

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
- Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen –FACULTE
- تلمسان - بلقايد - تلمسان



SNV/STU

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Agronomie

Spécialité : Production Végétale

Par : ROUIBAH Nor-Djahane Nada

Sujet

Etude de l'effet des turriculés sur la croissance du blé

Soutenu publiquement ; le 12 / 09 / 2021, devant le jury composé de :

M. MANAA Abdessalam	M.C.A	Univ. Tlemcen	Président
M. KAID SLIMANE Lotfi	M.M.A	Univ. Tlemcen	Encadrant
Mme. BELLATRECH	M.C.A	Univ. Tlemcen	Examineur

Dédicace

Au nom d'ALLAH, le Clément et le Miséricordieux

Je dédie ce travail à:

Mes très chers parents, je les remercie de m'avoir donné la vie, reposez en paix, que Dieu les gardés et les protégés.

A ma chère grande mère.

A la mémoire de ma chère sœur Razane .

A ma chère sœur le futur architecte Manar Maha.

A ma petite sœur Soundouss la princesse de la famille.

A Mina, la personne qui m'as éclairé le chemin et qui m'as encouragé, Tu es ma raison et ma force de réussite.

A mes deux confidentes Imane et Rima.

A Ahlem et Wafaa mes deux copines agronomes que j'ai passée avec eux des moments inoubliables dans et hors université.

A tous mes collègues de la production et la protection végétale.

A ma Belle Famille de Tlemcen et de Constantin.

A Nawal, Fawzi, Ibrahim et toute l'équipe éducative de la plateforme « Zidney ».

A miss Aya ma meilleure coach d'anglais.

A tous ceux qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

Nor-Djahane-Nada

Remerciements

Avant toute chose, je remercie ALLAH, ARRAHMAN, ELKADDIR, de m'avoir donné la force et la patience pour achever ce travail.

A travers ce mémoire de master, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont eu contribué de près ou de loin à construire ce travail, et à me former dès ma tendre enfance.

J'aimerais d'abord exprimer ma gratitude à mon encadreur M. KAID SLIMANE Lotfi pour avoir accepté de bon gré et de participer à ce mémoire, ainsi que pour ses efforts fournis, pour ses conseils judicieux prodigués et pour sa patience et sa persévérance dans mon suivi, malgré ses charges intenses.

Mes profonds remerciements vont aux membres du jury M. MANAA Abdessalam, et. Mme BELLATRECH Amina, qui m'ont fait l'honneur de participer et de juger mon mémoire malgré leurs plans de charge.

Je tiens aussi à remercier l'ingénieur agronome M. BELAID Taha que je remercie vivement pour ces conseils précieux et ces encouragements.

Je remercie M. BENOSMANE Imad l'ingénieur et paysagiste de la pépinière "My garden" qui nous a ouverts son espace et M.SAIDE.

J'adresse également mes reconnaissances aux enseignant(e)s qui m'ont donné les bases de la recherche scientifique.

A titre personnel, je souhaite remercier chaleureusement les membres de l'entreprise «Perma.Sk».

Sincères remerciements

ملخص

تهدف الدراسة الحالية إلى مقارنة نمو القمح الصلب في وسطين متماثلين من حيث الظروف البيئية ومختلفين من حيث التسميد ، الأولى تعتمد على التسميد بسائل الفرميكبوست المصنع منزليا والثانية تعتمد فقط على السقي بمياه البئر . أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن النمو كان ملحوظا بالنسبة للقمح المسقي بسائل الفرميكبوست مقارنة بالقمح المسقي بماء والغير المسمد ويمكننا القول أن هذه النتائج تفسر استعمالنا لسائل الفرميكبوست الذي يحتوي على عناصر غذائية ذات قيمة حسب الدراسات التي اجريت عليه من قبل. تتميز البقايا العضوية وتدويرها بواسطة دود الأرض ثم استغلال ناتجها في التسميد العضوي الحيوي يعتبر من الطرق الممتازة للحصول على فوائد مختلفة في آن واحد.

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب ، تدوير وتحويل المخلفات الى سماد ، الفرميكبوست ، مخلفات دودة الأرض.

Résumé

Notre étude vise à comparer la croissance de blé dur dans deux milieux semblables par rapport aux conditions climatiques mais différente dans la fertilisation, le premier est basé sur la fertilisation par les turricules des lombrics et le second est uniquement irriguer par l'eau et donc sans fertilisants.

Les résultats obtenus présentent des valeurs notables pour la croissance du blé fertilisé par le liquide des turricules par rapport au blé non fertilisé, donc nous pouvons dire que ces résultats dus à l'utilisation des turricules comme fertilisants restent probants et à promouvoir.

Valoriser des débris organiques et les composter par les lombrics est une excellente méthode afin de mieux gérer les problèmes générés par les ordures organiques.

Mots clés : Blé dur, Compostage, Lombricompostage, Turricules.

Abstract

Our study aims to compare the growth of durum wheat in two media similar at the climatic conditions but different in fertilization, the first is based on the fertilization by the earthworms casting and the second is only irrigated by water and therefore without fertilizers.

The results obtained show significant the values affiliate at fertilized by the liquid of the worms castings to the unfertilized wheat, so we can say these results due to the use of the latter which contains nutrients of values.

Valuing organic debris and composted by earthworms is an excellent method to get different benefits simultaneously.

Keywords: Durum wheat, Composting, Vermicomposting, Earthworms castings.

Liste des Abréviations

E.T.P.: évapotranspiration potentielle

é : éme

qx : quintaux

°C : Degré Celsius.

N° : Numéro.

%: pourcentage.

Ph : Le potentiel d'Hydrogène

m : mètre

mm : millimètre

cm : centimètre

kg : kilogramme

P₂O₅: engrais phosphatés

K₂O : Oxyde de potassium

CaO : oxyde de calcium

ha : hectar

MO : Matière organique

m² : mettre au carré

° : Degré

etc : exetera

T : tonne

CAD : Contrat d'agriculture durable

M. :monsieur

Km : kilomètre

x : coordonnées cartographiques

y : coordonnées cartographiques

z : l'altitude

ml : millilitre

g : gramme

H₂O : l'eau

Liste des figures

- Fig. 1 . L'appareil végétatif de blé dur (Jouve et Daoudi, 2001).
Fig. 2 . L'appareil reproductrice de blé dur (Gate, 1955)
Fig. 3. Le cycle de développement du blé (Zadoks et al (modifié), 1974)
Fig. 4 . Dispositif d'un lombricomposteur (Chennouf et Foughali, 2009).
Fig. 5 . Le lombricompostage industrielle (image du web).
Fig. 6. Lombrics (Photo prise)
Fig. 7. Aspect général d'un ver de terre (Bouché, 1972)
Fig.8 . Répartition écologique des vers de terre (image du web)
Fig. 9. L'entreprise PERMA.SK et la pépinière "My garden"(image du web)
Fig. 10 .Vers de terres (originale)
Fig. 11 .Débris vertes (originale)
Fig. 12. Débris bruns (originale)
Fig. 13 . Turricules non tamiser (originale)
Fig. 14 .La région du Méfrouche (originale)
Fig. 15. Le sol prélevé (originale)
Fig. 16 . Semences de Blé dur
Fig. 17 . Matière organique en décomposition (originale)
Fig. 18 . Turricules tamisé (originale)
Fig. 19. Turricules séchés et stocker
Fig. 20. Préparation du liquide des turricules (originale)
Fig. 21 .Préparation du liquide des turricules (originale)
Fig. 22. La mélasse (originale)
Fig. 23 . La pompe d'oxygène (originale)
Fig. 24. Le liquide des turricules en plein préparation (originale)
Fig. 25. Le liquide des turricules en plein préparation (originale)
Fig. 26. Le liquide des turricules en phase final (originale)
Fig. 27. Préparation des substrats (originale)
Fig. 28. Préparation des substrats (originale)
Fig. 29.Préparation des substrats (originale)
Fig. 30 .La fertilisation par le liquide des turricules (originale)
Fig.31.Les premières pousses (originale)
Fig. 32 . Tallage (originale)
Fig.33 . Montaison (originale)
Fig. 34 .Epiaison (originale)
Fig. 35 . Longueur de la première feuille (cm)
Fig. 36 . Longueur de la deuxième feuille (cm)
Fig. 37 . Longueur de la troisième feuille (cm)
Fig. 38 .Nombre des talles
Fig. 39 . Longueur des épis (cm).

