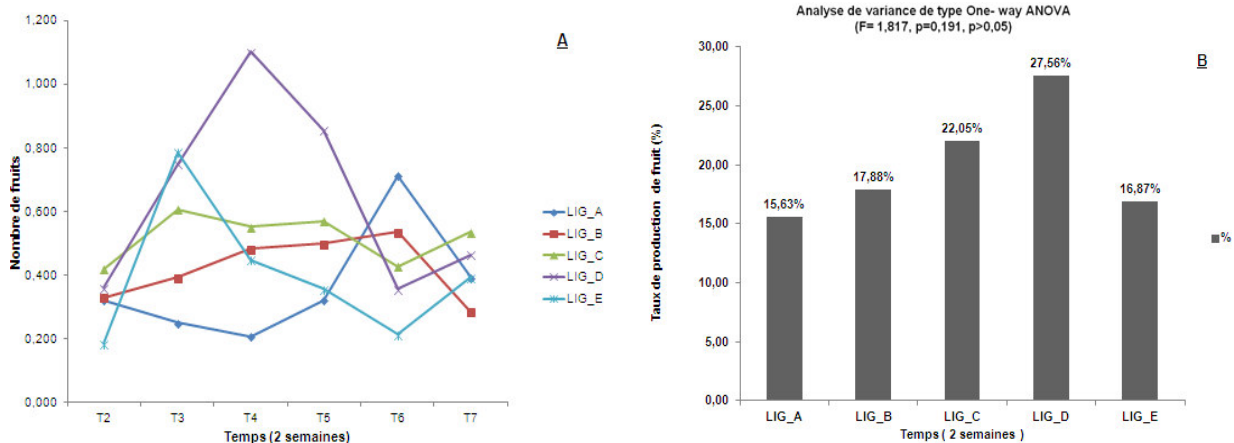


Figure 12 : Effets des différents traitements sur la production des fruits de fraisier.

Pour le nombre de fruit, la figure 12.B montre que la production de fruit est favorisée au niveau du traitement D avec une moyenne de 26 fruits, suivie par le reste des traitements avec une production presque égale allant de 17 à 23 fruits par bloc.

D'après la figure (12.A) nous remarquons qu'il y a une production précoce et remarquable à la 2ème semaine enregistrée dans les traitements D et E suivie d'une chute entre 30 et 45 jours, ils ont repris la production au T6, tandis qu'on observe une stabilité partielle de production et de rendement dans les traitements B et C.

2.2.2 Estimation du poids du fruit

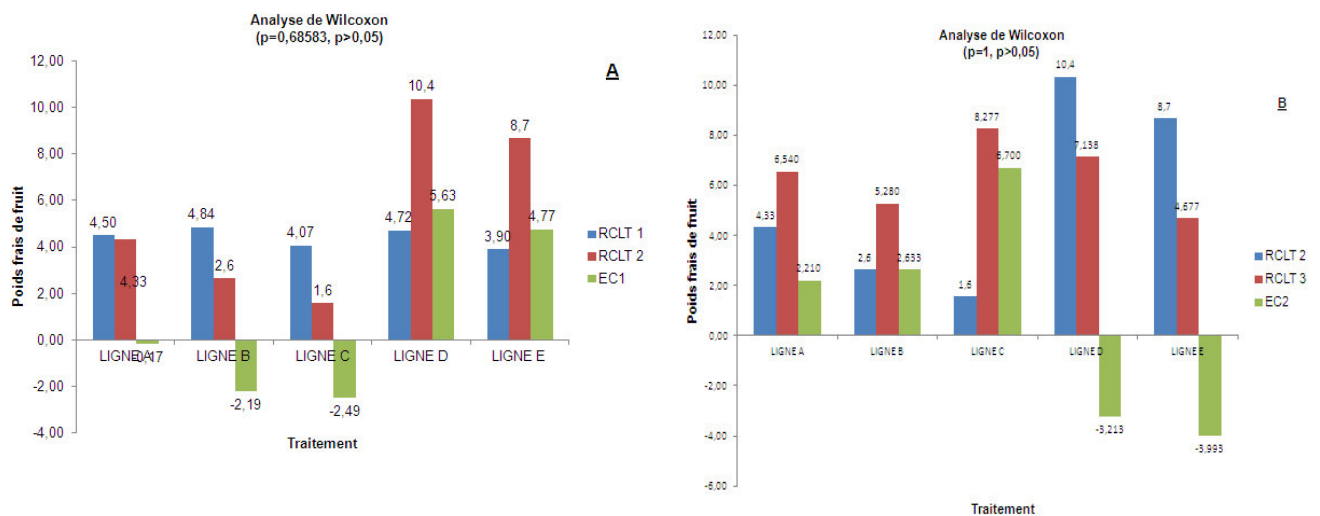


Figure 13 : Effet de différent traitement sur le poids frais de fruit de fraisier.

