

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de biologie



MÉMOIRE

Présenté par

KRIM Fatima

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER En production végétale

Thème

**Etude de l'influence du lombric par l'intermédiaire
des turricules sur la croissance du fraisier**

Soutenu en juillet 2021, devant le jury composé de :

Président : M.MANAA Abdessalam

MCA

Examinatrice : Mme LAKEHAL Sara

MCB

Encadrant : KAID Slimane Lotfi

MAA

Année universitaire 2020/2021

Remerciement

"Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux. Louange à Allah, Seigneur de l'univers. Le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux, Maître du Jour de la rétribution. C'est Toi [Seul] que nous adorons, et c'est Toi [Seul] dont nous implorons secours. Guide-nous dans le droit chemin, le chemin de ceux que Tu as comblés de faveurs, non pas de ceux qui ont encouru Ta colère, ni des égarés."

« AL-FATIHA, saint CORON »

Avant toute chose, je remercie Dieu, le tout puissant, de m'avoir donné la force et la patience pour achever ce travail.

Je remercie mes chers parents de m'avoir mis au monde.

Je remercie mon encadreur M. KAID SLIMANE Lotfi, mon deuxième papa qui m'a encouragé et qui m'a orienté vers la bonne voie. Je suis honorée par la présence de M. Manaa Abdessalam d'avoir accepté de présider le jury. Mes vifs remerciements à Mme LAKHEHAL Sarah, d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Je remercie aussi Mr. Benosman le gérant de la pépinière "Mygarden" ainsi que Mr. Said qui travaille au niveau de cette dernière.

Je remercie Mr. HASNAOUI Okacha pour ses conseils.

Mes remerciements s'adressent aussi à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail de fin d'étude tout d'abord ;

A la bougie de ma vie, à l'être le plus pur, le plus honnête, l'ange gardien de ma vie, j'espère que je suis la bonne fille dont tu as rêvé d'avoir, maman "Fouzia", aucun mot ne peut exprimer ce que tu représentes pour moi.

A mon très cher papa, quand tu m'as appris à sauter haut et à sauter les cerceaux, tu m'as appris à aspirez haut dans mes rêves et à l'atteindre, papa, tu m'as fait croire aux héros, merci.

A ma source de joie et de force: mon frère Hichem, à la plus proche personne dans ma vie "Amel". Je dédie ce travail aussi à l'homme de ma vie "Hamidou" qui a été toujours à mes côtés en tout moment pour m'encourager et inciter à faire de mon mieux et de remonter le moral à chaque fois, à ma très chère grand-mère, merci pour tous vos douaa. Je dédie ce travail à ma cousine Ikram, à mes amies et sœurs Farah, Narimene, Houda, Amina, Wafaa et Nada. Je dédie ce travail aussi à mes chers tantes surtout Nadjet et à toutes la famille KRIM que Dieu le tout puissant vous garde et vous procure santé et bonheur.

Ahlem.

ملخص

تأثير ديدان الأرض "*Eisenia foetida*" من خلال "turricules" على نمو وتطور نباتات الفراولة.

تلعب مجموعات اللافقاريات مثل ديدان الأرض في التربة دورًا مهمًا في تحويل المادة العضوية للتربة. حيث أنها تحول المواد العضوية غير المستقرة (عادة من النباتات) إلى مادة عضوية مستقرة تسمى "الذبال". تشارك ديدان الأرض أيضًا في إطلاق العناصر المعدنية التي يمكن استخدامها في زراعة النباتات. ديدان الأرض مسؤولة أيضًا عن تكوين مجمعات التربة-الذبال. في الطبيعة، تتمتع ديدان الأرض بقدرات أساسية مثل الري والهضم، مما يسمح لها بمعدنة المادة العضوية وإطلاق المغذيات لتوفير الأسمدة الطبيعية للنباتات. دودة الأرض تحفر الأرض وتبتلعها وترفضها في شكل ملتوي، أي قالب. إنها تعزز تراكم التربة وتحد من التعرية. ديدان الأرض توقف الكائنات الحية الدقيقة في التربة. أخيرًا، يمكن أن تؤدي إضافة *Eisenia foetida* إلى حاويات النباتات إلى زيادة إنتاجيتها.

كلمات مفتاحية: الفراولة، ديدان السماد، الأسمدة العضوية، الزراعة العضوية.

Résumé

L'influence des vers de terre "*Eisenia foetida*" à l'intermédiaire des turricules sur la croissance et le développement de fraisier.

Les populations d'invertébrés tels que les vers de terre dans le sol jouent un rôle important dans la transformation de la matière organique du sol. Ils transforment la matière organique instable (généralement issue des plantes) en matière organique stable appelée « humus ». Les vers de terre sont également impliqués dans la libération d'éléments minéraux qui peuvent être utilisés pour cultiver des plantes. Les vers de terre sont à l'origine de la formation de complexes sol-humus. Dans la nature, les vers de terre sont dotés de capacités de base telles que l'irrigation et la digestion, ce qui leur permet de minéraliser la matière organique et de libérer des nutriments pour fournir des engrais naturels aux plantes. Le ver de terre creuse, avale la terre et la rejette sous une forme tordue, c'est-à-dire un moulage. Ils renforcent l'accumulation des sols et limitent l'érosion. Les vers de terre réveillent les microorganismes du sol. Enfin, l'ajout d'*Eisenia foetida* dans les pots des plantes peut augmenter leur productivité.

Mot clé: fraisier, vers du fumier, engrais bio, culture biologique.

Abstract

The influence of the earthworms "*Eiseniafoetida*" through the castings on the growth and development of strawberry plants.

Populations of invertebrates such as earthworms in the soil play an important role in the transformation of soil organic matter. They transform unstable organic matter (usually from plants) into stable organic matter called "humus". Earthworms are also involved in the release of mineral elements that can be used to grow plants. Earthworms are responsible for the formation of soil-humus complexes. In nature, earthworms are endowed with basic abilities such as irrigation and digestion, which allows them to mineralize organic matter and release nutrients to provide natural fertilizers to plants. The earthworm digs, swallows the earth and rejects it in a twisted form, that is, a cast. They reinforce soil accumulation and limit erosion. Earthworms wake up microorganisms in the soil. Finally, adding *EiseniaFoetida* to plant pots can increase their productivity.

keyword: strawberry, manure worms, organic fertilizer, organic cultivation.

Sommaire

Liste des tableaux :	I
Liste des figures :	II
Introduction:	1
Chapitre I : Etude bibliographique sur le Fraisier	3
I.1. Histoire et origine du Fraise	3
I.1.1. Domestication des espèces du vieux monde	3
I.1.2. Domestication de <i>Fragariavirginiana</i> et <i>Fragariachiloensis</i>	3
I.2. Notice botanique sur la fraise	4
I.2.1. Caractères botaniques	4
I.2.1.1. Feuilles	5
I.2.1.2. Rameaux	5
I.2.1.3. Fleurs	5
I.2.1.4. Sépales	6
I.2.1.5. Pétales	6
I.2.1.6. Carpelles	6
I.2.1.7. Fruits	6
I.3. Le contexte économique : le marché de la fraise	8
I.4. Cycle de vie du fraisier : entre reproduction sexuée et multiplication végétative	9
I.4.1. Biologie du fraisier	9
I.4.2. Multiplication végétative par la production de stolons	10
I.4.3. La floraison	10
I.4.3.1. Facteurs influençant la floraison chez le fraisier	10
I.4.3.2. La remontée florale	12
I.5. Exigences édapho-climatiques	13
I.5.1. Exigences climatiques	13
I.5.1.1. Température	13
I.5.1.2. Photopériode	13
I.5.1.3 Eau et humidité	14

I.5.2 Exigences édaphiques	14
Chapitre II : Les vers rouges du sol	16
II.1. Introduction	16
II.1. Lombriculture et lombricompostage	16
II.1.1. Lombriculture	16
II.1.2. Lombricompostage	16
II.1.3. L'intérêt de la lombriculture et le lombricompostage :	16
II.2. Biologie de <i>Eiseniafoetida</i>	17
II.2.1. Cinq éléments fondamentaux	17
II.2.1.1. Litière	18
II.2.1.1.1. Pouvoir absorbant élevé	18
II.2.1.1.2. Bon potentiel de gonflement	18
II.2.1.1.3. Faible teneur en protéines et/ou en azote (rapport C/N élevé)	19
II.2.1.2. Nourriture	19
II.2.1.3. Humidité	27
II.2.1.4. Aération	27
II.2.1.5. Contrôle de la température	28
II.2.2. Autres paramètres	30
II.2.2.1. pH	30
II.2.2.2. Teneur en sel	30
II.2.2.3. Teneur en urine	31
II.2.2.4. Autres produits toxiques	31
II.2.3. Rôle des vers rouges par l'intermédiaire des turricules dans le sol	32
Chapitre III : Matériels et méthodes	34
III.1. Objectif :	34
III.2. Protocole expérimental	34
III.2.1. Localisation de l'expérimentation	34
III.2.2. Matériel végétal	34

III.2.3. Substrats	35
III.2.4. Dispositif expérimental	37
III.3. Mesures effectuées	42
CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION	48
IV.1. Observation:	48
IV.2. Résultats :	49
Conclusion:	56
Références bibliographiques:	58

Liste des tableaux :

Tableau 1: Nourritures couramment données aux vers du compost.....	27
Tableau 2: Variations de la taille des plants	49
Tableau 3: le nombre des tiges apparentes	50

Liste des figures :

Figure 1: Origine du fraisier cultivé.....	4
Figure 2: <i>Fragaria elatior</i> EHRB. Port. Pied âgé de 2ans	5
Figure 3: Fleur de <i>Fragaria</i> sp -a : Fleur vue par la face inférieure pour montrer le calice et le calicule –b : Fleur à calicule formé de 10 folioles. –c : Fleur vue par la face supérieure.	6
Figure 4: Coupe longitudinale de la fleur de <i>Fragaria</i> sp.....	7
Figure 5: Aspect général d'un plant de fraisier	8
Figure 6: Cycle général de développement d'un fraisier au cours d'une année... ..	9
Figure 7: Schéma d'un bourgeon axillaire se développant en stolon (Risser and Navatel, 1997).....	10
Figure 8: Impact de la température sur la floraison.....	11
Figure 9: Les deux modes de floraison chez le fraisier	12
Figure 10: <i>Eisenia foetida</i> – le ver du compost.....	17
Figure 11: L'okara (pulpe égouttée des haricots de soya lors de la fabrication du tofu) entre dans l'alimentation des vers à la ferme Scott, expérience pilote du CABC.....	20
Figure 12: Fraisier (<i>Fragaria</i>)	35
Figure 13: Site de prélèvement du sol.....	36
Figure 14: Les vers de terre " <i>Eisenia foetida</i> "	37
Figure 15: Logo de la société de Vermiclass.....	37
Figure 16: Les stolons de fraisier.....	38
Figure 17: Préparation des substrats	39
Figure 18: Remplissage des bidons par le sol pur.....	40
Figure 19: Transplantation des stolons et incorporation de vers de terre sur le second substrat.....	41
Figure 20: Dispositif expérimental en place.....	42
Figure 21: Etat des plants le 08/02/2021	43
Figure 22: Début de floraison dans le deuxième substrat (15/04/2021).....	44

Figure 23: Apparition des fruits le 30/05/2021	45
Figure 24: Fructification dans le deuxième substrat. (10/06/2021)	46
Figure 25: Variations de la taille des tiges (cm) dans le premier substrat (sol pur).....	51
Figure 26: Variations de la taille des tiges (cm) dans le deuxième substrat (sol pur+vers de compostage).....	51
Figure 27: le nombre des tiges apparente dans le premier substrat (sol pur).....	52
Figure 28: le nombre des tiges apparente dans le deuxième substrat (sol pur + vers de compostage)	52

Introduction

Introduction:

L'agriculture intensive et recherche de nouvelles terres fertiles pour un écosystème, réduisent la fertilité du sol après une utilisation à long terme. Cependant, les sols de la plupart des pays africains sont actuellement peu fertiles et manquent de certains éléments nutritifs ; ils conduisent à une réduction du rendement et de la productivité des terres. En outre, il existe des maladies et des insectes ravageurs des cultures. Le sol est essentiel dans la production agricole. Il supporte diverses modifications selon les objectifs des agriculteurs et augmente la production de produits agricoles. Cependant, les agriculteurs africains ne peuvent pas en raison des faibles moyens économiques de se procurer des engrais.