Liste des Tableau

Tableau II : Etapes principales de l'expérimentation

Tableau III : Dates de fertilisation de blé dur

Tableau IV : Dates et nombre des mesures pendant tout le cycle végétatifs de blé

Tableau V : Variations de la taille des trois premières feuilles de blé

Tableau VI : Résultats morphologiques de l'effet des turricules sur le nombre de talles

Tableau VII : Variations de la taille des épis de blé en utilisant le liquide des turricules pour la fertilisation

Table des matières

Dédicace.....	
....i	
Remerciements.....	
...ii	
Résumés.....	iii
Abstract.....	iii
Résumé en arabe.....	iv
Liste des abréviations.....	v
Liste des figures.....	vi
Liste des tableaux.....	vii
Introduction Générale.....	1

Chapitre1 :Généralité sur le blé

I.Origine et Classification.....	3
I.1.Origine du blé	3
I.1.1. Origine géographique.....	3
I.1.2. Origine génétique	3
I.2.Classification botanique.....	4
II. Biologie du blé	4
II.1. Morphologie du blé.....	4
II.1.1. Appareil végétatif	4
II.1.1.1. Racines	4
II.1.1.2. Tiges	5
II.1.1.3. Feuilles.....	5
II.1.2. Appareil reproducteur.....	6
II.1.2.1. Epi de blé.....	6
II.1.2.2. Grain de blé.....	7
II.2. Cycle végétatif du blé	7
II.2.1. Période végétative.....	7
II.2.2. Période reproductrice	8
II.2.3. Période de maturation.....	8

III. Exigences du blé.....	9
III.1. Sol.....	9
III.2. L'eau.....	10
III.3. Eléments fertilisants.....	10
III.4. Lumière	10
IV. Importance du blé dur en Algérie.....	11

Chapitre 2: Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

I.1. Recyclage.....	13
I.2. Matière organique.....	13
II. Compostage.....	13
II.1. Définition du compost.....	13
II.2. Compostage.....	13
II.3. Diverses techniques du compostage.....	14
II.3.1. Compostage de surface.....	14
- Définition.....	14
- Avantage	14
- Inconvénients.....	14
II.3.2. Paillage	14
- Définition.....	14
- Avantage.....	14
- Inconvénients.....	14
II.3.3. Compostage en tranchée.....	14
- Définition.....	14
- Avantage.....	15
- Inconvénients.....	15
II.3.4. Compostage en tas progressif.....	15
- Définition.....	15
- Avantage.....	15

- Inconvénients.....	15
II.3.5. Pâté chinois.....	15
- Définition.....	15
- Avantage.....	15
- Inconvénients.....	15
II.3.6. Lombricompostage.....	15
- Définition.....	15
- Avantage.....	15
- Inconvénients.....	15
III. Turricules des vers de composte.....	15
III.1. Lombricompostage domestique.....	15-16
III.2. Techniques de lombricompostage à grande échelle.....	16-17
III.2.1. Progression horizontale des vers.....	17
III.2.2. Andain et progression verticale des vers.....	17-18
III.2.3. Lombricompostage en lit.....	18
III.2.4. Lombricompostage en réacteur vertical.....	18
IV. Bestioles.....	18
IV.1. Lombric.....	18
IV.1.1. Définition.....	18-19
IV.1.2. Classification.....	19
IV.1.3. Rôle dans la nature.....	20
IV.2. Autres décomposeurs utiles	21
IV.2.1. Bactéries.....	21
IV.2.2. Collemboles.....	21
IV.2.3. Acariens	21
IV.2.4. Moisissures.....	21
IV.2.5. Cloportes.....	21
IV.3. Nuisibles.....	21
IV.3.1. Fourmis.....	21
IV.3.2. Mouches à fruits	21
IV.3.3. Sciaride ou mouche du terreau.....	21-22
IV.3.4. Mauvais mille-pattes.....	22

IV.3.5. Vers blancs.....	22
IV.3.6. Limace	22
IV.3.7. Escargot.....	22
IV.3.8. Scarabée.....	22
IV.3.9. Mouche soldat.....	22
IV.3.10. Larve de mouche soldat.....	22
V. Exigences du Lombricompostage.....	22
V.1. Température.....	22
V.2. Aération.....	23
V.3. Acidité.....	23
V.4. Humidité.....	23
V.5. Rapport Carbone/Azote.....	23
VI. Caractéristique des turricules des lombrics.....	23-24

Chapitre3 :Matériels et méthodes

III.1. Objectif.....	26
III.2. Localisation de l'expérimentation.....	26
III. 3. Matériels utilisés.....	27
III.3.1. Lombric.....	27
III.3.2. Débris organiques.....	27
III.3.2.1. Débris bruns.....	28
III.3.2.2. Débris vertes.....	28
III.3.2.3 Autres matières.....	28
III.3.3. L'eau.....	28
III.3.4. Turricules.....	29
III.3.5. La terre végétale (le sol).....	29-30
III.3.4. Matériel végétal.....	30-31
III.4. Protocol expérimental.....	31
III.4.1. Etapes de l'expérimentation.....	31
III.4.2. Réalisation de l'expérimentation.....	31
III.4.2.Lombricompostage.....	31-33
III.4.2.2. Préparation de la suspension à base de turricules.....	33-37
III.5. La conduite de culture.....	38
III.5.1. Préparation des pots pour le semi.....	38-39
III.5.2. Le semis.....	39-40
III.5.2 Fertilisation.....	40
III.5.3 Irrigation.....	40
III.6. Mesures effectuées.....	40
III.6. 1 La levée.....	40-41

III.6.2 Le tallage.....	41
III.6.3. La montaison.....	41-42
III.6.4. L'épiaison.....	42
III.6.5 La moisson.....	42

Chapitre3 : Résultats et discussion

IV.1. Résultats d'utilisation le liquide des turricules sur la culture de blé.....	44-50
--	-------

Conclusion	52
Références	54-55

Introduction générale

Introduction Générale

Vu la révolution de la production des fertilisants chimiques et leurs utilisations abusives dans le domaine d'agriculture, des effets néfastes accrus sur l'environnement ; la faune, la flore et plus particulièrement sur la santé de l'homme.

Ces différents problèmes sont les résultats d'une utilisation abusive de produits chimiques. Nous sommes en face à des enjeux importants, afin d'y intervenir et de trouver des solutions en intégrant de nouvelles technologies. Aussi pour développer des activités en rationalisant, d'une part, les déchets organiques et pour améliorer les rendements qualitativement et quantitativement, d'autre part.

Ceci nous a conduits à entamer ce travail, qui porte sur la production et l'utilisation d'un bio fertilisant appelé le lombricomposte, ce dernier est un résultat de la déjection des lombrics, puis l'appliquer sous forme d'un liquide (liquide des turricules) appelé le thé composte et de d'observer son influence sur la croissance du blé.

Nous avons choisi le blé comme une culture d'essai car le blé dur est une culture dont le cycle de développement, pas très long, nous permet de suivre aisément sa croissance.

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 blé dur et le deuxième sur les différents processus du recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage.

La deuxième partie est une partie pratique, qui englobe notre étude expérimentale à savoir : les matériels et les méthodologies utilisées, ainsi que l'analyse des résultats obtenus et leurs discussions.

Chapitre I

Généralités sur le blé dur

I. Origine et Classification

I.1. Origine du blé

I.1.1. Origine géographique

De nombreuses théories et hypothèses ont été émises pour prouver le centre original exacte du blé ; Il y a trois groupes d'espèces du genre *Triticum*, alors que **Vavilov dit que :**

Les Diploïdes se répartissent dans le foyer SYRIEN et le nord PALESTINIEN.

Les Tétraploïdes se répartissent dans l'ABYSSINIE.

Les Hexaploïdes se répartissent dans l'AFGHANO-INDIEN.

I.1.2. Origine génétique

Il y a environ 10 000 ans au Proche-Orient, dans la région du Croissant fertile que le blé a été domestiqué par hybridation entre trois espèces de Graminées sauvages Épeautre ou en grains sauvages *Triticum spelta* L, *Triticum boeoticum*, et *Aegilops longissima*. Il a gagné l'Europe occidentale par deux grands axes : d'une part la méditerranée dès 5 000 ans avant notre ère, était cultivé dans le sud de la France, d'autre part la vallée du Danube d.eux espèces de blé non panifiable (amidonnier et engrain) vieux de 4000 ans ont été retrouvées dans la région parisienne ainsi que du froment en Bretagne et en Normandie la détermination de l'origine de chacun des génomes du blé est difficile, du fait de l'évolution des espèces. (Cauderon, 1979 ; liu et al 1996 in Nadjem, 2012)

Tableau I : Groupes du *Triticum* et leurs nombres de de chromosomes

Les groupes du genre <i>Triticum</i>	Nombre de chromosomes
Hexaploïde (<i>Triticum aestivum</i>)	2n= 42 chromosomes
Tétraploïde (<i>Triticum turgidum</i>)	2n=28 chromosomes
Diploïde (<i>Triticum monococcum</i>)	2n=14 chromosomes

I.2. Classification botanique

Le blé dur est une monocotylédone avec une systématique suivante :

Embranchement : Spermaphytes

S/Embranchement : Angiospermes

Classe : Monocotylédones

Super Ordre: Commeliniflorales

Ordre: Poales

Famille : Graminacée

Tribu : Triticeae

Genre : Triticum

Espèce : *Triticum durum* Desf

(Wikipédia, « Blé *Triticum* »)

II. Biologie du blé

II.1. Morphologie du blé

Le blé dur est une espèce végétale herbacée de petite taille, annuelle, Monocotylédones. Composée de deux parties essentielles, une partie souterraine et une autre aérienne, aussi d'un appareil végétatif et d'un appareil reproducteur.

II.1.1. Appareil végétatif

II.1.1.1. Racines

On a deux sortes de racines :

Les racines primaires ou séminales issues de la semence, qui se développent au moment de la germination : la radicule qui débouche la 1^e ; puis la 1^e paire de racines qui va sortir en même temps ; et la 2^e paire des racines. Ces racines ne sont constituées que de tissus primaires, qui vont nourrir la plantule jusqu'au stade tallage.

Un système racinaire fasciculé assez développé (racines adventives ou coronaires), qui sont produites par le développement des nouveaux thalles. Elles peuvent atteindre jusqu'à 1m50. **(Soltner, 1990)**

II.1.1.2. Tiges

Sont des chaumes, cylindriques, souvent par résorption de la moelle centrale, mais chez le blé dur est pleine. Ils se présentent comme des tubes cannelés, avec de longs et nombreux faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux sont régulièrement entrecroisés et renferment des fibres à parois épaisses, assurant la solidité de la structure. Les chaumes sont une succession de zones d'où émerge une langue feuille.