Chapitre 3 : Résultats

Les résultats obtenus concernant l'effet de différents traitements entre les trois récoltes de fruits de fraisier durant le cycle de l'expérimentation montrent qu'après le test de Wilcoxon (figure 13) l'effet des traitements est nettement non significatif ($p=0,68583$, $p=1$, $p>0,05$).

La figure (13.A) montre que le poids frais des fruits des deux récoltes 1 et 2 ont un écart type très bien remarquable au niveau des traitements D et E qui s'exprime avec une augmentation du poids du fruit avec une valeur qui varie entre (4,77- 5,63g) et une diminution aussi observable au niveau des traitements B et C avec une valeur variant entre (0,47 - 2.49g).

Concernant la figure (13.B), elle montre que le poids des fruits du fraisier avait une augmentation du poids durant la récolte, donc y avait une différence ce qui s'exprime avec une augmentation du poids de fruit qui est bien claire pour les traitements A, B et C avec une variation de (2,2 -6,7 g), et une diminution de poids dans les traitements D et E avec une valeur de (3,21-3,99 g).

2.2.3 Estimation de la longueur de fruit

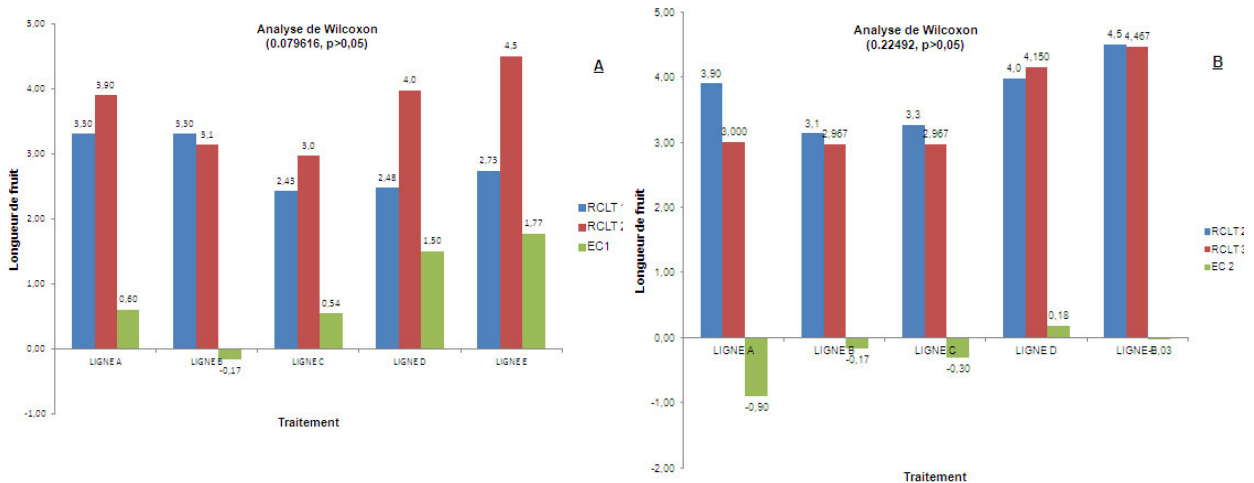


Figure 14 : Effet de différent traitement sur la longueur de fruit de fraisier.

Dans cette partie nous s'intéressons à l'étude la longueur de fruit fraisier et la différence entre les trois récoltes et l'écart type entre la récolte 1 et 2, et la récolte 2 et 3.

Les résultats reportés dans la (figure 14) par l'analyse de Wilcoxon montrent que les traitements et le temps ont un effet marginalement significatif lors des deux

Chapitre 3 : Résultats

premières récolte (14. A) ($p=0.079616$, $p>0.05$) et un effet non significatif entre les récoltes 2 et 3 (Figure 14.B) ($p=0.22492$, $p>0.05$).