En effet, l'introduction de vers de terre contribue au renouvellement du sol. L'importance des vers de terre est bien connue pour la restauration des nutriments du sol et l'augmentation de la productivité des cultures. L'agronomie mentionne également l'interaction entre les plantes et les vers de terre. Cette méta-analyse liée à la présence de vers de terre a augmenté en moyenne de 25% le rendement, en particulier, peut être lié à un accès facile aux ressources en phosphate. Ils prétendent que les vers de terre affectent principalement la croissance des plantes en modifiant leur disponibilité de l'azote dans le sol.

L'étude a été faite sur *Fragaria* qui est un genre de plantes à fleurs de la famille des *Rosaceae*. C'est le nom générique des fraisiers.

Ce sont des herbacées, tendant à se lignifier, non épineuses, à calice doublé d'un calicule, ayant un faux-fruit charnu, qu'on appelle fraise.

Ce travail s'articule autour de deux grandes parties :

La première partie, théorique, est composée de deux chapitres. Le premier présente une étude bibliographique sur le Fraisier "*Fragaria*" et le deuxième sur les vers du fumier "*Eisenia foetida*".

La deuxième partie, pratique, traite l'étude expérimentale à savoir : matériels et méthodes utilisées, ainsi que l'analyse des résultats obtenus et leurs discussions.

*Chapitre I : Etude
bibliographique sur le
Fraisier*

Chapitre I : Etude bibliographique sur le Fraisier

I.1. Histoire et origine du Fraise

Alors que l'homme cultive les céréales depuis 10 000 ans, la première espèce de fraisier a été domestiquée il y a 2000 ans et le fraisier cultivé que l'on apprécie aujourd'hui, est né il y a seulement 250 ans (Hancock et al., 1992)

I.1.1. Domestication des espèces du vieux monde

En Europe, la première citation indiquait que le fraisier était de l'époque romaine et était lié à ses propriétés médicinales (Apulius, Virgile, Ovide). Jusqu'au Moyen Âge, la variété de fraise récoltée était la *Fragaria vesca*. Au Moyen Âge, *Fragaria moschata* lui succéda en raison de ses fruits plus gros. Ce n'est qu'au milieu du XIV^e siècle que la culture de la fraise est apparue en Europe. En 1368, le roi Charles V demande à son jardinier Jean Du Doy de planter 1 200 fraises dans le jardin royal du Louvre à Paris. Une autre preuve de la fraise en tant que fruit cultivé est sa disponibilité dans les étals de Londres en 1430. Dans les années 1500, les mentions de la culture de ce fruit se sont multipliées. En 1548, une description de l'agriculture est apparue dans "La Ferme". Enfin, à la fin du XVI^e siècle, les fraises sont devenues populaires. Au niveau botanique, le fraisier a fait l'objet d'une description détaillée pour la première fois en 1484 dans «Herbariuslatinusmonguntiae». Les médecins et apothicaires l'utilisent à des fins médicinales. A cette période, les botanistes décrivent les trois espèces présentes en Europe : *Fragaria vesca*, *Fragaria moschata* et *Fragaria viridis*.

I.1.2. Domestication de *Fragariavirginiana* et *Fragariachiloensis*

Au XVII^e siècle, des plants de fraises de Virginie récoltés dans les Amériques ont été introduits en Europe (France, Angleterre, Suède). Ces fraises sont plus fortes, plus vierges et plus grosses que les fraises européennes (*Fragaria moschata* ou *Fragaria vesca*) et se développeront rapidement dans la première moitié du XVIII^e siècle, principalement au Royaume-Uni.

En 1716, le capitaine Amédée Frézier introduisit en Europe *Fragaria chiloensis*, une autre espèce américaine récoltée au Chili. Au Chili, ces fraises produisent de gros fruits aromatiques, mais une fois importées en Europe, ces fraises fleurissent mais ne portent plus de fruits. Amédée Frézier a pris accidentellement une plante mâle stérile. Ces plantes sont propagées par les stolons et cultivées dans de nombreux jardins botaniques en Europe.

Les horticulteurs français avaient cependant découvert que *Fragaria chiloensis* pouvait en produire lorsqu'il était localisé près du plants de *Fragaria moschata*. Le fraisier *Fragaria chiloensis* ne devint jamais populaire en Europe en dehors de la Grande-Bretagne, car il nécessitait un pollinisateur (Gaston A., 2010)

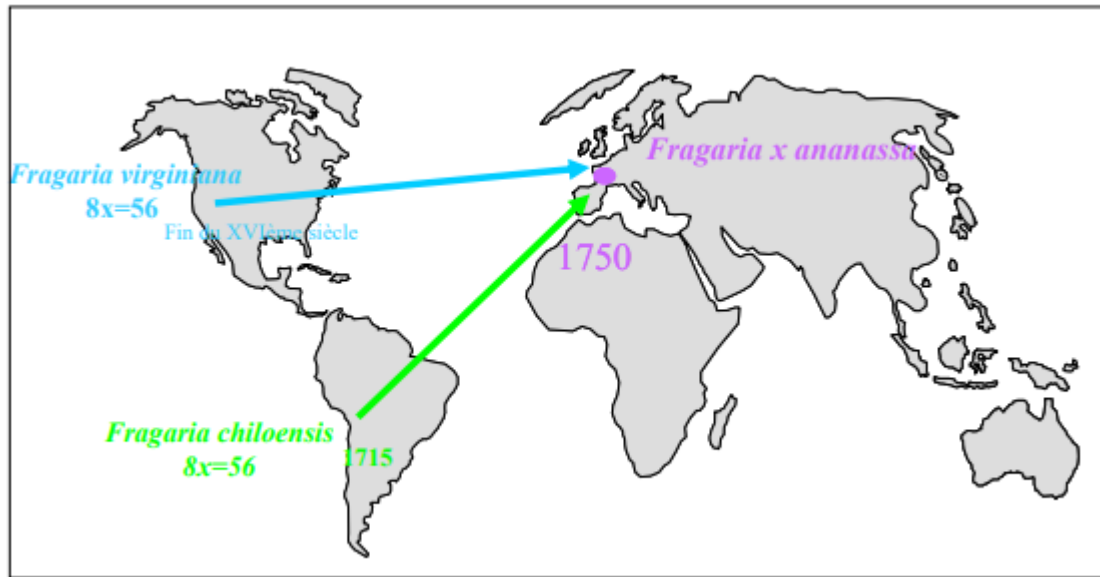


Fig.1: Origine du fraisier cultivé

I.2. Notice botanique sur la fraise

I.2.1. Caractères botaniques

Les fraisiers (*Fragariae tymfraga L.*), l'ancien nom latin des fraisiers, dont le radical est le même que celui de *fragrans* ; odorant, à cause du parfum du fruit, sont des herbes vivaces, à tige courte, sympodique.



Fig.2: Fragaria elatior EHRB. Port. Pied âgé de 2 ans

I.2.1.1. Feuilles

Leurs feuilles sont alternes, trifoliolées, en général digitées, rarement pennées, tantôt glabres et luisantes, tantôt mates, plus ou moins velues, avec deux stipules pétiolaires, membraneuses et latérales.

I.2.1.2. Rameaux

Leurs rameaux s'allongent facilement en « coulantes » ou « filets », dont les feuilles sont écartées, et dont les bourgeons axillaires s'enracinent à la surface du sol.

I.2.1.3. Fleurs

Les fleurs sont terminales et solitaires, ou plus souvent groupées en cymes alternes, pauciflores, fréquemment unipares, sur une hampe commune.

Ces fleurs régulières, hermaphrodites ou polygames, ont un réceptacle en forme de coupe, dont le fond se redresse, pour former une grosse masse centrale. Le périgone et l'androcée s'insèrent sur les bords de ce réceptacle, tandis que son sommet organique porte les carpelles.

I.2.1.4. Sépales

Les sépales, au nombre de cinq, sont disposés dans le bouton, en préfloraison valvaire (avec réduplication légères) ou quelque peu imbriquée. On trouve, en dehors du calice, cinq folioles, alternant avec les sépales, et dont l'ensemble forme le *calicule*. Ces folioles représentent chacune une pièce résultant de la fusion de deux stipules voisines ; si cette fusion n'a pas lieu, le calicule est formé de 10 folioles, unies deux à deux ou libres ; dans ce dernier cas, chaque sépale est muni, comme la feuille normale, de deux stipules latérales.

I.2.1.5. Pétales

Les pétales, alternes avec les sépales, sont munis d'un onglet court, et imbriqués dans le bouton. Le plus souvent, les étamines sont au nombre de vingt (cinq en face des sépales, cinq en face des pétales, et dix autres placées de chaque côté de ces cinq dernières).

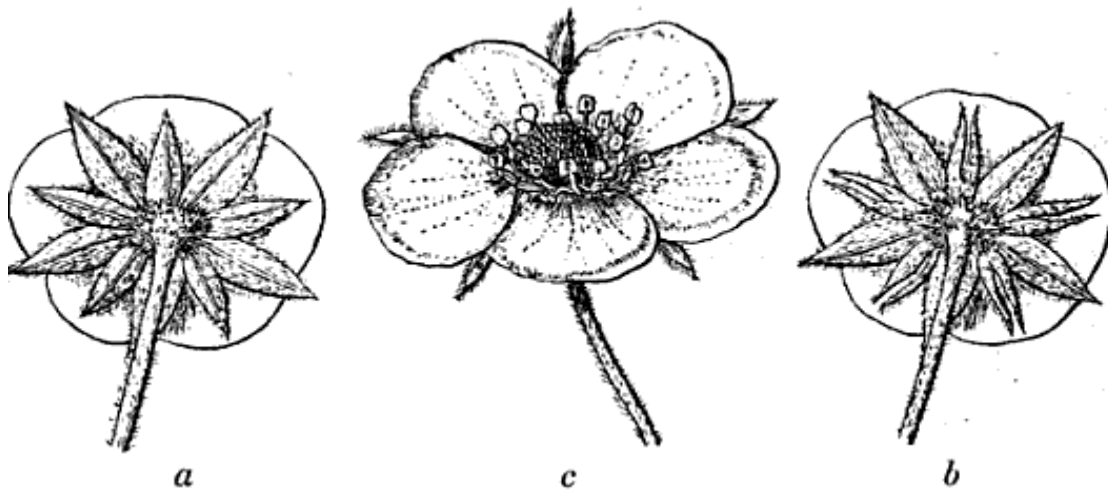


Fig. 3: Fleur de *Fragaria* sp -a : Fleur vue par la face inférieure pour montrer le calice et le calicule. -b : Fleur à calicule formé de 10 folioles. -c : Fleur vue par la face supérieure.

Chaque étamine peut, d'ailleurs, se trouver remplacée par 2 ou 3 étamines (formé par dédoublement de l'étamine primordiale) composées d'un filet libre, d'une anthère biloculaire, introrse, ou presque latérale, s'ouvrant par deux fentes longitudinales. La surface interne du réceptacle est tapissée d'un disque glanduleux, au-dessous de l'insertion des étamines.

I.2.1.6. Carpelles

Les carpelles, en nombre indéfini, sont uniloculaires, surmontés d'un style qui se dilate progressivement jusqu'à son sommet tronqué, et qui s'insère sur le bord ventral de l'ovaire, à une hauteur variable selon les espèces. Chaque carpelle porte à son bord interne, vers le milieu de sa hauteur, un ovule descendant, incomplètement anatrope, à micropyle extérieur et supérieur.

I.2.1.7. Fruits

Le fruit, multiple, avec le calice et l'involucre persistants à la base, est formé d'un grand nombre d'achaines (en réalité, chaque petit fruit est plutôt une drupe, dont le sarcocarpe est peu épais), insérés sur la position centrale renflée du réceptacle, qui s'épaissit, et devient

charnue, succulente, dans les espèces, en particulier *Fragaria indica*, chaque achaine s'insère sur une petite saillie du réceptacle ; dans les espèces comestibles, au contraire, l'insertion des achaines a lieu dans une petite fossette. Chacun d'eux renferme une graine, à embryon charnu, sans albumen, à radicule supère.