II.1.1.3. Feuilles

Engainent la tige puis s'allongent en un limbe étroit à nervures parallèles lancéolées, issues chaque une d'un nœud ; quant à la gaine elle est sous forme d'un cylindre qui permet d'attacher le limbe au nœud le plus bas, son rôle est chlorophyllien et conservation d'eau et d'air et avant l'allongement des talles les gaines protègent l'apex qui se trouve en cercle concentrique au plateau de tallage ;

L'oreillette ou stipules sont des organes membranaires, dépourvus de chlorophylle dont le rôle n'est pas encore bien déterminé (elles forment des joins empêchant particulièrement l'eau de pluie ou de rosé de s'infiltrer à l'intérieur de la gaine) ; la ligule est un organe membranaire qui se forme à l'adjonction entre le limbe et la gaine. **(Prats et al, 1971)**

Chez toutes les Graminées la présence et la forme des oreillettes ou stipules et de la ligule, permet de déterminer l'espèce avant l'apparition de l'épi.

(Soltner, 1990).

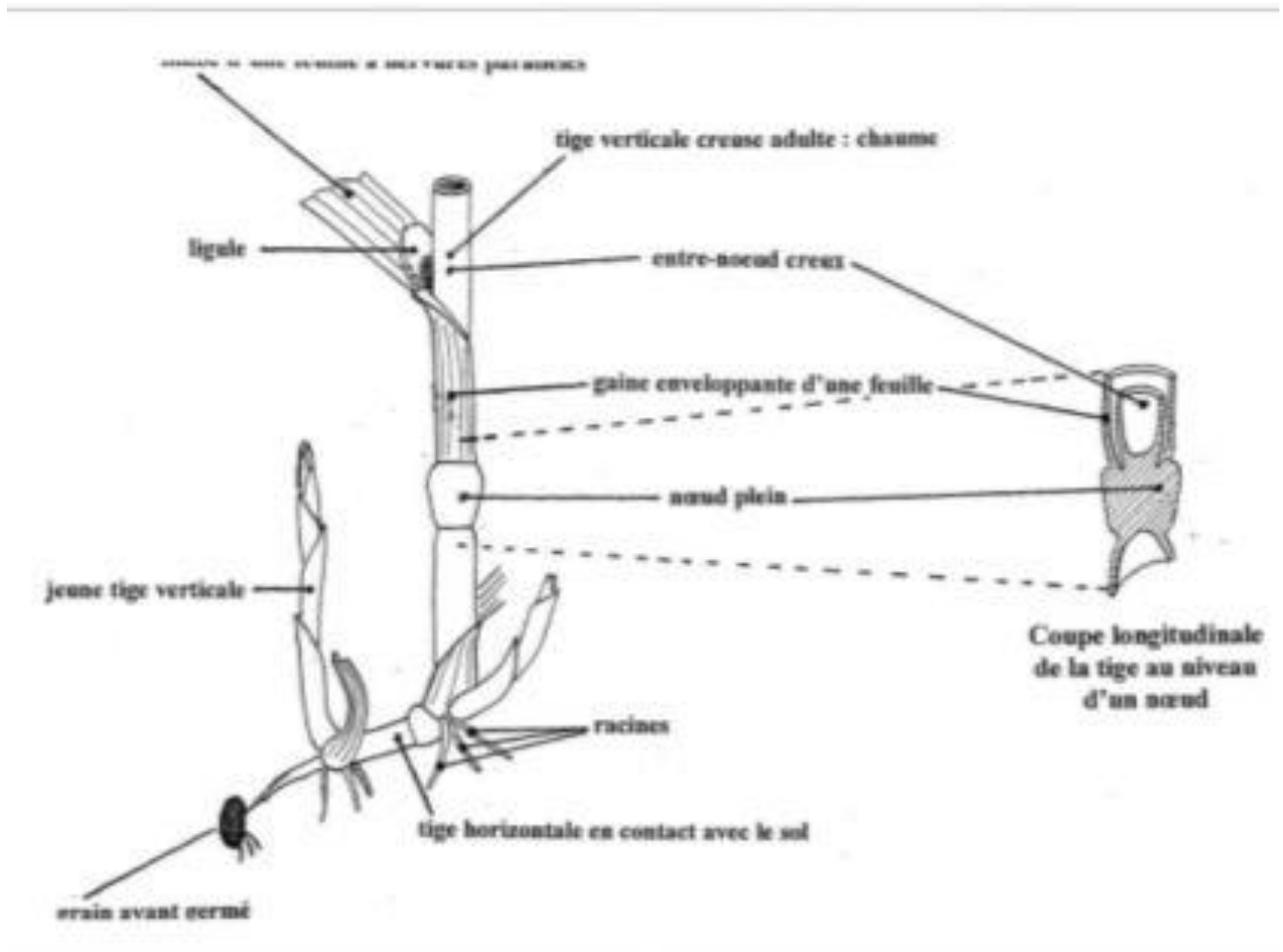


Fig. 1 : L'appareil végétatif de blé dur (Jouve et Daoudi, 2001)

II.1.2. Appareil reproducteur

II.1.2.1. Epi de blé

L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis, portant des épillets séparés par de courts entrenœuds. Chaque épillet comporte deux glumes. (Bractées) renfermant deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole.

Un épillet regroupe deux à cinq fleurs, et souvent trois fleurs à l'intérieur de deux glumes. Chaque fleur est dépourvue de pétales, et est entourée de deux glumelles (pièces écailleuses non colorées). Elle contient trois étamines qui ont la forme en x (pièces mâles), un ovaire surmonté de deux styles plumeux dichotomiques (les pièces femelles). La fleur du blé est dite cléustogame. **(PRATS, 1966).**

C'est-à-dire que, le plus souvent, le pollen est relâché avant que les étamines ne sortent de la fleur. Il s'attache alors au stigma, où peut se produire la fécondation.

À cause du caractère cléustogame de la fleur, l'autofécondation est le mode de reproduction le plus fréquent chez les blés : ce sont les anthérozoïdes (ou spermatozoïdes) issus du pollen d'une fleur, qui fécondent l'oosphère et la cellule centrale du sac embryonnaire de l'ovaire de cette même fleur (les cellules sexuelles femelles sont protégées dans un sac embryonnaire fermé au sein d'un ovule).

II.1.2.2. Grain de blé

Le grain de blé est un caryopse nu. (Soltner, 2005). Il est constitué d'un albumen représentant 80 à 85% du grain, des enveloppes de la graine et du fruit (13 à 17% du grain,) tandis que le germe ne constitue que de 3%.

Après fécondation, l'ovaire donnera le grain de blé. Dans le cas présent c'est-à-dire le blé, le grain est à la fois le fruit et la graine. En effet, les enveloppes du fruit sont soudées à celles de la graine.

Le grain de blé est un fruit particulier, il s'agit d'un caryopse où l'enveloppe externe est adhérente à la matière végétale de la graine et la protège des influences extérieures. Au cours de la mouture, les enveloppes (téguments) sont parfois séparées du grain (embryon + albumen) et commercialisées en tant que son. Le grain contient 65 à 70 % d'amidon, ainsi qu'une substance protéique (le gluten) dispersée parmi les grains d'amidon.

L'embryon ou germe est la partie essentielle de la graine permettant la reproduction de la plante : en se développant, il devient à son tour une jeune plante. Du fait qu'il contient beaucoup de matières grasses (environ 15%) ou d'huiles et qu'il pourrait donc rancir, le germe est souvent éliminé lors du nettoyage des grains.

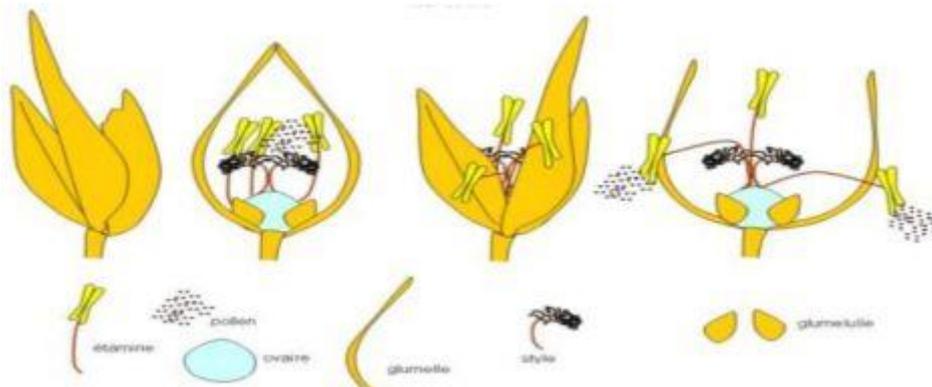


Fig. 2. L'appareil reproducteur du blé dur (Gate, 1955)

II.2. Cycle végétatif du blé

Comme pour l'ensemble des céréales, le cycle du développement du blé dur comporte trois phases : la période végétative, la période reproductrice et la période de maturation.

II.2.1. Période végétative

Cette période s'étend du semis au stade A. Le zéro de végétation du blé est de 0°C. Pour germer, le grain de blé doit absorber au moins 25 % de son propre poids en eau. Pendant l'hiver, en jours courts. Son développement dépend essentiellement de la température. Les variétés d'hiver subissent l'action vernalisante des températures basses (comprises entre 2 et 10 °C). En jours longs. Leur développement peut se trouver inhibé, si elles n'ont pas été vernalisées, par contre, le développement des variétés de printemps est activé. (*V. vernalisation.*)

II.2.2. Période reproductrice

Cette période commence après le stade A. Les talles herbacées deviennent plus nombreuses et se mettent à croître. Certaines vont donner des épis, alors que d'autres verront leur développement se ralentir et régresseront. Sur les talles destinées à porter des épis, les épillets, ébauchés au stade A.