L'histogramme (figure 8.A) montre que la longueur des fruits entre la récolte 1 et 2 se diffère où nous pouvant signaler une augmentation de la longueur de fruit avec un écart type de 0.6 jusqu'au 1,77 cm dans l'utilisation des traitements A, C, D et E, et une diminution de la longueur avec un écart de 0,17 cm au niveau du traitement B.

2.2.4 Estimation du calibre de fruit

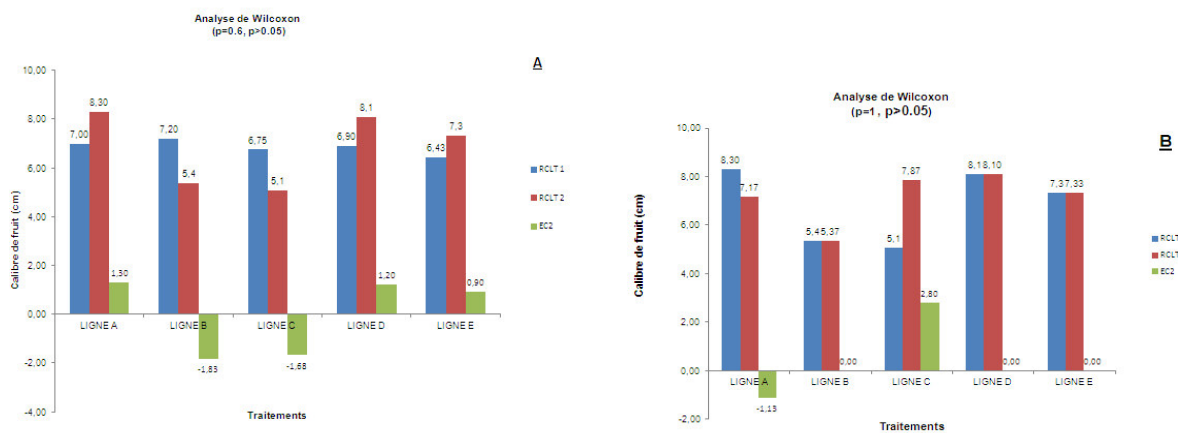


Figure 15 : Effet de différents traitements sur le calibre de fruits de fraisier

D'après les résultats observés dans la figure 15 et l'analyse de Wilcoxon qui montre un effet non significatif ($p=0.6$, $p=1$, $p>0.05$), nous remarquons dans la 1ère et la 2ème récolte (fig 15.A) un écart type très remarquable au niveau des 5 lignes où il y a une augmentation du calibre dans les lignes A, D et E et une diminution du calibre au niveau des lignes B et C.

Et pour (la figure 15.B), nous remarquons un écart type remarquable pour les lignes A et C où il y a une augmentation du calibre pour la ligne C et une diminution pour la ligne A, par contre nous remarquons une similitude entre les calibres des fruits du 2ème et 3ème récolte pour les lignes B, D et E alors une absence d'écart type.