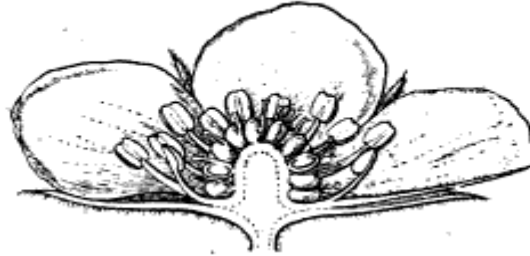


Fig.4: Coupe longitudinale de la fleur de *Fragaria* sp.

Toutes les feuilles des Fraisiers ont un bourgeon axillaire. Ce bourgeon, selon la feuille considérée, avorte ou se développe en pousse feuillée.

Sur la partie du rhizome qui précède la pousse de l'année, les bourgeons axillaires de chaque entre nœuds, se développent en rosettes de feuilles ; certaines arriveront à fleurir en même temps que la pousse terminale; d'autres, après s'être munis de racines adventives, s'isoleront de la plante mère, pour former une autre plante indépendante.

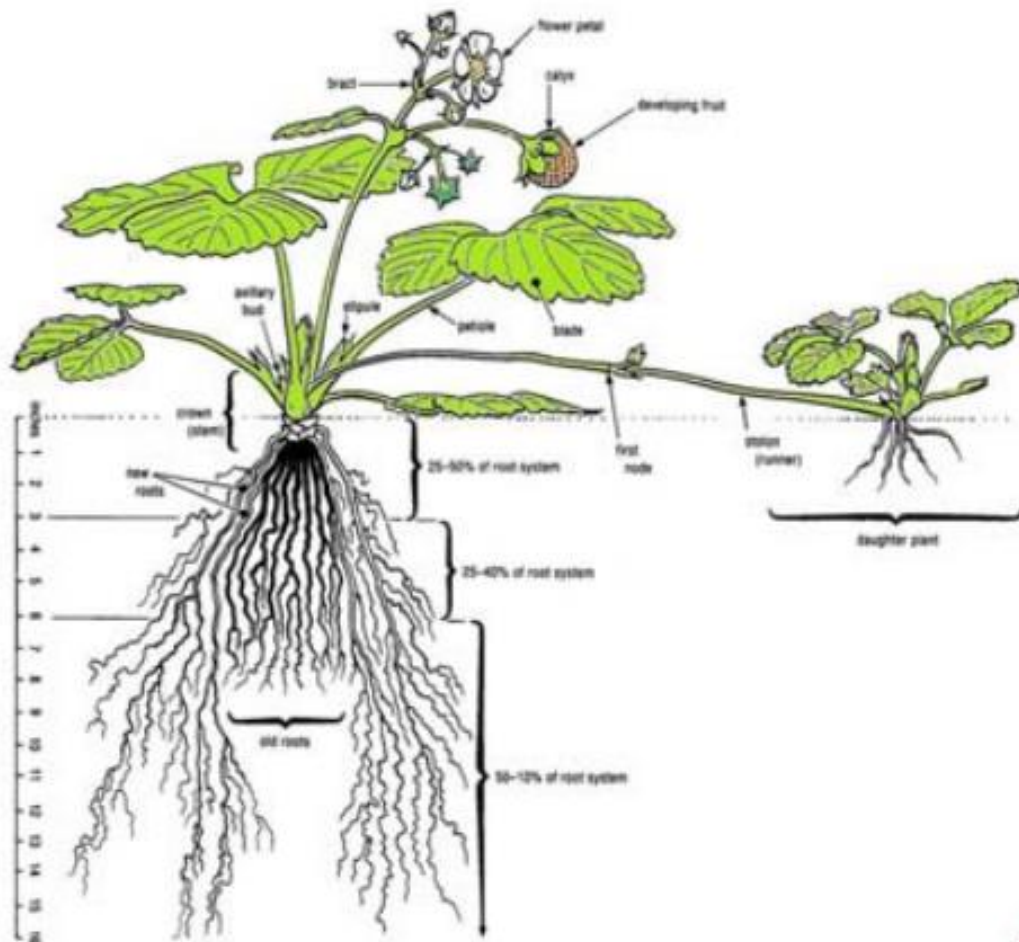


Fig. 5: Aspect général d'un plant de fraisier

I.3. Le contexte économique : le marché de la fraise

La fraise est un fruit consommé soit frais, la fraise de bouche, soit transformé en confiture, sirop et sorbet ou incorporé à d'autres préparations, la fraise d'industrie. La production mondiale de fraises dépassait les 4 millions de tonnes en 2008 (FAO), soit plus de cinq fois la production de fraises en 1960. Les pays qui produisent le plus de fraises sont les Etats-Unis, l'Espagne et la Turquie avec respectivement 28%, 6,5% et 6,5% de la production mondiale. La France arrive en 17^{ème} position avec 1% de la production mondiale. Les premiers pays exportateurs sont l'Espagne, les Etats-Unis et le Mexique et les plus gros importateurs sont la France, le Canada et l'Allemagne. La production européenne représente 35% de la production mondiale. En France, la production de fraises est orientée vers la fraise de bouche. Pour se distinguer de ses concurrents sur le marché de la fraise, la filière fraisicole française, mise sur la qualité gustative et nutritionnelle. Dans ce cadre, l'Association Interprofessionnelle de la Fraise du Lot-et-Garonne, a réussi, à obtenir le premier Label Rouge Fraise pour les variétés Gariguette et Ciflorette. Les Fraises Label Rouge sont produites, élaborées et commercialisées selon un cahier des charges strict offrant des garanties de qualité. (Millet A., 1898 ?)

I.4. Cycle de vie du fraisier : entre reproduction sexuée et multiplication végétative

I.4.1. Biologie du fraisier

La fraise est une plante herbacée vivace avec une tige courte, et une couronne de trois feuilles alternées, formant une forme de cœur. L'emboîtement serré des feuilles, rend difficile l'étude de son développement (Figure 11). L'inflorescence est une cyme jumelle. La fleur se compose de cinq sépales, cinq pétales, vingt étamines et d'innombrables carpelles. Après fécondation, les fruits secs et non divisés sont des akènes et sont plus ou moins placés dans les cellules profondes du réceptacle. Cette dernière, va se développer, sous l'action de l'auxine, pour former un fruit charnu complexe. Vivaces, les fraisiers ont subi une série de transitions profondes, qui leur permettront de continuer à survivre dans les conditions froides de l'hiver, de fleurir, puis de produire des fruits, et des stolons qui permettent la reproduction végétative. De façon générale, le cycle de développement d'un fraisier présente quatre étapes (Risser and Navatel, 1997) :

- 1- une phase de développement et de croissance végétative avec production de stolons,
- 2- une phase d'initiation florale,
- 3- une phase de ralentissement de croissance, lorsque le plant entre en dormance, initiée par la diminution de la photopériode et de la température,
- 4- une phase de production de fleurs et de fruits (Figure 13),

La période et la durée des différentes phases dépendent du comportement remontant ou non remontant du fraisier.

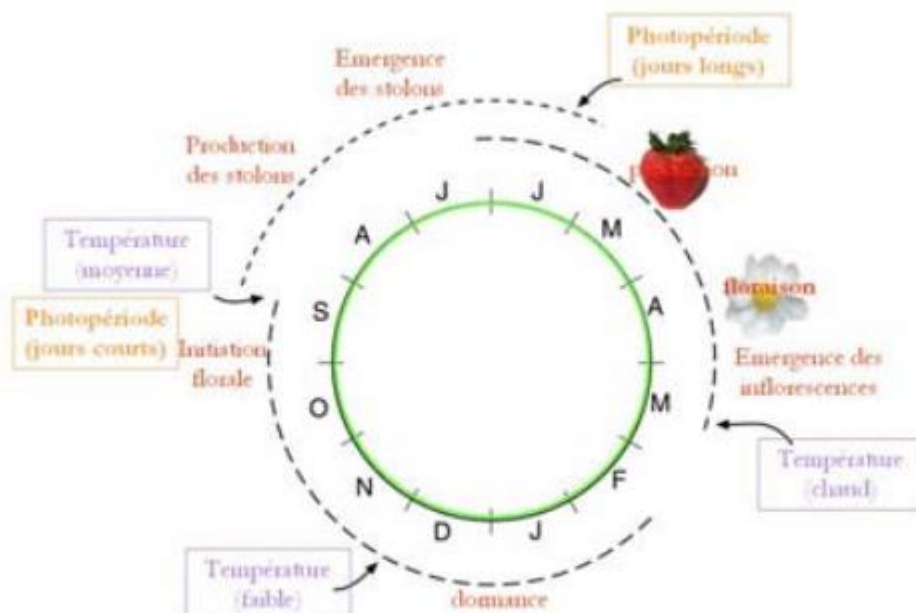


Fig.6: Cycle général de développement d'un fraisier au cours d'une année.

I.4.2. Multiplication végétative par la production de stolons

Le fraisier est capable de se multiplier végétativement grâce aux stolons. Les stolons sont des ramifications particulières, dont les deux premiers entre-nœuds, sont anormalement allongés. Le second nœud au contact avec le sol, va entraîner la production de racines, puis la vie autonome du jeune plant ainsi formé (Figure 13). (Gaston, 2010)

Les stolons sont produits par les bourgeons axillaires, qui selon les conditions environnementales, produisent des stolons ou des ramifications secondaires de la tige principale. Les stolons permettent d'obtenir de nombreux clones d'un même génotype. D'une façon générale, tout comme la floraison, la production de stolons est affectée par la température et la photopériode.

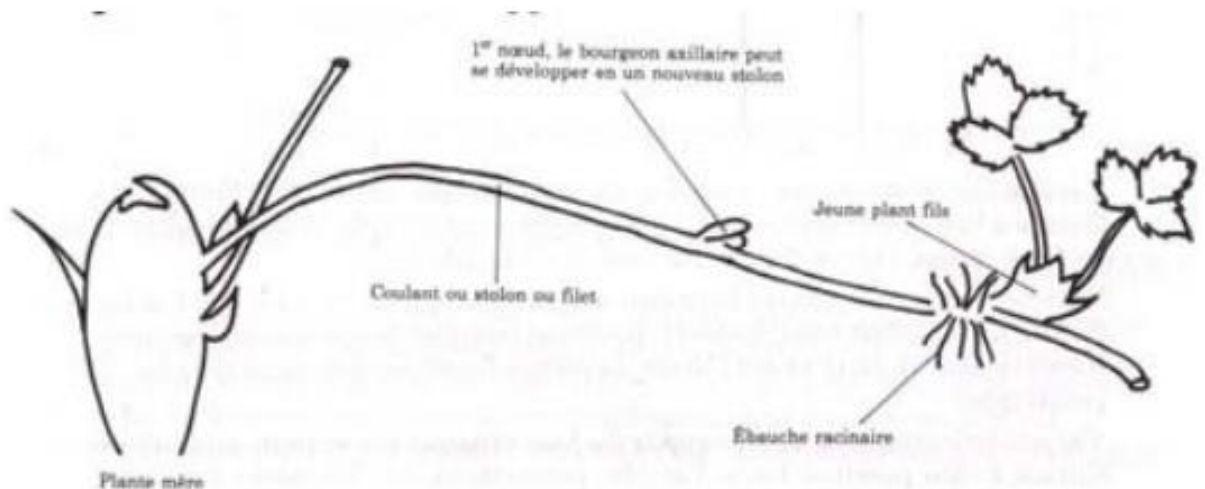


Fig.7: Schéma d'un bourgeon axillaire se développant en stolon (Risser and Navatel, 1997)

I.4.3. La floraison

La physiologie de la floraison chez le fraisier a été largement étudiée à cause de ses conséquences économiques (Sonstebj and Heide, 2008 a).