Ils commencent à se former, et l'on peut assister à la formation des glumes qui correspond au stade B. (Celui-ci ne s'observe que si la photopériode est supérieure à douze heures, il est donc inhibé.) Ensuite, l'épi se constitue, les fleurs apparaissent et la fécondation se produit. Dès le début de la phase reproductrice, le poids de matière sèche formé est inversement proportionnel à l'évapotranspiration potentielle (E.T.P.) journalière, et l'on note une période critique dans les vingt jours précédant l'épiaison.

Si l'évapotranspiration est élevée à cette époque-là, la plante dépensera beaucoup d'énergie pour transpirer et formera moins de fleurs fertiles, donc moins de grains.

II.2.3. Période de maturation

Cette période s'étend de la fécondation au stade de maturité du grain. Pendant la phase appelée palier hydrique, où le grain accumule très fortement l'amidon dans son albumen, tout excès d'évaporation (ou tout déficit d'alimentation en eau), a pour effet de ralentir les synthèses et la migration des réserves nécessaires à la formation du grain, ce qui se traduit

par la formation de grains ridés et de poids inférieur à la normale (phénomène de l'échaudage). (CLEMENT Jean-Michel, 1981).

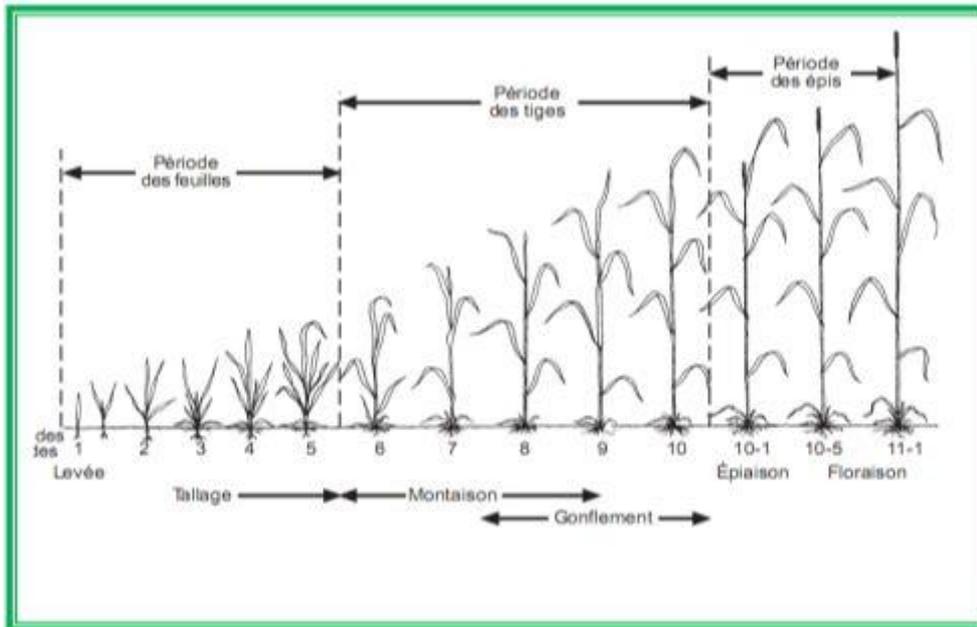


Fig. 3. Le cycle de développement du blé (Zadoks et al ,1974)

III. Exigences du blé

III.1. Sol

- D'après CLEMENT-GRAND COURT et PRATS (1971) ;

Les textures idéales sont : des textures limoneuses, argilo-siliceuses et argilo-calcaires, riches en éléments fertilisants et sable, à pH approchant la neutralité.

- Selon SOLTNER (1985), trois caractéristiques font la bonne terre pour le blé:
 - a- Une texture fine : limono-argileuse, qui assurera aux racines fasciculées du blé une grande surface de contact, et une bonne nutrition.
 - b- Une structure stable et résistante à la dégradation par les pluies d'hiver.
 - c- Une bonne profondeur et une richesse suffisante en colloïdes, afin d'assurer une bonne nutrition pour un grand rendement.

Le blé exige un sol sain et drainant, mais pas trop pour éviter le stress hydrique, surtout pendant la période de l'accumulation des réserves dans le grain.

III.2. L'eau

Selon SOLTNER (1985), la qualité d'eau influe sur l'élaboration de la matière sèche, mais malgré son rôle essentiel, un excès d'eau durant la phase de la germination-levée nuit à la culture du blé.

Le blé exige une humidité permanente durant tout le cycle de développement, l'eau est demandée en quantité variable. Les besoins en eau sont estimés à environ 800 mm (**Soltner, 2000**).

En zone aride, les besoins sont plus importants au vu des conditions climatiques défavorables. C'est de la phase épi 1 cm à la floraison que les besoins en eau sont les plus importants. La période critique en eau est estimée à 20 jours avant l'épiaison et jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (**LOUE, 1982**).

III.3. Eléments fertilisants

Les besoins du blé sont compris, selon les auteurs, entre 2,8 et 3,2 kg d'Azote, de 1,0 à 1,6 kg de P_2O_5 , 3 à 4,8 kg de K_2O , et de 0,5 à 1 kg de CaO, par quintal de récolte (grain + paille).

C'est durant la phase tallage-floraison que l'absorption des principaux éléments est la plus importante. Un premier apport d'Azote (élément non retenu par le complexe adsorbant), au tallage, donne un nombre plus grand de talles qui produisent des épis, mais crée de nouveaux besoins au cours de la montaison. Un deuxième apport, au début de la montaison, accroît le nombre de grains par épis. Un troisième apport, à l'épiaison, augmente légèrement la teneur en protéines. Cela justifie la technique des apports fractionnés d'Azote, aux stades qui influent le plus sur le rendement : au début du tallage et au début de la montaison (**CIEMENT Jean-Michel, 1981**)

III.4. Lumière

La lumière est le facteur qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement général du blé. Un bon tallage et garanti, si le blé est placé dans les conditions optimale d'éclairéments. **(LATRECHE, 2011).**

IV. Importance du blé dur en Algérie

L'importance et les caractères de la culture et de la production du blé en Algérie, comme dans toute l'Afrique du Nord, sont bien connus. Quelques faits cependant méritent d'être mis en lumière.

Alors que, pendant longtemps, la culture de l'orge a été plus étendue que celle du blé, celle-ci l'emporte, et de façon croissante, depuis le début du XXe siècle. C'est :

1. Cependant, les importations de 1950 se sont élevées à 528 000 qx.
2. En 1950, 430 000 qx, soit 1 680 millions de fret 2,5 % des exportations.

(Despois Jean, 1951).

L'Algérie est la 5ème dans le classement mondial de consommation des céréales.

(Djermoun, 2009).

La consommation alimentaire humaine des céréales occupe 60% de la ration alimentaire moyenne en Algérie, elle est évaluée à 200 kg équivalent grain/an/hab. **(BENCHARIF et al, 2009).**

En 2003, le blé dur représentait environ 47% des intrants de la filière et le blé tendre 53%, ce qui traduit par une mutation dans la structure de la consommation alimentaire. **(BENCHARIF et al, 2007).**

La culture des céréales et plus particulièrement celle du blé dur, est l'activité principale de l'agriculture algérienne. Avec une surface agricole utile de 8423340 ha. **(MADR,2009).**

Chapitre II

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

I. Recyclage de la matière organique

Le recyclage n'est pas une invention de l'homme, depuis la nuit des temps la nature le pratique à l'échelle planétaire. Qu'il s'agisse d'une jonquille ou d'un merle, d'un peuplier ou d'une mouche, tous les êtres vivants génèrent des déchets au cours de leur vie (feuilles, déjections, cadavres...). Le sol de nos campagnes n'est pas pour autant recouvert de déchets organiques. Même en forêt, où la production de feuilles est importante, la couche de litière ne dépasse que rarement une vingtaine de centimètres d'épaisseur, la nature recyclant tous ces éléments progressivement pour les réintégrer dans le cycle de vie animal et végétal. **(Pascal F., 2007)**

I.1. Recyclage

Il existe plusieurs modes de recyclage des matières organiques. Le recyclage des matières organiques sur les lieux de génération, par des activités comme l'herbicyclage, le feuillicyclage et le compostage domestique, est encouragé par de nombreuses municipalités, puisqu'il s'agit d'une approche simple et efficace de gérer certains résidus organiques sans avoir recours à une collecte. Le compostage industriel, l'épandage et la biométhanisation constituent également des avenues de recyclage et impliquent pour leur part une collecte des matières organiques en amont. D'autres technologies de traitement font leur apparition, et il sera intéressant de suivre leur évolution au cours des prochaines années.

I.2. Matière organique

Le terme matière organique regroupe une somme importante et hétérogène de substances et composés carbonés d'origine végétale et animale. La nature de la matière organique du sol est très complexe principalement des composés humiques, des racines, des microorganismes, des lombriciens ... C'est pourquoi il est plus juste de parler des matières organiques (MO). **(YVES Jean, 2007)**

II. Compostage

II.1. Définition du compost

Le compost est un mélange de résidus divers d'origine végétale ou animale, mis en fermentation lente, afin d'assurer la décomposition des matières organiques, et utilisé comme engrais et comme amendement. **(CIEMENT Jean-Michel, 1981)**

II.2. Compostage

Le compostage est une technique qui consiste à provoquer la fermentation des matières organiques, préalablement à leur incorporation au sol.