3. Estimation de l'état phytosanitaire sous l'effet des différents régimes de nutrition minérale et organique

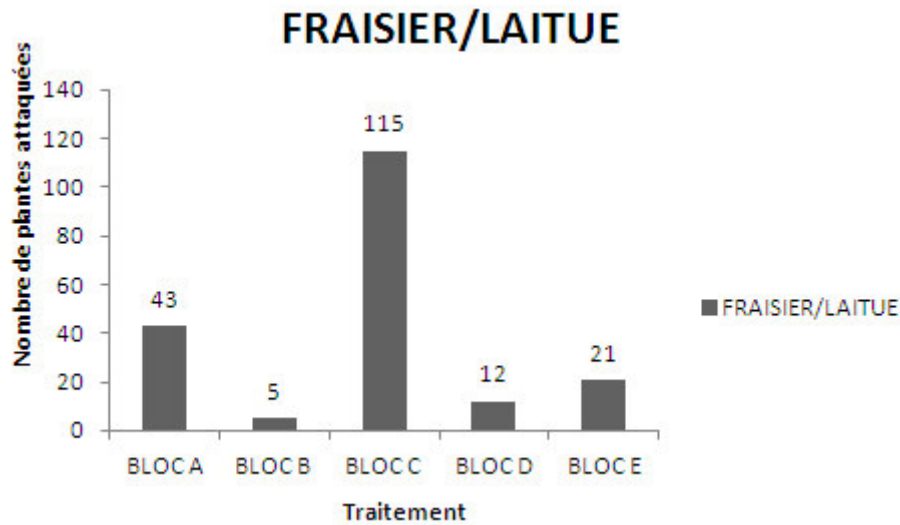


Figure 16 : abondances des pucerons en fonction du traitement

Nous avons étudié l'effet des traitements sur la susceptibilité et la résistance des plantes de fraisier et de laitue face aux attaques des ravageurs, dans ce but nous avons effectué un suivi dans lequel nous avons calculé le nombre de puceron par bloc.

La figure 16 nous montre que les plantes du bloc B sont les plus résistantes aux attaques des pucerons avec un total de 5 individus seulement dénombrés suivi par les blocs D et E qui présente 12 et 21 individus alors que le traitement est le plus sensible aux attaques avec un total de 115 pucerons, donc nous constatons que le vermicompost éloigne les pucerons alors qu'au contraire l'extrait aqueux les attire.

Chapitre 4 : Discussion générale

Chapitre 4 : Discussion générale

Le développement des régies culturaux constitue un challenge afin d'aboutir à une agriculture plus respectueuse à l'environnement. Dans ce contexte, la valorisation et les nouvelles techniques de prélèvement d'éléments minéraux sont en pleins essor. Pour cela, des stratégies relativement récentes visent à développer de nouveaux types d'intrants bénéficiant de l'apport de substances d'origine végétal ou organique avec pour objectif de gagner des points d'efficience nutritionnelles pour les plantes cultivée.

D'autres méthodes visant l'amélioration des rendements sont les cultures hydroponiques, dont l'intérêt est de permettre à l'agriculteur de s'installer dans les régions les plus défavorables, là où le sol fait défaut à condition que les substrats inertes soient disponibles ainsi. Cette technique permet aussi l'élimination des problèmes liés aux sols tels que les maladies fongiques.

Notre étude permet de mettre en évidence l'effet des différentes sources de fertilisation sur la croissance et le développement chez deux cultures différentes ; la fraise et la laitue. Ainsi nous avons comparé des biofertilisants à base végétale et organique à une solution nutritive composée d'engrais liquides conventionnelles.

Les résultats obtenus durant notre expérimentation montrent que les traitements ont un effet significatif sur les paramètres d'expression végétative où nous signalons que les biofertilisants et la fertilisation chimique présentent une production foliaire presque semblables. Cependant, il faut noter que le mélange des bio fertilisants et le traitement chimique présente le taux le plus faible.

En outre, nous avons constaté que les biofertilisants ont pu donner presque un même effet pour ce qui concerne la masse fraîche et sèche, ainsi que tous les paramètres de production que nous évoqué dans notre étude.

Chapitre 4 : Discussion générale

Tableau 03: Evaluation des différents paramètres de croissance, de production et de l'état phytosanitaire

		Croissance	Production	Qualité de fruit	Biomasse	Etat phytosanitaire
Ligne A	Fraisier	+++	++	+++	+++	+
	Laitue	+++	+++	+++	+++	
Ligne B	Fraisier	++	++	++	+++	+++
	Laitue	++	+++	+++	+++	
Ligne C	Fraisier	+	++	++	++	+
	Laitue	++	+	++	++	
Ligne D	Fraisier	+++	+++	+++	+++	++
	Laitue	+++	+++	+++	++	
Ligne E	Fraisier	++	+	+	++	++
	Laitue	+++	++	++	+++	

Ce résultat pourrait être expliqué parce que le vermicompost et le bio fertilisant végétal contenait des substances humiques, qui agissent comme des activateurs de la physiologie et l'absorption des nutriments.

La culture hydroponique est très présente en horticulture et dans la culture forcée de certains fruits et légumes. Elle permet d'accélérer le processus de maturation des fruits grâce à un rythme nyctéméral plus rapide et permet plusieurs récoltes par an (**ANONYME, 2014**).