I.4.3.1. Facteurs influençant la floraison chez le fraisier

- Effet de la température

La floraison chez le fraisier est gouvernée par l'interaction étroite entre la photopériode et la température (Bradford et al., 2010). Déjà en 1966, Darrow, décrivait l'influence de la température sur l'initiation florale du fraisier, indiquant la difficulté d'une classification des variétés en fonction de la photopériode, comme c'est généralement le cas. L'effet de la température sur la floraison du fraisier peut être résumé ainsi (Figure 14) :

- pour des températures basses (<9°C), la floraison du fraisier est inhibée,
- entre 10°C et 15°C, la floraison est activée quelques soient les conditions de photopériode,
- entre 15°C et 25°C, le génotype fleurit en fonction des conditions de photopériode,

- au-dessus de 25°C, la floraison du fraisier est inhibée (Ito and Saito, 1962).

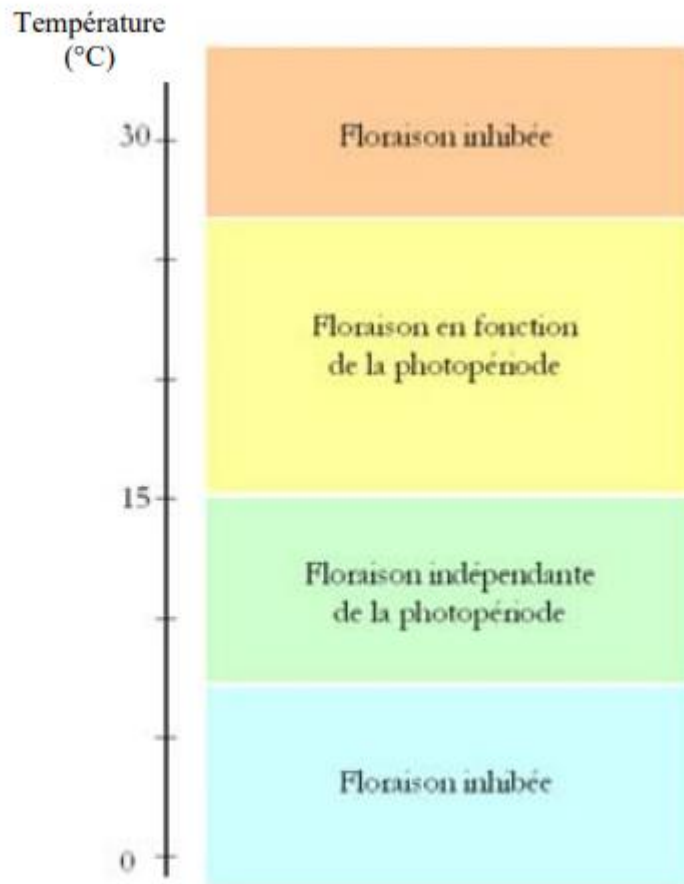


Fig. 8: Impact de la température sur la floraison

• Besoin en froid : effet de la vernalisation :

Les besoins en froid sont nécessaires pour lever la dormance des bourgeons et permettre la poursuite du développement floral au printemps (Stewart and Folta, 2010). Les besoins en froid sont très dépendants du génotype (Darnell and Hancock, 1996). Ils peuvent être définis comme le nombre d'heures cumulées entre 0°C et 7°C permettant de satisfaire les besoins du fraisier, c'est-à-dire permettant une reprise de la croissance normale lorsque les températures sont en hausses. (Gaston, 2010)

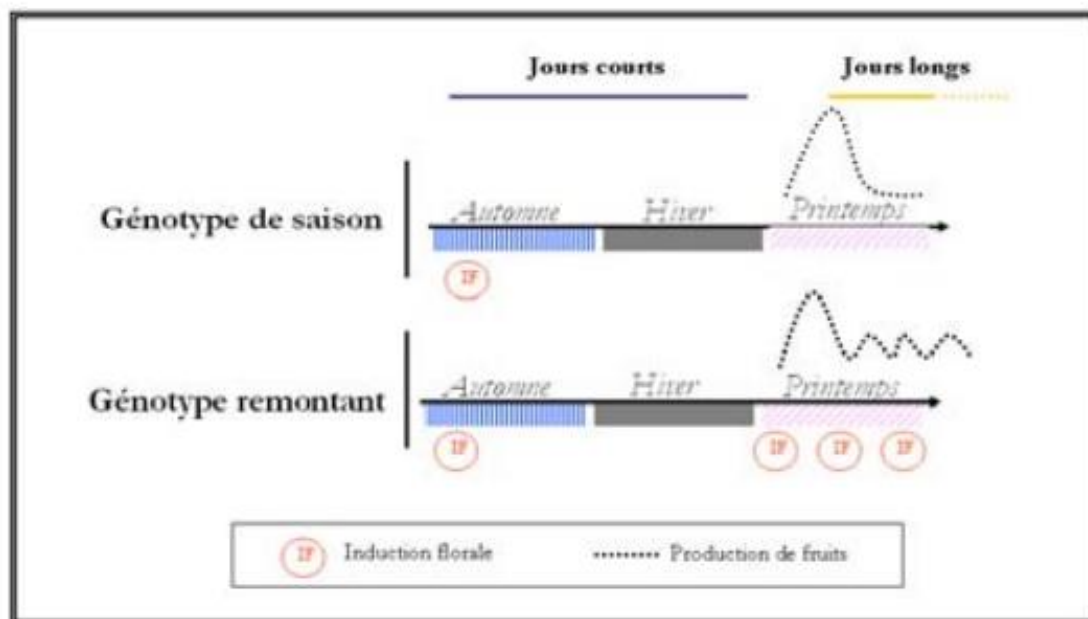


Fig. 9: Les deux modes de floraison chez le fraisier

Les génotypes de saison ou non remontants présentent une induction florale en automne et fleurissent au printemps. Les génotypes remontants présentent une première induction florale à l'automne qui conduit à une floraison au printemps puis sont capables d'induire à nouveau leur floraison tout au long de la période végétative, ce qui entraîne un allongement de la période de production de fleurs et de fruits.

La vernalisation favorise le développement végétatif et reproductif (Darnell and Hancock, 1996). La vernalisation favorise la croissance végétative et réduit l'induction florale, alors qu'elle favorise la différenciation florale (Durner and Poling, 1987). Un génotype non vernalisé, produit des fruits plus petits (Hamann and Poling, 1997) et de moins bonne qualité (Bringhurst et al., 1960) que ce même génotype avec une vernalisation adéquate. (Gaston, 2010)

• Effet de l'âge du plant :

Les jeunes plants allouent les ressources pour la croissance végétative et ne fleurissent pas durant la période juvénile (Stewart and Folta, 2010). Ainsi, le plant atteint une taille suffisante avant la floraison pour permettre le développement de la fleur, du fruit et de la graine. La plante doit développer environ 10 feuilles avant de pouvoir être réceptive aux stimuli de la floraison (Risser, communication personnelle). (Gaston, 2010)

1.4.3.2. La remontée florale

Le fraisier cultivé octoploïde *Fragaria x ananassa*, comme le fraisier diploïde *Fragaria vesca*, présentent deux modes de floraison qui affectent la durée de floraison. Le premier mode de floraison caractérise les fraisiers dits 'de saison' ou 'non remontants' qui initient leur floraison en automne et fleurissent au printemps. Le second mode de floraison caractérise les fraisiers dits 'remontants', capables d'initier la floraison tout au long de la période végétative (Figure 15). La 'remontée florale' est la capacité d'une plante à fleurir tout au long de l'année.

La 'remontée florale' constitue un caractère d'intérêt agronomique, puisqu'un génotype remontant va présenter une extension de la période de floraison et donc de la production de fruits. Ce caractère se retrouve chez d'autres espèces et notamment des espèces ornementales telles que le rosier. (Gaston, 2010)

➤ Les fraisiers non remontants :

L'induction florale des fraisiers non remontants se déroule en jours courts. Ces fraisiers sont considérés comme des plantes de jours courts (Darrow, 1966). Darrow (1966) a montré que des photopériodes de 9,5h à 13,5h étaient favorables à l'induction de la floraison des fraisiers non remontants avec un optimum de 12h. Bien que ce modèle soit généralement vrai, il existe des variations dans cette gamme en fonction des génotypes.

Une photopériode de jours courts est nécessaire pour induire la floraison, mais la poursuite du développement floral est favorisée par des jours longs (Stewart and Folta, 2010). En effet, des études ont montré que des variétés de jours courts placées de façon continue en jours courts présentent un développement plus lent des bourgeons floraux que des variétés placées d'abord en jours courts puis en jours longs (Moore and Hough, 1962; Durner and Poling, 1987). Ainsi, Salisbury et Ross (Salisbury and Ross, 1992) considèrent que les fraisiers sont des plantes de jours courts pour l'induction florale et de jours longs pour le développement floral. (Gaston A., 2010)

I.5. Exigences édapho-climatiques

I.5.1. Exigences climatiques

I.5.1.1. Température

La fraise est une sorte de fruit de la rosacée et nécessite une température basse pour fleurir et bien produire. Les "races du sud" des régions chaudes ou tempérées ont des exigences plus faibles pour la tolérance au froid, tandis que les races des régions froides (comme les gorilles) ont des exigences plus élevées. Si ces besoins ne sont pas satisfaits, la floraison sera médiocre et les résultats seront médiocres. Les fraisiers doivent subir ces basses températures pour fleurir. Lors de la floraison, elles sont défavorables (chute de fleurs). La température moyenne pour une bonne floraison est d'environ 10 à 15°C. Une bonne fertilisation nécessite une température de 20°C et une humidité relative inférieure à 60%. La maturation normale des fruits nécessite une température supérieure à 15°C, la température optimale de croissance est d'environ 25°C et la croissance s'arrête lorsqu'elle est inférieure à 5°C.

I.5.1.2. Photopériode

La photopériode représente les variations de la durée du jour et de la nuit au cours de l'année déterminent la photopériode à laquelle sont sensibles de très nombreux organismes.

Pour ce qui est du fraisier, il présente les sensibilités suivantes :

- longue lumière du jour : 18 heures d'ensoleillement par jour, c'est très élevé,
- journée courte : poussent tant que la photopériode augmente, et fleurissent quand elle diminue (elle pense que l'hiver arrive, alors elles fleurissent) en intérieur, poussent le 18/6, puis fleurissent le 12/12 ;

- jour neutre : la floraison ne dépend pas de la photopériode, elles peuvent fleurir en 8 heures d'ensoleillement comme 18 heures.

I.5.1.3 Eau et humidité

Les fraises prospèrent dans les régions où les précipitations annuelles dépassent 500 mm. Si les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation est nécessaire. La demande moyenne pendant la période de croissance est de 420 mm. Deux irrigations supplémentaires (100 mm) pendant la formation des fruits, peuvent augmenter le rendement. Le meilleur système d'irrigation utilisé au Maroc est l'irrigation au goutte à goutte (les feuilles et les fleurs ne sont pas affectées par l'eau d'irrigation). La fertilisation est également de plus en plus utilisée. Les soins culturaux tels que la coupe de l'herbe, l'effeuillage, le désherbage et la ventilation des tunnels.

I.5.2 Exigences édaphiques

En ce qui concerne les exigences édaphiques, bien que le fraisier soit adaptés à une large gamme de sols, ils préfèrent un sol chaud et de texture légère. Il supporte mal les sols compacts et non drainés, et même à faible dose de l'ordre de 0,5%, il a peur du chlorure. Le pH optimal du sol doit être compris entre 5,7 et 6,5 et la teneur en chaux doit être inférieure à 2 %.

*Chapitre II : Les vers rouges
du sol*

Chapitre II : Les vers rouges du sol

II.1. Introduction

Le ver rouge(*Eisenia foetida*) qu'on appelle aussi ver du fumier ou ver du compost ,est un ver qui ne peut vivre que dans un sol, c'est pour cette raison qu'on parle du ver rouge du sol ou de ver de terre.

II.2. Lombriculture et lombricompostage

Le lombric est un gros ver annélide de couleur rouge violacée. LAROUSSE, (2002). Sa culture est la lombriculture. Puisque ce ver de terre creuse des galeries dans le sol humide, contribuant à son aération et sa fertilité, en décomposant la matière organique et la mélangeant avec sa matière minérale. L'homme a utilisé ces caractéristiques en développant le lombricompostage.

II.1.1. Lombriculture

La lombriculture est l'élevage de vers de terre. L'objectif est d'augmenter le nombre de vers afin d'atteindre une production durable. Ces vers sont utilisés pour le lombricompostage ou vendus à des clients qui les utilisent à des fins identiques ou autres.