L'objectif du compostage est d'apporter au sol des matières organiques ayant déjà subi une humification plus ou moins complète. **(CIEMENT Jean-Michel, 1981)**

II.3. Diverses techniques du compostage

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

Il y a six techniques principales de compostage :

II.3.1. Compostage de surface

- Définition

Cette technique consiste à étaler une simple couche de matière organique sur le sol... et à laisser faire la nature. Le processus s'inspire de ce qui se produit en forêt, avec le tapis de feuilles mortes qui tombent au sol à l'automne et se décomposent avec le temps. **(Pascal F., 2007)**

- Avantage

Pas d'entretien

- Inconvénients

Pas de récupération de compost.

II.3.2. Paillage

- Définition

Pratiqué par de nombreux jardiniers, le paillage est une forme de compostage de surface qui consiste à couvrir le sol nu d'une couche de déchets verts, entre les plantations. **(Pascal F., 2007)**

- Avantage

Limitation des adventices et il n'a pas besoin d'entretien.

- Inconvénients

Pas de récupération de compost.

II.3.3. Compostage en tranchée

- Définition

Le principe de base est proche du compostage en surface. Comme pour ce dernier, pas question de récupérer du compost pour une utilisation en un lieu différent. Par contre, avec cette méthode, il est possible de composter des déchets de cuisine en plus de ceux du jardin, la couverture de terre supérieure permettant de les isoler facilement des animaux et des regards. **(Pascal F., 2007)**

- Avantage

Facilité de mise en œuvre il n'a pas besoin d'entretien.

- Inconvénients

Solution non compatible avec un compostage des déchets toute l'année.

II.3.4. Compostage en tas progressif

- Définition

C'est probablement la méthode de compostage la plus répandue. Elle permet de se débarrasser des résidus de table et de jardin tout au long de l'année, sans trop

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

d'entretien et d'emprise au sol. En outre, cette technique permet d'obtenir un très bon compost, en moins d'un an, et une production régulière pour peu que le compostage se fasse dans un composteur. **(Pascal F., 2007)**

- **Avantage**

La possibilité de traitement des déchets quotidiennement.

- **Inconvénients**

Demande une surveillance.

II.3.5. Pâté chinois

- **Définition**

Dans un cadre domestique, le pâté chinois est la technique de compostage la plus rapide, entre 3 et 8 mois. Toutefois - avec une mise en œuvre nécessitant d'avoir une quantité importante de matériaux diversifiés, afin de monter un tas d'un mètre cube minimum, en une seule fois. Cette technique ne s'adresse pas à tous, mais plutôt aux petites communautés ou à un cercle de voisins très élargi... **(Pascal F., 2007)**

- **Avantage**

Une grande quantité de production de compost et une production rapide.

- **Inconvénients**

Nécessité de disposer d'une grande quantité de déchets en une seule fois.

II.3.6. Lombricompostage

- **Définition**

Le lombricompostage est la copie à petite échelle de la décomposition des matières organiques dans les forêts par les microfaunes du sol, exercée par l'intermédiaire de l'homme afin d'obtenir de l'engrais organique appelé « lombricompost » utilisé pour les cultures **(Razafimaharov, 2011)**.

- **Avantage**

Production d'engrais très riche aussi rapidement.

Ne nécessite pas de grands espaces pour la production.

- **Inconvénients**

Demande beaucoup de surveillance et d'entretien.

III. Turricules des vers de composte

III.1. Lombricompostage domestique

Le lombricompostage est principalement pratiqué à petite échelle, car il permet de s'affranchir du problème de la masse critique que rencontrent fréquemment les jardiniers amateurs avec leurs composts et qui handicape le démarrage du compostage. Les vers peuvent en effet travailler à partir d'une très faible quantité de

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

matières organiques. Ils peuvent ingérer la moitié de leur poids par jour et peuvent supporter une densité de population de 5 kg/m². On peut ainsi, dans des conditions idéales, lombricomposter 25 kg de matières par m² et par jour. La quantité traitée dépend du type de matières entrantes. Un ménage de trois personnes peut générer 300 kg de bios déchets par an. 1 m² permet de lombricomposter 900 kg de bios déchets en moyenne ; un tiers de m² permet donc théoriquement de lombricomposter la production de bio déchets d'une famille de trois personnes..

Il existe différents types de lombricompostières individuelles : à bacs empilés, horizontales, verticales, etc., dont le principe est toujours le même : créer des conditions propices au développement des vers (obscurité, humidité, aération). On peut acheter ou fabriquer soi-même sa lombricompostière.

On peut s'approvisionner en vers en France chez quelques entreprises qui en élèvent spécifiquement pour le lombricompostage. Dans la mesure où le lombricompostage ne produit pas d'odeurs, s'il est correctement mené et que les vers ne fuient pas, il peut être facilement pratiqué en intérieur par exemple dans une cave, un cellier ou un placard de cuisine (**Appelhof, 1997**).



Fig. 4 : Dispositif d'un lombricomposteur (Chennouf et Foughali, 2009)

III.2. Techniques de lombricompostage à grande échelle

Le lombricompostage ne permet pas de remplacer le compostage traditionnel, il est adapté à d'autres types de déchets ou de situation et a l'avantage de ne pas poser le problème de la masse critique. Le lombricompostage est donc une technique complémentaire au compostage (**Dominguez et al., 1997 , Subler et al., 1998**).

Les méthodes de lombricompostage ont été adaptées pour faciliter l'utilisation des vers à grande échelle. Il y a deux cas de figure :

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

- Les matières organiques sont broyées (si nécessaire), mélangées et mises en andains, qui sont retournés pour un début de compostage traditionnel avec montée en température. Les matières organiques sont ensuite disposées en lit ou en andain bas etensemencées avec des vers. Il s'agit en fait de remplacer la phase de maturation du compostage traditionnel par le lombricompostage.
- Les matières organiques sont broyées, mélangées et lombricompostées sans phase thermophile. Il existe différents processus de lombricompostage (**Sherman-Huntoon, 2000**)



Fig. 5 : Le lombricompostage industrielle (web).

III.2.1. Progression horizontale des vers

Deux techniques existent :

- La première consiste à former un andain bas que l'on alimente en matières organiques. Quand l'andain fait environ un mètre de haut, on commence à répandre les matières, non plus sur le haut de l'andain, mais sur le flanc de celui-ci à 45°. Les vers migrent alors latéralement et l'andain s'élargit.
- La seconde technique consiste à construire une sorte de couloir bas en planches, briques ou parpaings. On dépose les matières au fond de ce couloir et onensemence avec les vers. On applique les matières organiques selon un angle de 45°. Les vers progressent en longueur avec les matières. Pour la récolte, il suffit d'ôter le fond mobile du couloir et de récupérer le lombricompost. Les systèmes par progression horizontale facilitent la récolte, mais ont une plus grande emprise au sol que le système par progression verticale des vers. (**Frederickson et Ross Smith, 2004**).

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

III.2.2. Andain et progression verticale des vers

Un premier andain bas est formé avec les matières organiques etensemencé de vers. Puis on ajoute régulièrement des couches de quelques centimètres d'épaisseur. Les vers remontent alors de couche en couche. Les vers ne pourraient pas évoluer dans un andain traditionnel formé en une seule fois, parce qu'ils ne supporteraient pas la hausse de température et les fermentations anaérobies éventuelles. Pour la récolte, on récupère en principe les vers dans la partie supérieure de l'andain et le lombricompost dans la partie inférieure. Le criblage final, permet néanmoins, de s'assurer qu'il ne reste plus de vers dans le lombricompost (**Munroe, 2004**).

III.2.3. Lombricompostage en lit

Sous serre ou en extérieur, on construit un lit de 40 cm de profondeur, de 1 à 2 m de largeur sur la longueur nécessaire, à l'aide de planches et de pieux. La surface inférieure du lit doit être isolée du sol pour empêcher les taupes, prédateurs des vers, de pénétrer dans le système. On dépose une première couche de matières organiquesensemencées de vers puis on ajoute régulièrement des matières. Les lits peuvent éventuellement être alimentés par un enjambeur et arrosés grâce à un arrosage automatique. Quand le lit est plein, pour ensemenecer d'autres lits, on retire les vers dans la partie supérieure en les attirant vers le haut de la litière, grâce à des boîtes aux fonds percés et emplies de matières organiques fraîches. L'avantage de cette technique, proche de celle des andains, est que l'on peut installer le dispositif sous serre, ce qui permet de ne pas perdre de productivité en hiver.

III.2.4. Lombricompostage en réacteur vertical

Cette technique est la plus récemment développée. Elle est également appelée système à flux continu.

On utilise un contenant vertical, dont la partie supérieure est ouverte, et dont le fond est constitué d'une grille. Les déchets sont déposés par le haut et le lombricompost est récupéré par le bas. A mi-niveau, les vers transforment les matières organiques en déposant leurs excréta dans le bas, au fur et à mesure qu'ils progressent dans la masse de matières organiques non transformées. Une barre en métal mobile positionnée au-dessus de la grille permet de casser la masse de lombricompost, ainsi produit et de le faire tomber. On parle ainsi de flux continu, les vers restant à la même hauteur. Cette technique s'inspire directement de la dégradation des matières organiques dans la nature.

IV. Bestioles

Voici une liste non exhaustive des bêtes que vous pourrez être amenés à observer dans votre lombricomposteur.

IV.1. Lombric

IV.1.1. Définition

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

Le lombric (Gros ver), appartenant à l'embranchement des annélides, à la classe des oligochètes, au corps rouge violacé, à la tête brune et à la queue aplatie en forme de fer de lance.

Le lombric (*Lumbricus terrestris*) est certainement le plus courant des vers de terre.