La plupart des données de la littérature décrit les avantages effets du vermicompost sur la germination des graines, la croissance, et la concentration phytochimique résultant de la présence de macro et micro éléments qui stimulent directement la croissance des plantes (**Sinha et al., 2011**). De plus, le vermicompost contient des substances biologiquement actives tels que les acides humiques et fulviques qui favorisent croissance (**Perucci 1990, Suthar 2010**). Les acides humiques sont des molécules qui régulent de nombreux processus de

Chapitre 4 : Discussion générale

développement des plantes ainsi que l'absorption des nutriments (**Arancon et al., 2006, Atiyeh, Edwards et al., 2000**).

En ce qui concerne les paramètres de croissance, des différences significatives entre les traitements de fertilisation biologique ont été montrés mais avec des valeurs qui se rapproche beaucoup plus avec le fertilisant chimique. Cela signifie que le vermicompost et le bio fertilisant végétal étaient en mesure de fournir suffisamment de nutriments pour la croissance appropriée des plantes de fraise ;de plus, les rapports précédents ont souligné que le vermicompost semble affecter la croissance des plantes probablement due à l'activité d'une hormone végétale liée à la microflore associée au lombricompostage et aux métabolites (**Atiyeh et al., 2002**).

Dans notre expérience, les fertilisants organiques et végétaux ont montré des valeurs très semblables à celles obtenues chez les fertilisants conventionnelle, et cela pour la quasi-totalité des paramètre étudiés, le Vermicompost a déjà amélioré la croissance variable telles que la surface foliaire et le poids de la racine sèche dans les espèces comme le souci, le bleuet, la tomate (**Bachman et Metzger 2008**), et le poivre (**Gopinath et al., 2009**). D'autres chercheurs ont émis l'hypothèse que l'utilisation du lombricompost peut entraîner une plus grande initiation de racines, une augmentation de la biomasse racinaire, une amélioration de la croissance des plantes et un bon développement général.

Plusieurs scientifiques récents ont beaucoup commenté sur les avantages du vermicompost lorsqu'il est utilisé comme source de nutriments dans l'agriculture biologique (**Mistry 2015, Vannila et al., 2012**). L'effet le plus important du lombricompost sur les légumes est dû à son activité de promotion de la croissance des plantes, même à faibles doses (**Edwards et Arancon 2004; Singh et al. 2008**).

Concernant le fertilisant végétal, l'utilisation de son extrait aqueux brut pour nourrir les cultures est une pratique ancienne utilisée dès l'antiquité. Plus récemment, plusieurs travaux de recherche (**briand, 1998**) ont été orienté vers la mise au point de procédés de purification des substances actives afin d'améliorer leur efficacité biostimulante et de développer des modes d'apports plus adaptés au cultures actuelles ; l'analyse de la composition de ces biofertilisants a révélé la présence de macro et microéléments essentiels tels que Ca, Mg, K, P...etc. Ils contiennent également des antioxydants, des composés phénoliques et des

Chapitre 4 : Discussion générale

phytohormones, cette composition diverse indique que leurs extraits peuvent être utilisés comme biostimulants végétal ; de nombreuses recherches ont souligné aussi le rôle de ces biofertilisants dans l'amélioration de la croissance et le développement des plantes dans de différentes cultures.

Les travaux antérieurs ont montré une amélioration du rendement des cultures sous traitements organiques (**Chellemi et Roskopf 2004**). Cela est contrasté avec la plupart des études similaires comparant des sources organiques de nutriments avec engrais conventionnel (**Amor 2006, Gopinath et al. 2009**). Dans cette étude, le rendement a montré des valeurs très proches de celles enregistré chez le fertilisant conventionnel.

Conclusion générale et perspectives

Conclusion générale et perspectives

Le travail étudié dans ce mémoire de Master s'est porté sur la capacité du vermicompost et des extraits végétaux dans l'entretien nutritionnel du fraisier et de la laitue, ainsi que l'évaluation des paramètres de croissance, de production et de l'état phytosanitaire. Cette dernière a été réalisée au sein de l'université de Blida1 pendant 4 mois et nous a permis de comparer l'effet des différents fertilisants chimiques et biologiques sur les différents paramètres de nos cultures.

D'après les résultats marqués durant toute l'expérimentation, nous avons pu signaler que les bio fertilisants montrent un effet remarquable sur la croissance végétative et les paramètres de production (taux de production foliaire, floraison, le rendement, la surface foliaire, le calibre, la longueur et le poids frais et sec de la partie aérienne et sous terrain) semblable à celui observé par le fertilisant chimiques

Les résultats ont prouvé aussi qu'il existe une différence non significative sur le rendement moyen de chaque paramètre.