II.1.2. Lombricompostage

Le lombricompostage est une méthode d'utilisation de vers pour convertir des matières organiques (généralement des déchets organiques), en matériaux très similaires à l'humus ou au terreau. Il est appelé compost de vers de terre ou lombricompostage. L'objectif est de traiter le matériau aussi rapidement et efficacement que possible.

II.1.3. L'intérêt de la lombriculture et le lombricompostage :

Pourquoi les agriculteurs biologiques montrent-ils un intérêt particulier à l'élevage du vers de terre ou au compostage par les vers de terre ?

- ✓ Le lombricompost semble être généralement meilleur que le compost traditionnel.
- ✓ Dans la production de thé composté, le lombricompost est meilleur que la plupart des composts.
- ✓ À la ferme, les vers ont plusieurs autres utilisations, notamment comme aliments pour d'autres animaux d'élevage, tout en engendrant une meilleure qualité.
- ✓ Le lombricompostage et la lombriculture offrent aux agriculteurs biologiques des filières comme source supplémentaire de revenus.



Fig. 10: Eisenia foetida – le ver du compost.

II.2. Biologie de *Eisenia foetida*

II.2.1. Cinq éléments fondamentaux

Les vers du compost ou *Eisenia foetida* ont besoin de cinq éléments fondamentaux :

- ✚ Un milieu favorable généralement appelé «litière».
- ✚ Une source de nourriture (Matière organique fraîche)
- ✚ Une humidité adéquate (humidité pondérale supérieure à 50 %).
- ✚ Une aération adéquate.
- ✚ Une protection contre les extrêmes de température.

II.2.1.1. Litière

La litière est par définition, les débris végétaux (feuilles, aiguilles, brindilles) non ou peu décomposés, s'accumulant à la surface des sols forestiers (BAISE, 2004). Dans notre cas, il s'agit de la matière organique, au sens large du terme, peu ou peu décomposée, La litière peut être n'importe quel matériau qui fournit un habitat relativement stable pour les vers. Ce dernier, doit avoir les caractéristiques suivantes :

BAISE D. 2004- Petit lexique de pédologie. INRA Paris.271 p.

II.2.1.1.1. Pouvoir absorbant élevé

Les vers qui respirent par la peau doivent vivre dans un environnement humide. Si la peau du ver se dessèche, il périra. Par conséquent, la litière doit être capable d'absorber et de retenir suffisamment d'eau pour que les vers se développent.

II.2.1.1.2. Bon potentiel de gonflement

Les matériaux avec une densité initiale trop élevée ou trop de sédimentation, réduiront ou bloquent le flux d'air. Comme nous, les vers ont besoin d'oxygène pour survivre. L'influence globale des matériaux sur la porosité de la litière est

liée à de nombreux facteurs, notamment la taille et la forme des particules qui composent la litière, la texture, la résistance et la rigidité de la structure.

II.2.1.1.3. Faible teneur en protéines et/ou en azote (rapport C/N élevé)

Bien que les vers consomment leurs déchets lorsqu'ils se décomposent, le processus doit être prêté. Des niveaux élevés de protéine/azote peuvent entraîner une dégradation rapide et un dégagement de chaleur, entraînant des habitats et des conditions inhabitables (voire mortels). La chaleur produite dans la couche alimentaire des systèmes d'élevage de vers de terre ou de compostage de vers de terre est sans danger, mais pas dans la litière. Certaines matières premières elles-mêmes sont une bonne litière ; d'autres n'ont pas une (ou plusieurs) des caractéristiques ci-dessus et doivent être mélangés. Le CABC a testé les deux premiers matériaux du fumier de cheval et de la mousse de tourbe, dans le cadre d'une expérience distincte, initiée dans le cadre du projet de financement de l'action écologique. Les deux matériaux ont donné de bons résultats et le fumier de cheval avait un léger avantage. Étant donné qu'il est fourni gratuitement et qu'il s'agit d'une ressource renouvelable, le crottin de cheval a été utilisé pour le reste de l'expérience. S'il est disponible, il est généralement considéré comme la poubelle idéale. Son rapport C/N élevé (pour un fumier), ses bonnes propriétés gonflantes (dus à sa forte teneur en paille) et son pouvoir hydratant, relativement bon, en font un milieu propice à la croissance d'*Escherichia coli puanteur*. Cela peut être amélioré en ajoutant des matériaux très absorbants tels que de la mousse de tourbe ou du papier carton déchiqueté (cela augmentera le pouvoir absorbant et augmentera le rapport C/N dans une certaine mesure - un autre point est positif).

II.2.1.2. Nourriture

Les vers de compost sont de gros mangeurs. Dans des conditions parfaites, ils peuvent consommer chaque jour plus de nourriture que leur poids corporel ;

cependant, nous convenons que la consommation moyenne équivaut à la moitié de leur poids corporel pour *Eisenia foetida*. La quantité de nourriture qu'ils peuvent consommer chaque jour, dépend de plusieurs facteurs, dont le plus important, est l'état de décomposition des aliments. Les matières fécales, matière organique partiellement décomposée, peuvent être consommées plus rapidement que les aliments frais. Des études ont conclu que les vers consomment plus de matières fécales par jour que leur poids corporel. Ils mangent presque tout ce qui est organique d'origine animale ou végétale, mais ils préfèrent définitivement certains aliments à d'autres. Le fumier est la matière alimentaire la plus couramment utilisée pour les vers, le fumier de bovins est généralement considéré comme le meilleur aliment naturel à *Eisenia*, à l'exception du fumier de lapin (Gaddie & Douglas, 1975). Le plus couramment utilisé est le fumier de vache, qui est généralement disponible en grande quantité.

Le tableau IV, résume certaines des caractéristiques les plus importantes des aliments courants, qui peuvent être utilisés pour le compost de vers de terre ou l'élevage de vers de terre à la ferme.



Fig. 11: L'okara (pulpe égouttée des haricots de soya lors de la fabrication du tofu) entre dans l'alimentation des vers à la ferme Scott, expérience pilote du CABC.

Aliment	Avantages	Inconvénients	Commentaires
Fumier de bovins	Nutritif; aliment naturel, donc peu d'adaptation requise.	Les graines de mauvaises herbes qu'il contient rendent nécessaire le pré compostage.	Tous les fumiers sont en partie décomposés et donc prêts à être consommés par les vers.
Fumier de volailles	Haute teneur en azote, donc produit nutritif et à valeur élevé.	Des teneurs trop élevées en protéines peuvent être dangereuses pour les vers ; à utiliser en petites quantités ; adaptation nécessaire pour les vers non habitués à cette matière. Peut être précomposté, mais ce n'est pas nécessaire, si on l'utilise avec prudence	Certains ouvrages (dont Gaddie & Douglas, 1975) mentionnent que le fumier de volailles ne convient pas aux vers à cause de sa chaleur élevée; pourtant, une recherche effectuée en N.-É. (GEORG, 2004) a montré que les vers peuvent s'y adapter, si la proportion de départ en fumier est de 10 % ou moins du volume

			de litière total.
Fumier d'ovins/caprins	Bon sur le plan nutritif.	Nécessite un précompostage (graines de mauvaises herbes); risques de tassement causés par la petite taille des particules, ajout éventuel de matériau de gonflement.	Avec les ajouts appropriés pour faire augmenter le rapport C/N, ces deux types de fumier sont également de bonnes litières.
Fumier de porc	Bon sur le plan nutritif; donne un excellent lombricompost.	Généralement sous forme de lisier; doit donc être déshydraté ou utilisé avec de grandes quantités de litière hautement absorbante.	Des chercheurs de l'Université de l'Ohio ont découvert que le lombricompost fait de fumier de porc était supérieur à tous les autres, ainsi qu'aux engrais commerciaux.
Fumier de lapin	Teneur en azote dépassée seulement par le	Doit être «lessivé» avant utilisation à cause	Nombre de producteurs de lapins américains

	<p>fumier de volailles, donc bon sur le plan nutritif ; contient une excellente combinaison de vitamines et de minéraux; l'aliment parfait pour des vers de terre (Gaddie, 1975).</p>	<p>de sa teneur élevée en urine ; risques de surchauffe associés à de trop grandes quantités; disponibilité plus ou moins bonne.</p>	<p>déposent des vers de terre sous les clapiers afin qu'ils prospèrent dans le fumier de crottes qui tombent à travers le grillage.</p>
<p>Déchets de nourriture fraîche (épluchures, restes de table, déchets de cuisine ou de l'industrie alimentaire)</p>	<p>Excellent sur le plan nutritif, bon taux d'humidité, possibilités de revenus (redevances de déversement).</p>	<p>Extrêmement variable (selon la source); une teneur élevée en N peut provoquer la surchauffe; les déchets de viandes et riches en graisse risquent de provoquer une diminution de l'oxygène (anaérobie) et des odeurs susceptibles</p>	<p>Certains déchets alimentaires sont supérieur à d'autres : le contenu des filtres à café est excellent, haute teneur en N, non gras et sans odeurs, attirant pour les vers ; les légumes racines entiers (déchets de triage de p. de terre) se dégradent lentement et</p>

		d'attirer des organismes nuisibles ou des animaux; ne doivent pas être inclus dans la nourriture sans précompostage	prennent du temps à être consommés par les vers.
Déchets de nourriture précompostés	Bon sur le plan nutritif ; la décomposition partielle facilite et accélère la digestion par les vers; peut inclure des déchets de viandes et autres graisses; tendance à la surchauffe peu élevée.	Moins nutritive que les déchets de nourriture fraîche (Frederickson et coll., 1997).	Le lombricompostage peut accélérer le processus de maturation dans le cadre d'un système de compostage classique tout en augmentant la valeur du produit fini (GEORG, 2004;Frederickson, op. cit.).
Biosolides (eaux usées d'orig. humaine)	Excellent sur le plan nutritif et du produit ; il peut s'agir de boues activées ou non, de boues de fosses septiques;	Contamination élevée par les métaux et les produits chimiques (biosolides municipaux) ;	Vermitech Pty Ltd. en Australie a obtenu d'excellents résultats avec ce procédé, mais ils se servent de

	possibilité de revenus à tirer de la gestion de ces résidus	odeurs pendant l'application dans la litière (les vers les contrôlent assez rapidement); possibilité de survie d'agents pathogènes si le processus n'est pas complètement achevé.	systèmes automatisés; des tests subv. par l'EPA en Floride ont démontré que les vers détruisent les agents pathogènes d'origine humaine, ce que fait également le compostage thermophile (Eastman et coll., 2000).
Algues	Bonnes sur le plan nutritif; donnent un excellent produit, à haute teneur en micronutriments et en microbes utiles.	Il faut en rincer le sel, car il est nocif pour les vers; la disponibilité varie selon les régions.	Un éleveur de bétail d'Antigonish, NS, produit un lombricompost certifié biologique à partir de fumier de bovins, d'écorces et d'algues
Foins de légumineuses	La teneur plus élevée en N en fait une bonne	Taux d'humidité inférieurs à d'autres aliments;	Il vaut probablement mieux mélanger

	nourriture et une litière acceptable.	demandent plus de suivi et de surveillance.	cette matière avec d'autres comme des fumiers
Grains (mélanges fourragers pour animaux comme la moulée pour les poules)	Excellent, équilibré sur le plan nutritif, facile à manipuler, aucune odeur; on peut utiliser des grains biologiques pour un produit certifié bio.	Valeur supérieure à celle des autres types de nourriture, donc matière coûteuse; faible taux d'humidité; certains gros grains sont difficiles à digérer et se dégradent lentement.	Les vers consomment les céréales mais ne peuvent digérer certains grains plus gros et plus durs; ils sont excrétés dans leurs déjections et s'accumulent, provoquant une brusque surchauffe de la litière (Gaddie, op. cit.).
Carton ondulé (y compris le ciré)	Excellent sur le plan nutritif (de par la colle riche en protéines utilisée pour coller les couches); les vers aiment ce matériau; source de revenus possible	Doit être déchiqueté (variété cirée) ou détrempe (variété non cirée) avant d'être donné aux vers.	Des éleveurs de vers affirment que le carton ondulé stimule la reproduction des vers

	(redevances de gestion des déchets).		
--	--------------------------------------	--	--

Tableau 1: Nourritures couramment données aux vers du compost.