(CIEMENT Jean-Michel, 1981)

- Le Lombric ou Ver de composte a le corps mou, constitué d'anneaux semblables.
- Il rampe par contractions et allongements de son corps et en s'accrochant avec des soies locomotrices.
- Il possède, entre peau et tube digestif, une cavité générale renfermant des vaisseaux sanguins, un système nerveux, des muscles, des organes excréteurs bien distincts.
- Il mange des débris organiques et de la terre avec une bouche entourée de lèvres charnues. Il respire par la peau.
- Il vit surtout dans le sol, où il pond des œufs dans un cocon sécrété par la selle.
- Il jouit d'un extraordinaire pouvoir de régénération. **(M. ORIA, 1969)**



Fig. 6 : Lombrics (Originale)

IV.1.2. Classification

Classification du lombric commun (*Lumbricus terrestris*) :

Phylum : Annelida
Classe : Clitellata
Sous-classe : Oligochaeta

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

Ordre :	Haplotaxida
Sous-ordre :	Lumbricina
Super-famille :	Lumbricoidea
Famille :	Lumbricidae
Genre :	Lumbricus
Espèce :	<i>Lumbricus terrestris</i>

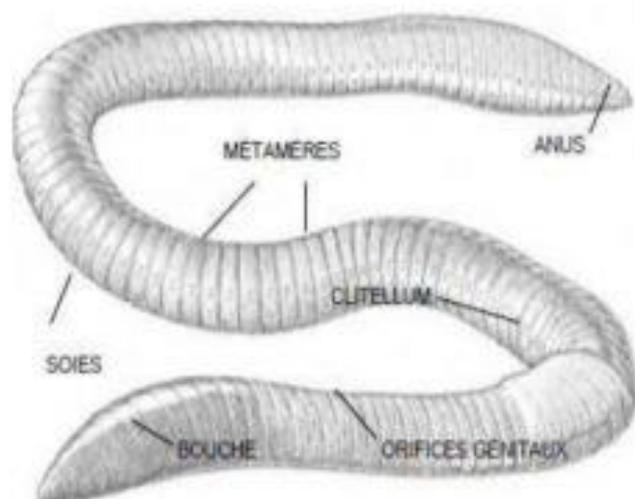


Fig. 7 : Aspect général d'un ver de terre (Bouché, 1972)

IV.1.3. Rôle dans la nature

Le Lumbric passe sa vie en faisant passer dans son tube digestif une énorme quantité de terre ; il ameublir, ainsi le sol et l'aère. Mais il arrive qu'après avoir circulé sur un cadavre, il remonte des microbes en surface, notamment celui du charbon, maladie qui atteint surtout les moutons. Que des animaux paissent l'herbe contaminée et ils tombent malades. Exceptionnellement, le Lumbric est nuisible. Un animal mort du charbon doit être brûlé pour que les microbes soient détruits. Le plus souvent on enfouit son cadavre dans de la chaux vive. (M. ORIA, 1969)

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

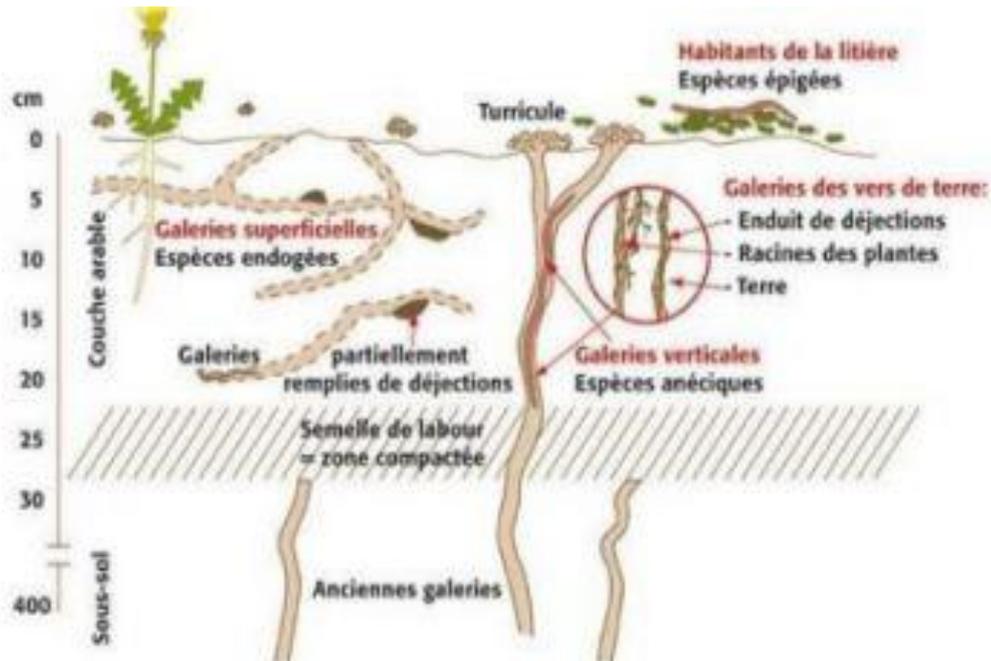


Fig.8 : Répartition écologique des vers de terre (image du web)

IV.2. Autres décomposeurs utiles

IV.2.1. Bactéries

Ce sont des micro-organismes, elles sont donc si minuscules qu'on ne peut pas les voir.

Elles sont indispensables à la décomposition de la matière qu'elles digèrent avant d'être elles-mêmes mangées par les vers de terre.

IV.2.2. Collemboles

C'est un petit insecte blanc d'un millimètre ou deux. Il mange les moisissures et la matière en décomposition. Il y a beaucoup de familles de collemboles dont certaines ne sont pas appréciées dans un lombricomposteur.

IV.2.3. Acariens

Ont un dixième de millimètre. Ils mangent les tissus mous des plantes, les moisissures ou alors parfois les déjections d'autres animaux. En cas d'infestation, évitez d'alimenter votre lombricomposteur avec de la nourriture très humide comme les fruits et les légumes.

IV.2.4. Moisissures

Ce sont des champignons qui s'installent sur la nourriture abandonnée qu'ils décomposent.

IV.2.5. Cloportes

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

C'est un isopode, c'est-à-dire que ses pattes ont l'air identique. Il mange les vieilles feuilles et des fragments végétaux. Il est gris foncé. Il est inoffensif et bénéfique. On peut s'en débarrasser facilement car ils se tiennent en groupe.

IV.3. Nuisibles

IV.3.1. Fourmis

Ce sont des insectes bien connus à six pattes. Il est assez désagréable d'en avoir dans sa maison. Elles participent à la décomposition. Le problème avec les fourmis est qu'elles mangent les vers de terre de votre lombricomposteur.

IV.3.2. Mouches à fruits

Ce sont de très petites mouches. Elles ne mordent pas, ne piquent pas, sont silencieuses et ne gênent pas les vers de terre.

On les voit en général si quelqu'un a oublié de recouvrir la nourriture de litière ou a tout simplement laissé de la nourriture à l'air libre. Le problème est qu'elles pondent des œufs dans la nourriture (en particulier dans les fruits).

IV.3.3. Sciaride ou mouche du terreau

C'est une petite mouche sombre. Elle vole comme un avion de papier. Elle se nourrit de champignons du sol et de racines. Elle vole souvent à côté des plantes d'intérieur. Elle peut infecter facilement les plantes d'intérieur et il est alors très difficile de s'en débarrasser. On les voit d'ailleurs souvent voler autour des plantes vertes. Elle peut occuper en petit nombre un lombricomposteur.

IV.3.4. Mauvais mille-pattes

Il se déplace rapidement à l'aide de ses très nombreuses pattes. Il peut compter entre 15 et 137 segments munis chacun d'une paire de patte. Il mange les vers.

IV.3.5. Vers blancs

Ils ressemblent à des petits morceaux de fils. Ils sont fins, blancs et mesurent 2-3cm. Ils mangent la nourriture qui pourrit.

IV.3.6. Limace

Elle mange de la matière vivante mais on peut la retrouver dans le compost ou elle mange les déchets frais. Si votre lombricomposteur est proche de votre jardin, retirez-les à la main.

IV.3.7. Escargot

Comme la limace, il préfère manger de la matière vivante comme les feuilles, mais il lui arrive d'apparaître dans le lombricomposteur.

IV.3.8. Scarabée

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

C'est un insecte avec des ailes noires, dures et brillantes d'un centimètre ou deux. Il mange les limaces, les escargots et les insectes mous comme les chenilles. Ils vivent habituellement dans les endroits humides comme sous les pierres et les planches.

IV.3.9. Mouche soldat

Elle est habituellement noire et ressemble un peu à une guêpe. Elle ne pique pas, ne pond pas et ne mange pas. Elle se reproduit dans la matière organique humide habituellement dans un état avancé de décomposition.

IV.3.10. Larve de mouche soldat

Elle a un corps aplati. Elle est de couleur crème à marron foncé. Elle se déplace assez rapidement en ondulant fortement son corps. Elle a un énorme appétit et peut manger des quantités incroyables de déchets (supérieures au ver de terre). Elle ne mange pas les vers mais produit un milieu acide défavorable aux.

V. Exigences du lombricompostage

V.1. Température

La température idéale se situe entre 15°C et 25°C. En s'éloignant de cette fourchette, l'activité des lombrics ralentira et leur population pourra décliner. Lorsque le temps le permet le lombricomposteur peut être laissé à l'extérieur, mais il est important de ne pas l'exposer directement au soleil. De plus, une pluie abondante risquerait de noyer les vers, si le lombricomposteur n'est pas abrité. A l'arrivée des nuits froides, le lombricomposteur doit être gardé à l'intérieur.