Du point de vue économique, les produits biologiques ont un impact très positive auprès des agriculteurs qui ont constaté cette importante différence en tonnage et aussi en efficacité en sachant que les produits chimiques sont plus chers qu'un produit biologique.

Il serait intéressant par ailleurs d'une part plus profondément les effets nutritives et bio stimulants que peuvent être déterminé par ce type de fertilisant d'une façon plus détaillée la valeur ajoutée d'un tel produit d'autre part.

D'autres travaux pourraient être orientés vers l'étude de l'influence d'autres régies culturales qui peuvent être apportées afin d'améliorer la qualité et la quantité de nos produits agricoles.

Liste des références

- **Abbott A. J, 1968.** Growth of strawberry plant in relation to nitrogen and phosphorus nutrition. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 43:491-504
- **Altieri, M. A., 2002.** Agroecology: the science of natural resource ecologie
- **Amor, F. D. 2006. Growth,** photosynthesis and chlorophyll fluorescence of sweetpepper plants as affected by the cultivation method. Annals of AppliedBiology148:132-40.
- **Anonyme, 2015.** Les symptômes de carence en éléments nutritifs.p.32.
- **Arancon, N. Q., C. A. Edwards, S. Lee, and R. Byrne. 2006.** Effects of humicacids from vermicomposts on field strawberries.
- **Arancon, N., Edwards, C, Bierman, P., Welch, C. & Metzger, J. 2004.**Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology, 93 (2): 145-153.humicacidsfromvermicomposts on plant growth. European Journal of SoilBiology42:65-69.
- **Atiyeh, R. M., C. A. Edwards, S. Subler, and J. D. Metzger. 2000.** Earthwormprocessedorganicwastes as component of horticultural potting media for growingmarigoldvegetable seedlings. Compost Science And utilization 8:213-23.
- **Atiyeh, R. M., N. Arancon, C. A. Edwards, and J. D. Metzeger. 2000.** ww.potasse.ch info@potasse.ch.
- **CHALAYER P., GOUZE M. et LIZOT J.F., (1998)** - Les salades d'automne-hiver sousabri froid, conduite en agriculture biologique, Laitue – Batavia - Feuilles de chêne - Lollo.
- **CHALAYER P., GOUZE M. et LIZOT J.F., (2014)** - Les salades d'automne-hiver sous- abri froid, conduite en agriculture biologique, Laitue – Batavia - Feuilles de chêne - Lollo. Fiche Tec. GRAB-ITAB, 4p

Liste des références

- **Clair, S.B.**, Lynch, J.P., 2010. The opening of Pandora's Box: climate change impactson soil fertility and crop nutrition in developing countries. *Plant Soil* 335,101–115.
- **COLLIN F, LIZOT J.F.**, (2003) - Produire des semences de laitue dans un itinérairecompost on microbialbiomass and enzyme activities in soil. connaître et maîtriser.
- **CRSTRA** (Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides), 78p.Culture des fraises et des framboises. Récupéré de <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/Production/Pages/Fraises-framboises.aspx>
- **D. Gilchrist**, "Programmed cell death in plant disease: the purpose and promise of cellular suicide," *Annual review of phytopathology*, vol. 36, pp. 393-414, 1998.
- **Darwin'sfriends of farmers**). *American Journal of Experimentalde formation*, Projet Intrants/FAO. 24 P
- **DELAMARRE C.**, (2011) - Incidence du climat, Salade sous abri, Development of Speaking Plant Approach Technique for Intelligent Greenhouse," *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, vol. 3, pp. 9-13, 2015.
- **DUBY, Georges et WALLON, Armand** (dir.), *Histoire de la France rurale* tome 3, Paris, éditions du Seuil, 1975).during conversion fromconventional to organic production
- **ELATTIR H., SKIRDJ A. et ELFADL A.**, (2006) - Transfert de technologie en agriculture,
- **ELMHIRST J.**, (2006). Profil de la culture de la laitue de serre au Canada,**et Bostanian, 2005 ; Handley and Pollard, 1993 ; Chagnon et al**GAB/FRAB. (2009) - Laitues, Batavias, *Lactuca sativa* - Astéracées.Génie Agro. BEREP.11P
- **Gopinath, K. A., S. Saha, B. L. Mina, H. Pande, A. K. Srivastva**,growth. *European Journal of SoilBiology*42:65–69.
- **H. Nishina**, "Development of Speaking Plant Approach Technique for Intelligent Greenhouse," *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, vol. 3, pp. 9-13, 2015. in*IndianHimalayas. ScientiaHorticulturae*122:339–45.