II.2.1.3. Humidité

La litière utilisée doit être capable de retenir suffisamment d'humidité pour fournir un environnement approprié aux vers. Comme ils respirent par la peau, une humidité inférieure à 50 % dans la litière est dangereuse. En dehors de la chaleur ou du froid extrême, rien ne peut mieux tuer les vers que le manque d'humidité. La plage d'humidité idéale pour les matériaux entrant dans le système de compostage traditionnel est de 45 à 60 %. En revanche, pour le lombricompostage ou l'élevage de vers de terre, il est de 70-90 %. Dans cette large fourchette, les chercheurs ne s'entendent pas sur le ratio optimal : selon Dominguez et Edwards (1997), une fourchette de 80 à 90 % est la meilleure, et 85 % est le ratio optimal ; chercheurs NS. Il a été conclu que des niveaux d'humidité de 75 à 80 % produisaient les meilleurs résultats pour la croissance et la reproduction. Selon ces deux études, le poids moyen du ver augmente avec le taux d'humidité (entre autres variables), cela suggère que les opérations d'élevage de vers de terre visant à produire des aliments vivants pour la volaille ou des appâts vivants (si la taille du ver est importante), doivent maintenir l'humidité au-dessus de 80 %, tandis que le compostage de vers de terre peut utiliser moins de boue dans la plage de 70 à 80 %.

II.2.1.4. Aération

Les vers respirent et ne peuvent pas survivre à des conditions anaérobies (hypoxie). Si la teneur est élevée, en matières grasses ou l'humidité, dans les aliments une mauvaise ventilation s'additionne, ses conditions risquent de limiter le flux d'oxygène. Une partie de la litière ou même l'ensemble du système

deviendra anaérobie, conduisant à des conditions anaérobies. Cette situation va éliminer les vers rapidement. Pour ces derniers, ce n'est pas seulement l'hypoxie qui est mortelle, ils sont également détruits par des substances toxiques libérées par divers micro-organismes qui prospèrent dans ces conditions. C'est l'une des raisons pour lesquelles la viande ou d'autres déchets gras, ne devraient pas être inclus dans leur alimentation, à moins qu'ils n'aient été pré-compostés pour décomposer l'huile et la graisse. Bien que répondre aux besoins en oxygène des vers de compost soit essentiel, ils sont encore assez limités. Ces vers ont survécu à des hivers rigoureux dans des meules de foin où toutes les surfaces étaient gelées : ils dépendaient alors de l'oxygène disponible dans l'eau emprisonnée dans les meules de foin. Tant qu'il y a de petits événements dans la structure, les vers dans les systèmes commerciaux de compostage de vers de terre fonctionnent bien dans leurs habitats bien isolés. Tant qu'il y a une bonne ventilation, ils prospéreront et les matériaux dans lesquels ils vivent sont très poreux et bien ventilés. En effet, leurs actions contribuent à gonfler leur litière. C'est peut-être l'un des principaux avantages du lombricompostage : on n'a pas besoin de retourner le matériau, puisque les vers se chargent du boulot ! Il faut prendre soin de leur fournir une litière pas trop compacte afin de ne pas gêner leurs déplacements.

II.2.1.5. Contrôle de la température

Le contrôle de la température en fonction de la tolérance des vers est essentiel pour le compostage et l'élevage des vers de terre. Cependant, cela ne signifie pas que les gens doivent chauffer la pièce ou le système de climatisation. Le compostage de vers de terre peut être effectué à l'extérieur et toute l'année à l'aide de systèmes de faible technologie.

• Basses températures

Eisenia foetida peut survivre à des températures aussi basses que 0°C, mais il ne se reproduira pas à des températures inférieures à 10°C, et il consommera moins de nourriture. Il est généralement admis que la température doit être maintenue au-dessus de 10°C (minimum), de préférence au-dessus de 15°C et pour un compostage plus efficace des vers de terre, la température idéale doit être au-dessus de 20°C.

• Incidence du gel

Eisenia foetida peut survivre lorsqu'une partie de son corps est prise dans des ordures congelées et ne mourra que s'il ne peut plus se nourrir (l'auteur a découvert que les vers vivants, sont presque complètement piégés dans la litière gelée et dont seule la tête était libre. Après décongélation, ces vers semblaient en parfaite santé). De surcroît, des tests ont confirmé que ses cocons survivent à de longues périodes de gel profond et restent viables.

• Hautes températures

Les vers de compost peuvent survivre à des températures allant jusqu'à 30 °C, mais préfèrent la plage (des températures aux environs de 20 °C). Au-dessus de 35°C, ils essaieront de sortir de la poubelle et mourront rapidement s'ils ne le peuvent pas. De manière générale, une chaleur ambiante supérieure à 20°C stimule la reproduction.

• Réactions des vers aux variations de température

Les vers de compost se déplaceront dans la botte de foin ou le lit, en fonction du gradient de température du sol. En hiver, dans le tas de compost extérieur, la chaleur interne générée par la décomposition est contraire à la température extérieure sévère, et le ver trouvera une bande relativement étroite à une

profondeur où la température est proche des conditions optimales. Ils sont également plus abondants en hiver face au sud et en été face au nord.

II.2.2. Autres paramètres

II.2.2.1. pH

Les vers peuvent survivre dans une plage de pH allant de 5 à 9 (Edwards, 1998). La plupart des experts estiment que les vers préfèrent un pH de 7 ou légèrement plus élevé. Des chercheurs de la Nouvelle-Écosse ont découvert que la plage de 7,5 à 8,0 était la meilleure (GEORG, 2004). En général, le pH des litières de vers a tendance à baisser avec le temps. Si la nourriture est plutôt alcaline, cela a un effet régulateur qui tend vers un pH neutre ou légèrement alcalin. En revanche, une source de nourriture ou une litière acide (marc de café, mousse de tourbe) peut faire baisser le pH des lits bien en dessous de 7. Cela peut causer un problème de développement de parasites comme les acariens. On peut faire remonter le pH par l'ajout de carbonate de calcium. Dans les rares cas où l'on a besoin de le faire baisser le pH, on peut introduire un matériau de litière acide comme la mousse de tourbe. (Munroe,G.)

II.2.2.2. Teneur en sel

Les vers sont très sensibles au sel et aiment une salinité inférieure à 0,5 % (NaCl). Si on utilise des algues dans notre nourriture (les vers aiment vraiment toutes sortes d'algues), on devrait les rincer avec beaucoup de sel de surface. De nombreux types de matières fécales contiennent également des niveaux élevés de sels solubles (jusqu'à 8 %). Si les excréments sont utilisés comme nourriture, ce n'est généralement pas un problème, car ils sont souvent placés sur la litière et les vers peuvent les éviter jusqu'à ce que le sel soit arrosé (dissous) ou pulvérisé. Si les matières fécales sont utilisées comme litière, elles doivent être lessivées pour réduire la salinité - cela peut être fait simplement en faisant couler de l'eau

à travers le matériau. En utilisant le pré-compost à l'extérieur, il n'y aurait pas de problème de salinité.

II.2.2.3. Teneur en urine

Gaddie et Douglas (1975) préviennent que « si le fumier provient d'animaux élevés ou nourris dans des locaux bétonnés, il contiendra trop d'urine, car elle ne peut s'évacuer dans le sol. Ce fumier doit être lessivé avant d'être utilisé, sinon l'excès d'urine risque de causer une accumulation de gaz dangereux dans la litière. On peut en dire autant du fumier de lapin récolté sur des sols en béton ou dans des bacs sous les clapiers. »

II.2.2.4. Autres produits toxiques

Certains types de nourriture peuvent contenir une large gamme de substances potentiellement toxiques; en voici quelques exemples :

- Les vermifuges dans les fumiers, particulièrement le fumier de cheval. La plupart des vermifuges modernes se dégradent assez rapidement et ne constituent pas un problème pour l'élevage de vers. Mais si on utilise du fumier provenant d'une autre ferme, il serait sage de consulter le fournisseur, le cas échéant, à propos d'une administration éventuelle de vermifuges aux animaux. L'application de fumier frais provenant d'animaux récemment traités pourrait avoir des conséquences fatales.
- Les détersifs, les détergents, les produits chimiques, les pesticides que contiennent souvent les boues d'épuration et de fosses septiques, d'usine de papier ou dans certains déchets de l'industrie alimentaire.
- Les tanins de certains arbres, comme le cèdre et le sapin, qui présentent des teneurs élevées de ces substances d'origine naturelle, pouvant être nocifs pour les vers et même les inciter à quitter les lits.

Le précompostage des déchets peut réduire ou même éliminer la plupart de ces risques. Toutefois, il diminue également la valeur nutritive de la nourriture; c'est donc un compromis certain.

II.2.3. Rôle des vers rouges par l'intermédiaire des turricules dans le sol

Les populations d'invertébrés tels que, les vers de terre dans le sol, jouent un rôle important dans la transformation de la matière organique de ce dernier. Ils transforment la matière organique instable (généralement issue des plantes), en matière organique stable appelée « humus ». Les vers de terre sont également impliqués dans la libération d'éléments minéraux qui peuvent être utilisés comme fertilisants. Les vers de terre sont favorables à la formation de complexes argilo-humiques. Naturellement, les vers de terre sont dotés des pouvoirs de base suivants :

- 1) Les vers de terre consomment et digèrent une à trente fois leur poids chaque jour. Ce faisant, ils minéralisent la matière organique et libèrent des nutriments, qui sont des engrais naturels pour les plantes.
- 2) Les vers de terre creusent, en avalant la terre et la rejetant sous forme de tortillons, les turricules. Ils renforcent l'agrégation composants du sol et limitent l'érosion.
- 3) Les vers de terre activent les micro-organismes du sol. Ainsi, ils stimulent leurs effets bénéfiques sur les qualités physico-chimiques des sols.

Chapitre III : Matériels et méthodes

Chapitre III : Matériels et méthodes.

III.1. Objectif :

L'objectif de notre travail est d'étudier l'influence du ver de terre sur le comportement du fraisier. Pour cela, nous avons préconisé de réaliser une comparaison du développement et de la croissance du plant et du fruit du fraisier, en utilisant deux substrats différents, à savoir un sol pur, d'une part et le même sol additionné de vers de terre (d'*Eiseniafoetida*), d'autre part.

III.2. Protocole expérimental

III.2.1. Localisation de l'expérimentation

L'expérimentation a été réalisée à la pépinière "Mygarden", dont le propriétaire et le gestionnaire est M. Benosmane Imad, ingénieur et paysagiste de son état. Cette pépinière est située à côté de la gare routière Abou-Tachfine, Tlemcen.

III.2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué d'une variété de fraisier. Le fraisier est une herbe vivace, avec des feuilles mates, fleurs hermaphrodite, un fruit rouge, charnu, succulent.



Fig. 12: Fraisier (*Fragaria*)

III.2.3. Substrats

Dans notre expérimentation, on a utilisé deux substrats. Dans le but d'éviter l'influence de la richesse du sol sur les résultats escomptés, on a opté pour un sol avec un précédent cultural nul. Pour cela on a choisi un sol dans la région du Méfrouche. En effet, il s'agit des 20 premiers centimètres d'un sol sous une touffe de palmier nain (*Chamaerops humilis*). Le lieu n'étant soumis à aucune activité agricole, nous a assuré le fait que ce substrat n'est aucunement touché par une fertilisation artificielle. Le lieu de prélèvement a pour coordonnées cartographiques : $x = 135$ Km, $y = 179$ Km et $z = 117$ m, z étant l'altitude.



Fig. 13: Site de prélèvement du sol.



Deux types de substrats ont été préparé : le premier était constitué du sol déjà prélevé et que l'on a nommé : « sol pur ». Le second substrat était constitué, en plus du sol, un certain nombre de vers de terre (sol + vers de

terre).

Les vers rouges utilisé (*Eisenia foetida*) sont importés d'Egypte par la société « Vermiclass », qui produisent un engrais bio utilisable pour le compostage. Ces vers jouent un rôle important dans la transformation de la matière organique; ils transforment la matière organique instable, souvent d'origine végétale en substance organique stable appelées "humus".