V.2. Aération

Puisque le processus de décomposition requiert un bon apport d'oxygène, on doit s'assurer qu'il y ait une circulation d'air autour du lombricomposteur et qu'un échange d'air se fasse entre l'intérieur et l'extérieur de ce dernier.

V.3. Acidité

Avec le temps, la décomposition de la matière organique va acidifier la litière, ce qui peut nuire aux lombrics. Il est donc nécessaire d'ajouter régulièrement des coquilles d'œuf séchées réduites en poudre, ou de la chaux dolomitique.

Certains aliments sont acides et leur apport, doit d'autant plus être compensé. Pour ceux qui disposent de moyens de mesurer l'acidité (papier pH...), sachez que le mélange doit garder un ph neutre, entre 6,5 et 8.

V.4. Humidité

L'humidité souhaitable doit être comprise entre 75 et 85 %. L'eau est apportée au début du processus. C'est ensuite l'humidité de vos déchets qui alimente le lombricomposteur en eau. L'eau qui s'évapore se condense sur les parois et reste dans le lombricomposteur. Toutefois, si, le compost sèche, pulvérisez le avec de l'eau en prenant bien soin de ne pas noyer les vers.

Différents Processus de recyclage de la matière organique et la production des turricules par la technique de lombricompostage

V.5. Rapport Carbone/Azote

Il est important de respecter l'équilibre carbone/azote pour garantir une bonne qualité finale du compost. Les déchets organiques (épluchures, pain, restes de repas, etc.) sont riches en azote. S'il n'y a pas suffisamment de vers dans le lombricomposteur, ces matières risquent de se transformer en une pâte gluante et puante

Il faut donc rééquilibrer en ajoutant au besoin des matières carbonées Les vers adorent le papier, le carton ondulé, les cartons à œufs. Ils s'y réfugient s'en reproduisent et s'en régalerent.

VI. Caractéristique des turricules des lombrics

Environ 6000T de déchets seront lombricompostés : 4500T de l'ensilage et 1500T de fumier. Le lombricompostage réduisant de 90% le volume des déchets, la production annuelle de lombricompost au sein de CAD environnement devrait être alors de 600T Les turricules des lombrics a différentes propriétés intéressantes ce qui en fait un produit à haute valeur ajoutée. Il va pouvoir être utilisé comme - engrais » (**Ndegwa et al. 2001**)

Pour tout type de plantes (favorise la germination et le feuillage), il est directement assimilable par les plantes, il va favoriser une bonne composition physico-chimique du sol et peut, ainsi régénérer des sols appauvris, de plus, il va diminuer l'utilisation d'autres produits (chimiques). Les turricules des lombrics est un amendement organique bio que nous revendons en moyenne 300 euros la Tonne.

La composition du des turricules des lombrics est la suivante :

- Des turricules sont des petits monticules de terre constituée de tortillons caractéristiques.
- Les turricules sont issus des déjections des vers de terre (Les meilleurs sont celle des lombrics).

Les turricules des lombrics sont généralement composé de :

- Matière sèche = 50%
- Matière organique= 59,6%
- Azote = 4,90 %
- Phosphore total = 1,10 %
- Potassium total = 0,80 %
- Magnésium = 0,50 %
- Calcium = 12,70 %

Avec un pH de $7 \pm 0,5$

Chapitre III

Matériels et méthodes

III.1. Objectif

L'objectif de cette étude est de voir l'influence des turricules sur la croissance du blé. Aussi et à travers, ces investigations mettre en relief, le rôle des vers de terre dans la valorisation des déchets organiques qui posent un véritable problème à l'échelle nationale.

Pour ce faire, on préconise de faire la comparaison de la croissance du blé dans deux types de substrats

III.2. Localisation de l'expérimentation

Tous d'abord les vers de terre proviennent d'une entreprise agricole « Perma.SK » installée dans la région de Médéa, Algérie. Cette dernière est spécialisée dans l'élevage et la production du lombric.

En second lieu, la production des turricules, qui n'est autre que les déchets fécaux de ces mêmes vers de terre, ont été produits à domicile.

En troisième lieu, l'expérimentation a été réalisée à la pépinière "My garden", 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.



Fig. 9 . L'entreprise « PERMA.SK »

III. 3. Matériels utilisés

III.3.1. Lombric

Environ 200 individus des vers du fumier (Red Wiggler), qu'on a obtenu de l'entreprise agricole des engrais biologiques « Perma.SK ».



Fig. 10 . Vers de terres (originale)

III.3.2. Débris organiques

Dans le but d'obtenir une certaine quantité de turricules, il faut nourrir les vers de terre. Ces derniers consomment une grande quantité de débris organiques qu'ils ingèrent tout en la mélangeant avec la matière minérale du sol.

La matière organique doit avoir une composition équilibrée, entre les débris bruns (la matière carbonée) et les débris verts (la matière azotée). Cette composition doit obéir aux proportions suivantes à savoir 2/3 de matières azotées pour 1/3 de matières carbonées.

III.3.2.1. Débris bruns

- ✓ Papiers, cartons et tissus cellulosiques (On évite toutes les parties colorées qui

peuvent contenir des métaux lourds).

- ✓ Paille.
- ✓ Fleurs fanées, foin.
- ✓ Tiges et feuilles sèches.

III.3.2.2. Débris vertes

- ✓ Les épluchures des fruits et des légumes en évitant ceux de l'oignon, de l'ail, et du poireau (partie blanche) agrumes (acide et antibactérien).
- ✓ Tontes de gazon, herbes fraîches, les plantes et les fleurs fanées.

III.3.2.3 Autres matières

- ✓ Un peu de coquilles d'œuf broyé et mac de café pour diminuer l'acidité dans le milieu.
- ✓ Un peu de lombricompost du milieu d'élevage précédant pour éviter le stress des lombrics à cause du changement du milieu.



Fig. 11. Débris vertes (originale) Fig. 12 – Débris bruns (originale)

III.3.3. L'eau

L'eau utilisée pour humidifier le lombricomposteur, d'une part et diluer les turricules solide, d'autre part est :

- ✓ Une eau sans chlore.
- ✓ Une eau tiède.

III.3.4. Turricules

- ✓ Les turricules utilisées dans notre expérimentation ont été produites en Juillet 2020.
- ✓ Ces turricules ont une couleur noire foncée, sans odeur désagréable.
- ✓ Les turricules ont été prélevées d'une façon aléatoire du lombricomposteur
- ✓ Ces turricules sont considérées comme stables à pH plus ou moins neutre.



Fig. 13 – Turricules non tamisés (originale)

III.3.5. La terre végétale (le sol)

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. 14 .La région du Méfrouche (originale)



Fig. 15. Le sol prélevé (originale)

III.3.4. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué d'une céréale locale du blé dur (*Triticum turgidum*) c'est une Poacées (Graminées) d'une variété vigoureuse appelée Waha.

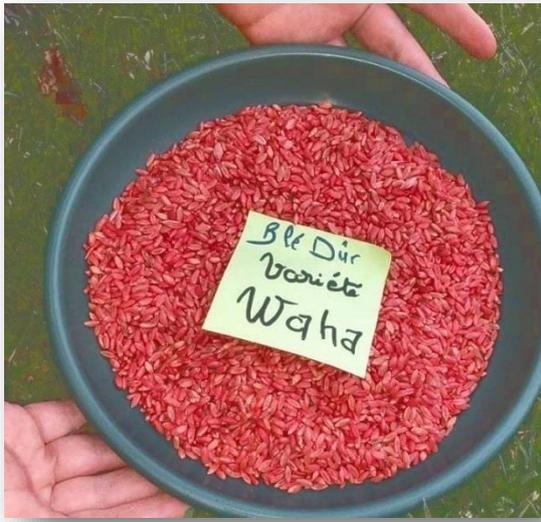


Fig. 16. Semences de Blé dur

III.4. Protocol expérimental

III.4.1. Etapes de l'expérimentation

Notre expérimentation a été réalisée en trois étapes successives :

Tableau II. Etapes principales de l'expérimentation

Etapes	Etape N°1	Etape N°2	Etape N°3
Période	Du 21 mars 2020 jusqu'au début septembre 2020	Du décembre 2020 jusqu'à le début du mois d'Avril 2021	Décembre 2020 jusqu'à la fin de l'expérimentation (mai 2021)
Le travail effectué	-Préparation d'un lombricomposteur à la maison selon les normes de l'élevage. -Ramassage des turricules et conservation.	Préparation du liquide des turricules selon les besoins du végétale. (chaque 25 jours nous faisons une nouvelle préparation).	-Semis -Fertilisation -Mesures de la croissance.

III.4.2. Réalisation de l'expérimentation

Afin de pouvoir atteindre les objectifs prédéfinis, on a d'abord produit les turricules. Cette phase primordiale allait durer dans le temps. Pour cela, il fallait procéder par étapes.

III.4.2.1. Lombricompostage

Pour réaliser un bon lombricompostage on a pris :

- Un lombricomposteur d'extérieure fabriqué en plastique.
- Des vers de composte.
- De la matière carbonée comme les feuilles mortes et les copeaux de bois.
- Du carton et des feuilles découpées en petit morceaux.
- Des débris verts du jardin, on a préféré les couper en petits morceaux et les hacher.
- Un peu de terreau.
- De l'eau pour l'humidification du milieu.
- Un morceau de tissu pour couvrir le lombricomposteur.