Liste des références

- ITCMI, (2010) - La culture de laitue.
- **Izard, D. (2017).** La fraise hors sol sous abris froids. Récupéré La_fraise_hors_sol_froid_ws1037484763.pdf.
- **Izard, D. (2017).** La fraise hors sol sous abris froids. Récupéré de à http://gfol1.fruitsplus.net/La_fraise_hors_sol_froid_ws1037484763.pdf.
- **Jorge Dominguez** and others published Relationships between Composting ... 2007; **Suthar 2007**) Journal of Sciences of Food and Agriculture, 2015.
- **KOUASSI S, 2009** : Culture hydroponique de la tomate, Fiche Technico-économique. La laitue, l'endive, le topinambour, la verveine, la tomate industrielle.
- **LAKHDARI K., KHERFI Y. et BOULASSEL A., (2010)** - Atlas des semences locales
maladies et carences nutritives du haricot commun en afrique Guide
management forpoor farmers in marginal environments. Agric.
Ecosyst.Environ. 93, 1--24.
- **Mdarhri M., 2005.** Isolement et identification de l'agent responsable de la maladie bactérienne des tâches angulaires du fraisier (*Xanthomonas fragariae*). Thèse 3ème Cycle Agronomie, Option Phytiairie, Complexe Horticole, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Agadir (Maroc), 38 pp.
- **Morard, P., 1995.** Les cultures végétales hors sol. Publications Agricoles,
- **Morard, 1995** une application inhabituelle de la culture **hydroponique** de système fermé ... qui résistent à la biodégradation pendant une longue période
NFT Production of Lettuce History The nutrient film technique (NFT) was developed during the late 1960's by Dr Allan Cooper at the Glasshouse Crops Research of horticultural potting media for growingmarigoldvegetable
- **Parshant, 3., Deep, J. B., V., K. W., Akash, S., & Mudasir, I., 2014.** Growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Chandler as influenced by various mulching materials. African Journal of Agricultural Research, 9(7), 701-706

Liste des références

- **Parshant**, 3., Deep, J. B., V., K. W., Akash, S., & Mudasir, I., 2014. Growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Chandler as influenced by various mulching materials. *African Journal of Agricultural Research*, 9(7), 701-706 '...
- **Perucci, P.** 1990. Effect of the addition of municipal solid-waste.
- **Ph. Fr. Na. Fabre d'Églantine**, Rapport fait à la Convention nationale dans la séance du 3 du second mois de la seconde année de la République Française [archive], p. 25.plants in commercial pottingsubstrateamendedwith vermicompost.
pratique .Colombie: Centre international d'agriculture.132p.
principes de production et l'environnement professionnel Métiers etactivités en milieu rural. Ed. Educagri. 215 p.
- **Sinha, R. K., G. Hahn, P. K. Singh, R. K. Suhane**, and A. Anthonyreddy.
sustainablefarming. *Ecology Engineering* 36:1089–109.
- **Suthar, S.** 2010. Evidence of plant hormone-like substances in vermiwash:
- **Tilman, D.**, Balzer, C., Hill, J., Belfort, B.L., 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 108,20260–20264.
- **Tittonell, P.**, 2014. Ecological intensification of agriculture – sustainable by nature.*Curr. Opin. Environ. Sustain.* 8, 53–61.
- **Vago I., Katal' J., Sipos M., Kovacs A. B., Kincses I.**, 2008. Changes of yield amount and some content parameters of strawberry (*Fragan'a ananassa*) as affected by potassium and magnesium fertilization. *Ana/ele UHI'Versitat/i din Oradea, Fascicule: Pmtect'ia Mediu/ui X ...: 223-22 8*Nette progression de la production de la fraise. 11 Mai 2010 ... La création de l'ITCMI a permis, selon ce spécialiste, de propager la culture de la fraise.