- Les vers de terre utilisés ont les avantages suivants :
 - ✓ Participent également à la libération d'éléments minéraux disponibles pour les plantes cultivées.
 - ✓ Formation du complex argilo-humique.
 - ✓ Renforcent l'agrégation des sols en le structurant et limitent l'érosion.



Fig. 14: Les vers de terre "*Eisenia foetida*"



Fig. 15: Logo de la société de Vermiclass

III..2.4. Dispositif expérimental

La transplantation des stolons (disponibles à pépinière My garden) a été réalisée le 16 décembre 2020, dans 10 bidons transparents (dans le but de vérifier l'état d'humidité du sol et les conditions favorables pour les vers de terre), comportant les deux substrats précités.



Fig. 16: Les stolons de fraisier.

La première opération consistait à mettre une couche de gravier, au fond des bidons préalablement troués, afin de favoriser un bon drainage (Fig. 21).

Pour le choix des stolons, on a tenu à transplanter des stolons avec un taux de développement égal.

Pour chaque substrat, on a utilisé 5 bidons, donc il s'agissait de répéter 5 fois la même opération.



Fig. 17: Préparation des substrats



Fig. 18: Remplissage des bidons par le sol pur



Fig. 19: Transplantation des stolons et incorporation de vers de terre sur le second substrat



Fig. 20: Dispositif expérimental en place.

III.3. Mesures effectuées

A partir de Dimanche 24 janvier 2021 nous avons procédé à la mesure des plants, la longueur de la tige était prise en considération, nous avons irrigué régulièrement tout en respectant l'état d'humidité des substrats et surtout du vers de fumier). On a mesuré la taille du plant (tige), des résultats sont exprimés en centimètres (cm).



Fig. 21: Etat des plants le 08/02/2021



Fig. 22: Début de floraison dans le deuxième substrat (15/04/2021)



Fig. 23: Apparition des fruits le 30/05/2021



Fig. 24: Fructification dans le deuxième substrat. (10/06/2021)

Il est à signaler que ces récipients étaient disposés dans une serre pendant la saison hivernale. Ensuite, on les a transférés à l'extérieur, sous l'exposition du soleil et à la bonne aération, afin que le fruit mure et soit bien sucré et agréablement parfumé.

Chapitre IV: Résultats et discussion

Chapitre IV: Résultats et discussion

IV.1. Observation:

A partir de Dimanche 24 janvier 2021 nous avons procédé à la mesure des plants et durant ces mesures, nous avons pris quelques observations :

Le 24/01/2021:

pots témoins: *feuilles un peu jaunes.

* plants mal développés par rapport aux autres

Pots qui contiennent des lombrics: *feuilles bien développées, vertes.

Le 08/02/2021:

pots témoins : *flétrissement remarquable dans le 1^{er} et le 2eme pot.

*Apparition des fleurs dans le 3eme pot.

Pots qui contiennent des lombrics: *feuilles toujours vertes et belle.

Le 13/03/2021:

Pots témoins : *début de la renaissance de la plante (1^{er} et 2eme pot).

*Les fleurs sont toujours présentes dans le 3^{ème} pot.

Pots qui contiennent des lombrics *apparition des fleurs dans le 2eme,3^{ème} et 4^{ème} pot.

*Feuilles toujours vertes.

Le 21/03/2021:

Pots témoins : *apparition de maladie de mildiou.

*début de blanchiment des feuilles.

*les feuilles sont petites.

Pots qui contiennent des lombrics: *larges feuilles.

*apparition de fruits dans le 2^{ème} et le 3^{ème} pot.

Le 11/04/2021:

Pots témoins:* la maladie est toujours présente.

Pots qui contiennent des lombrics:*feuilles toujours vertes.

*apparition des fruits dans la majorité des pots.

IV.2. Résultats :

Dans le tableau IV nous avons regroupé les mesures effectuées sur les plants de fraise.

- Le tableau est constitué de grandes colonnes ; la première est pour les dates de mesures, la seconde est pour le premier substrat qui est considéré comme un témoin, la troisième est pour le dernier substrat (sol pur+ vers de compostage). Pour chaque substrat nous avons 5 récipients. Les chiffres qui représentent la moyenne de différentes tailles des tiges sont exprimées en centimètres (cm)

Substrat Date	Sol pur					Sol pur+ vers de compostage				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
24/01/2021	4.2	4.9	4.1	4.3	3	4.9	5.9	3.5	3.9	4.7
08/02/2021	4.2	5.5	5.3	3.9	4.1	5.9	6.3	4.7	5.8	5.5
13/03/2021	4.4	5.8	5.8	4.6	4.7	6.5	6.9	5.1	6.3	5.9
21/03/2021	4.6	6.3	6.1	5.1	5.2	7	7.4	5.6	6.8	6.4
11/04/2021	5.1	6.5	6.5	5.5	5.4	7.8	7.9	6.3	7.2	7

Tableau 2: Variations de la taille des plants

Le cinquième tableau est le même que le précédent, sauf que ce tableau représente les nombres des tiges apparentes :

Substrat / Date	Sol pur					Sol pur + vers de compostage				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
24/01/2021	5	4	3	3	4	4	4	4	3	3
08/02/2021	4	5	5	4	3	5	5	4	4	4
13/03/2021	5	5	7	6	5	6	8	5	6	6
21/03/2021	6	7	7	7	6	8	10	8	9	7
11/04/2021	8	10	9	8	8	10	14	11	11	9

Tableau 3: le nombre des tiges apparentes

La plantation est faite en mi-décembre. Les stolons choisis étaient sains, vigoureux et productifs. Premièrement, nous avons supprimé les tiges sèches et fanées, qui ont une couleur jaunâtre. On a pris les stolons avec leurs racines et on les a transplanté dans nos pots remplis avec une terre humides, nous avons laissé 5 pots témoins et nous avons rajouté les vers du compost (6-7 vers pour chaque pot) aux 5 autres. Après l'irrigation, nous avons ramené les pots à l'intérieur de la serre à cause du froid et du gel. Au début, l'irrigation est faite chaque 6 jours régulièrement, après, c'était à chaque fois que le sol était sec.

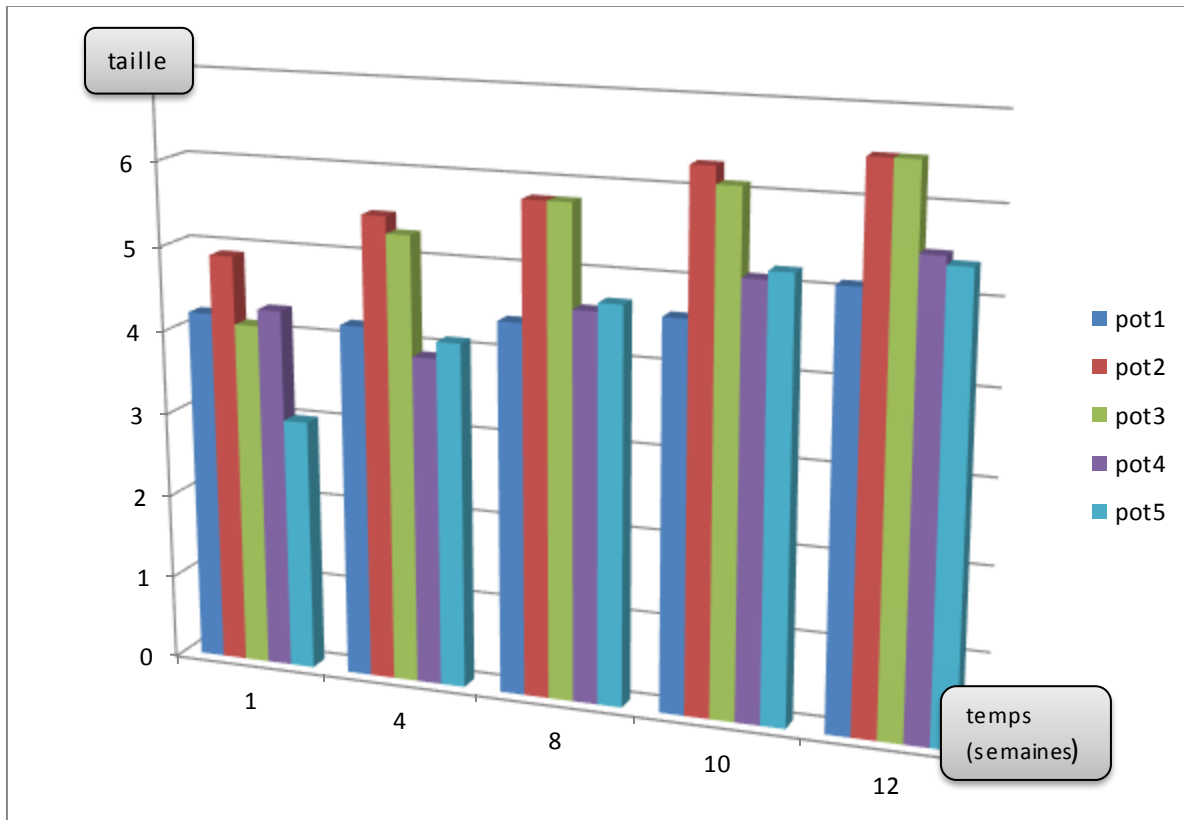


Fig. 25: Variations de la taille des tiges (cm) dans le premier substrat (sol pur)

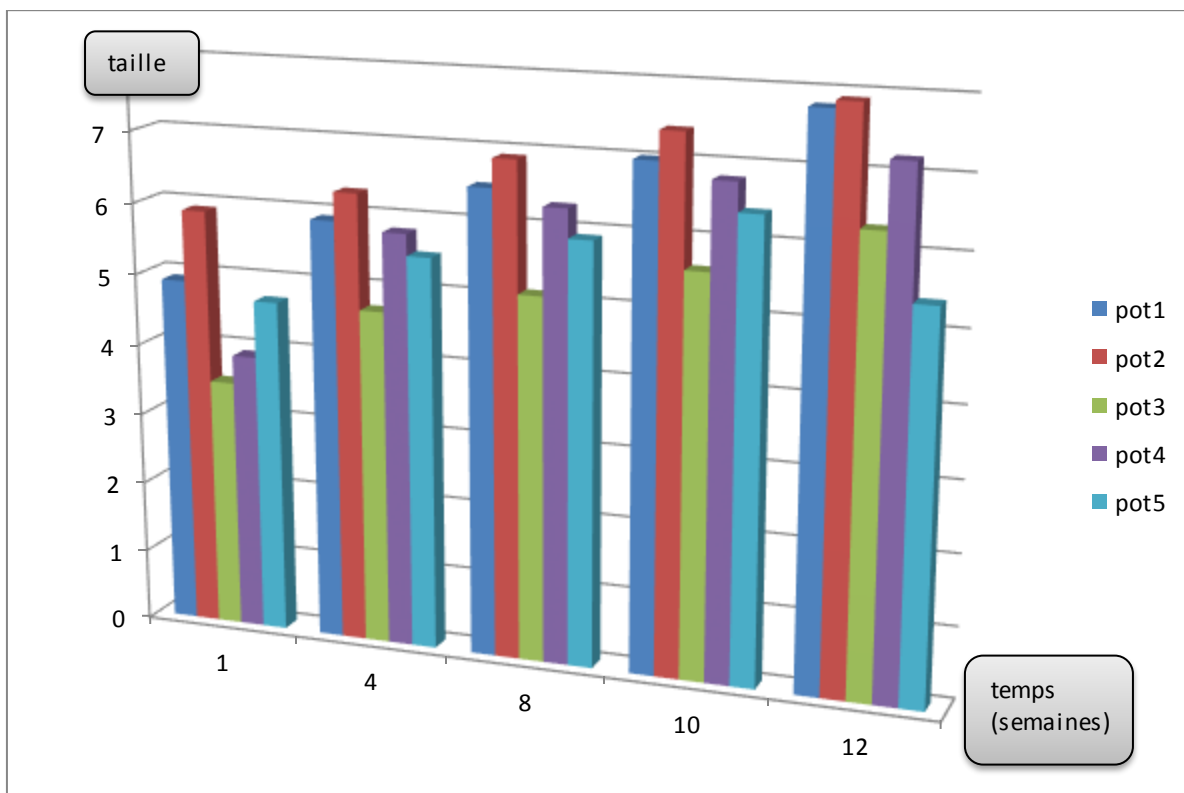


Fig. 26: Variations de la taille des tiges (cm) dans le deuxième substrat (sol pur+vers de compostage)

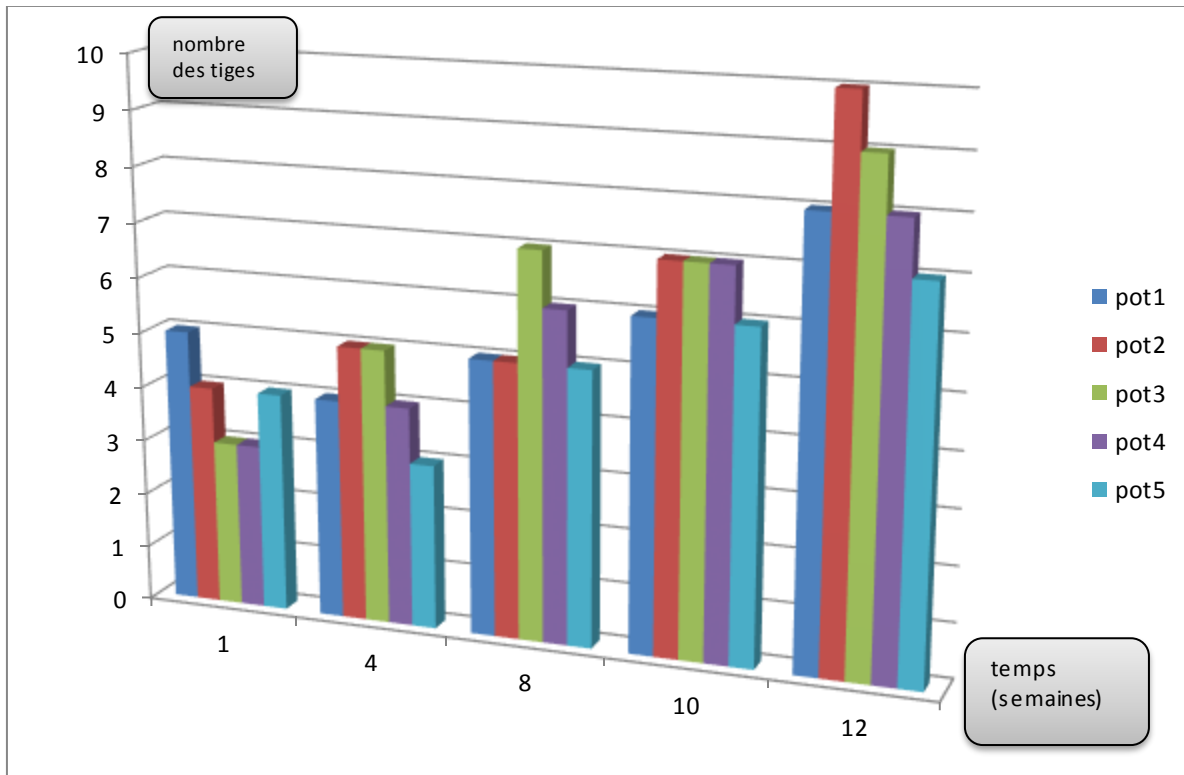


Fig.27: le nombre des tiges apparente dans le premier substrat (sol pur)

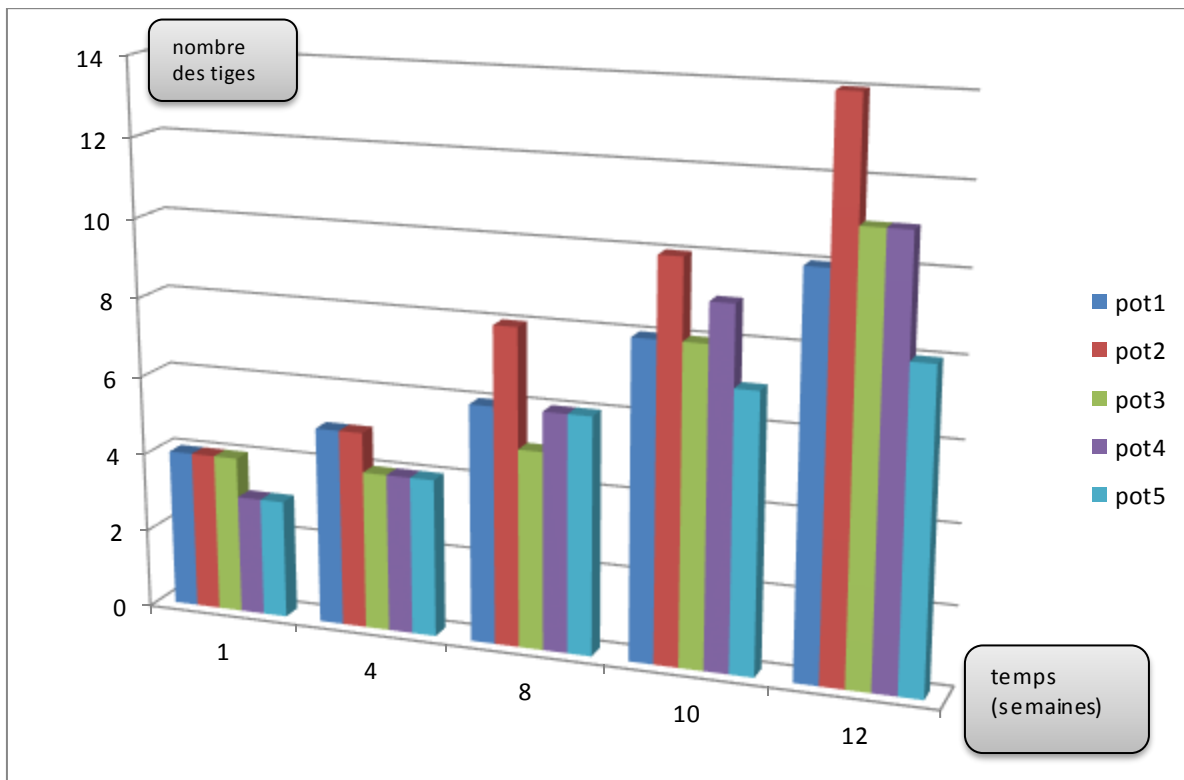


Fig. 28: le nombre des tiges apparente dans le deuxième substrat (sol pur + vers de compostage)

IV.3. Discussion

L'analyse du tableau montre, après 12 semaines d'observation et de mesures, en premier lieu que :

Le substrat constitué par un sol pur (témoin) n'est pas vraiment favorable pour le développement et la croissance du fraisier (*Fragaria*). En effet, l'élongation du plant ne dépasse pas les 6cm et le nombre des tiges ne dépasse pas 10 tiges à la fin de la 12^{ème} semaine.

Nous pouvons justifier ce constat; a priori, par la pauvreté en éléments nutritifs et du complexe argilo-humique qui sont indispensables à la croissance et au bon développement des plants.

Concernant le 2^{ème} type de substrat qui est constitué du sol pur+ vers de compostage : *Eisenia foetida*, l'élongation a atteint 7.9 cm à la fin de la 12^{ème} semaine, le nombre des tiges a dépassé 14 tiges dans le 2^{ème} pot.

Ces 5 récipients qui contiennent du vers de fumier, contenant une partie minéralisée de la matière organique et libèrent des éléments nutritifs (engrais naturels pour les 5 plants).

Rappelons que pour le sol pur, il s'agit d'un sol limono-argileux. Ce dernier représente le premier substrat, sur ce milieu, la croissance des plants n'a pas été significative, puisqu'on a noté une élongation de 6cm seulement en 12 semaines. Les conditions physiques exigées par le plant de fraise, à savoir, un sol bien aéré, fertile et humifère étant relativement atténué, pourraient expliquer le développement timide de notre plant.

A partir de ce qui a précédé et à travers les données bibliographiques, nous pouvons retenir que les vers de fumier (*Eisenia foetida*) jouent un rôle très important dans la transformation de la matière organique du sol ; ils transforment la matière organique instable en humus (substance organique stable), ce qui donne un bon rendement et une certaine vigueur pour le plant.

En plus, il s'agit d'un engrais naturel. En effet, les turricules qui ne sont autres que des déchets fécaux des vers de compostage, constitués de matière organique transformée et mélangée avec la matière minérale du sol. Ces turricules représentent les engrais parfaits pour une agriculture bio, tant convoitée par certains.

Conclusion

Conclusion:

Rien ni personne ne peut être comparé aux vers de terre quant au rôle positif qu'ils jouent sur la nature toute entière. Ils créent le sol et tout ce qui y vit. Ce sont les animaux les plus nombreux de la planète et les principaux transformateurs des matières organiques en humus, assurant ainsi la fertilité des sols et les fonctions de la biosphère : désinfection, neutralisation, protection et production.

Les vers de terre transforment les déchets organiques de mauvaise qualité en engrais précieux.

Nos recherches et tests montrent que la fertilisation a un effet positif sur la croissance et le développement des fraises.

Les résultats obtenus montrent que les turricules ont un impact fructueux sur la croissance des fraises, en raison de leur composition riche.

Bien entendu, les résultats de notre expérience sont très contribuant et favorables. Cette spécialité est nouvelle en Algérie et doit être organisée et installée. D'une part, il s'agit de résoudre le problème des débris organiques et de produire des bio-fertilisants pour renforcer les cultures « bio ».

Au vu de ses retombées économiques et de ses conséquences écologiques, la lombriculture et le lombricompostage sont des projets d'avenir remarquables.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques:

- Amélia Gaston (17 décembre 2010). *Etude et compréhension du déterminisme génétique et moléculaire de la remontée florale chez le fraisier* (thèse de doctorat). Univ. De Bordeaux 1 et 2. France.
- Anatoly M. Igonin²¹, Ph D, professeur à l'université de Vladimir (Russie), cité dans Casting Call, vol. 9, no 2, août 2004).
- Armand Millet; 1898. *Les fraisiers*. Edition Librairie agricole de la maison rustique, 26 rue Jacob.
- Des jardins inspirations (consulté le 15/04/2021). *Site des jardins inspirations*. [en ligne] <http://www.desjardins-inspirations.fr/les-fraisiers/#:~:text=EXIGENCES%20DES%20FRAISIERS-.2.1.,la%20floraison%2C%20donc%20la%20fructification>.
- Glenn Munroe. *Guide du lombricompostage et de la lombriculture à la ferme*. Centre d'agriculture biologique du Canada.
- Groupe crédit agricole du Maroc (consulté le 22/04/2021). *Fellah trade*. [en ligne] <https://www.fellah-trade.com/fr/filiere-vegetale/fiches-techniques/fraisier>.
- Lambert L., Laplante G. H., Carisse O. & Vincent C. (2007). La pourriture noire des racines du fraisier. Dans *Guide de maladies, ravageurs et organismes bénéfiques du fraisier, du framboisier et du bleuetier*. CRAAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec) (Ed). p. 27-29.
- Lambert L., Laplante G. H., Carisse O. & Vincent C. (2007). La stèle rouge du fraisier. Dans *Guide de maladies, ravageurs et organismes bénéfiques du fraisier, du framboisier et du bleuetier*. CRAAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec) (Ed). p. 30-32.

Références Bibliographiques

- Lambert L., Laplante G. H., Carisse O. & Vincent C. (2007). Pourriture amère (pourriture cuir et cœur rouge du rhizome) du fraisier. Dans *Guide de maladies, ravageurs et organismes bénéfiques du fraisier, du framboisier et du bleuetier*. CRAAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec). p. 24-26.
- Les horticultres (consulté le 22/04/2021). *Site des horticultures*. [en ligne] <https://www.leshortinautes.fr/forums/topic/culture-de-fraises/>
- Lambert L., Laplante G. H., Carisse O. & Vincent C. (2007). Le blanc du fraisier. Dans *Guide de maladies, ravageurs et organismes bénéfiques du fraisier, du framboisier et du bleuetier*. CRAAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec). p. 12-14.
- Simon parent (décembre 2001). *Besoins et physiologie du fraisier*. Journées horticoles de St-Rémi.