Et on a suivi les étapes ci-dessous et dans l'ordre suivant :

- On a placé le lombricomposteur dans un coin isolé et bien aéré dans le balcon, en suite dans une bassine on a mélangé le carton coupé avec une autre matière carboné (les feuilles morte des arbres) tout en rajoutant de l'eau, afin de former un mélange sous forme de pâte, cette pâte est une litière.
- On a disposé cette pâte au fond du lombricomposteur, et on a ajouté les vers de composte et les débris verts du jardin avec du terreau. On a couvert le lombricomposteur avec du tissu ou et on a humidifié encore une fois.

Une vérification quotidiennement de l'aération et l'humidité de ce lombricomposteur était nécessaire jusqu'à l'obtention des turricules

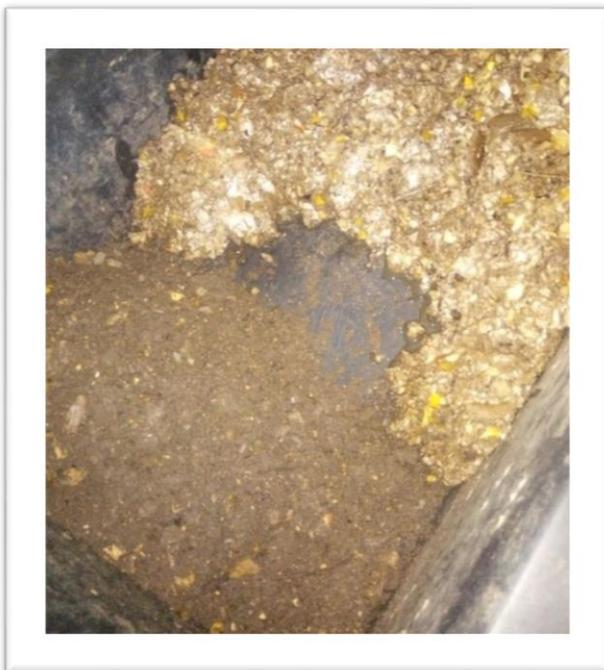


Fig. 17.Matière organique en décomposition (originale)



Fig. 18. Turricules tamisés (originale)



Fig. 19. Turricules séchés et stockés (originale)

III.4.2.2. Préparation de la suspension à base de turricules

Pour fabriquer la suspension à base de turricules, destinée à l'irrigation, on a :

- utilisé 800 ml d'eau qui provient d'une source d'eau non Chlorée.
- placé une pompe à air au fond d'un seau en plastique de 5 litre et on a placé le diffuseur de la pompe d'aquarium au fond du seau. C'était une pompe externe pour remuer la suspension pendant sa fermentation.

- L'utilisation de la pompe est nécessaire, afin d'aérer le liquide pendant la fermentation. Un liquide stagnant sera en anaérobie, ce qui sera néfaste pour les plantes.

- Après avoir placé le diffuseur au fond du seau, on a rempli celui-ci avec les turricules (environ 200 g), bien sûr les turricules sont suffisamment meuble pour permettre une bonne dissolution.

- Aussi les turricules sont suffisamment mûr, car un lombricompost, trop jeune, peut contenir des organismes pathogènes nocifs pour les cultures.

- Un compost mûr a une odeur douce comme la terre

- On a ajouté de la mélasse car la mélasse apporte des nutriments aux bactéries bénéfiques et leur permet de se développer et de se multiplier.

- Pendant l'opération, on a remué ce mélange au moins trois à quatre fois pendant les 24 heures de fabrication.

- Une fois que la fabrication la suspension des turricules (appelé aussi le thé compost des vers de fermier), on éteint la pompe et on retire le tuyau et le diffuseur du seau. Pour filtrer ce produit, on a utilisé un sac en toile.

- Il est nécessaire d'utiliser le thé compost quand il est encore frais. Le plus tôt sera le mieux, et on l'a pas gardé plus de 3 jours c'est pour cette raison j'ai répété cette opération chaque 25 jours une fois (répétition 5 fois).

- On a répandu directement le liquide des turricules avec une part égale de l'eau sur le sol où il y a le lit de notre culture.

- Parfois même on a utilisé un vaporisateur pour arroser les feuilles de notre culture (une alimentation foliaire).



Fig. 20 .Préparation du liquide des turricules (originale)



Fig. 21. Préparation du liquide des turricules (originale)



Fig. 22. La mélasse (originale)



Fig. 23. La pompe d'oxygène (originale)



Fig. 24 . Le liquide des tirrucules en plein préparation (originale)



Fig. 25 . Le liquide des tirrucules en plein préparation (originale)



Fig. 26 . Le liquide des tirrucules en phase final (originale)

-Etape N°3

On a placé notre culture et on l'a fertilisé par 5 doses de ce produit (une fois chaque 25 jours) jusqu'à la fin du cycle phrénologique.

III.5. La conduite de culture

III.5.1. Préparation des pots pour le semi

-10 bidons ont préparés en mettant une couche de gravier, tout au fond, après avoir pratiqué quelques trous, afin de favoriser le drainage. Ces derniers ont été installés dans des conditions d'éclairage et d'exposition homogènes et adéquates.

- les 10 bidons ont été répartis en deux séries de cinq, une première irriguée avec la suspension à base de turricules, la seconde avec de l'eau ordinaire. La seconde série faisait l'objet de bidons témoins. La répétition de 5 permettrait de faire de calculer la croissance moyenne afin de reconforter nos résultats.



Fig. 27. Préparation des substrats (originale)



Fig. 28 . Préparation des substrats (originale)



Fig. 29. Préparation des substrats (originale)

III.5.2. Le semis

- Les grains de blé dur sont mis en terre le 24 décembre 2020
- environ trois grains de blé dur dans chaque bidon
- donc le totale des grains utilisé dans notre expérience c'était environ 30 grains.
- Les grains on était pris aléatoirement.

III.5.2 Fertilisation

- Basée uniquement sur le liquide des turricules.
 - Cinq dose du liquide des turricules pour cinq bidons de blé.
 - La dose du liquide des turricules est de 200 ml dilué pas 800 ml de l'eau.
- Pour chaque on a utilisé environ 320 ml d'engrais liquide une fois chaque les 25 jours pendant tout le cycle végétatif du blé dur.



Fig. 30 . La fertilisation par le liquide des turricules (originale)

III.5.3 Irrigation

- L'eau de pluie et si la terre est séché on irrigue artificiellement.
- L'irrigation artificielle des plantes étaient effectué par l'eau du robinet en utilisant un tuyau.
- Les doses d'irrigation vont en augmentation avec la croissance des plantes et l'augmentation de la température.

III.6. Mesures effectuées

On a suivi tous le développement de la culture et les paramètres morphologiques, dès la levée jusqu'au stade finale. On a insisté, en premier lieu sur la taille des trois premières feuilles du blé, en suite la taille des tiges sans oublier le nombre de tige au moment du tallage.

Les résultats sont exprimés en centimètre.

III.6. 1 La levée

Les premières pousses ont été constatées le 05 janvier 2021.

Après l'apparition de la première feuille directement, on a sélectionné notre pousse de blé et on a éliminé les deux autres, afin de donner toutes les chances de réussite pour notre culture.



Fig.31 .Les premières pousses (originale)

III.6.2. Le tallage

A la fin de l'hiver, les brins de la plante se sont développés et c'était le 08 février 2021



Fig. 32. Tallage (originale)

III.6.3. La montaison

Dès le début du printemps ; le 10 mars 2021, les tiges ont commencé à s'allonger.



Fig.33. Montaison (originale)

III.6.4. L'épiaison

Les épis de blé ont fait leur apparition le 28 mars 2021.



Fig. 34.Epiaison (originale)

III.6.5 La moisson

Selon les aléas climatiques, les grains de blé sont prêts à être récoltés entre juin et août. Malheureusement pour notre expérimentation et contre toute attente, une fois la moisson

se sont les oiseaux qui l'ont fait à notre place. Toutefois, l'objectif étant de mesurer la croissance du plant de blé, les derniers événements n'ont atteint que notre amour propre, tout en prouvant, encore une fois que la dame nature est ainsi faite.

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV.1. Résultats d'utilisation le liquide des turricules sur la culture de blé

Après la réalisation d'un lombricompostage ainsi que la production de liquide des turricules en appliquant ce dernier sur le blé dur, nous avons choisie trois critères morphologiques pour faire cet étude ; la taille des feuilles en cm, le nombre des talles et la longueur des épis en cm.

Nous avons présenté ces résultats sous forme des tableaux et selon un ordre :

- Le tableau suivant regroupe toutes les dates où nous avons fertilisé la culture de blé par le liquide des turricules.

Tableau III. Dates de fertilisation de blé dur

Dates	02-02-2021	27-02-2021	25-03-2021	23-04-2021	04-05-2021
Doses de liquide des turricules dilué par l'eau (ml)	115 L(turricules.) + 115 H ₂ O				
Méthodes de fertilisation	Directement sur le sol	Directement sur le sol	Directement sur le sol	Une alimentation foliaire	Une alimentation foliaire

- Pour la fustigation de blé nous avons choisi de commencer par l'application sur le sol directement pour alimenter la partie sous terrienne et assuré un bon développement racinaire, en suite et au fil du temps nous avons changé la méthode et nous avons fait une pulvérisation foliaire, au moment où la partie aérienne est en développement.

- Pour les doses choisies, en rapport à la quantité des turricules récoltés de lombricomposteur compartimentés selon le nombre des bidons (5 bidons), le cycle phénologique et les besoins de la plante dans chaque stade végétatif.

- Le tableau suivant présente les dates et le nombre des mesures, pendant tout le cycle végétatif de la culture de blé pour les 10 bidons.

Tableau IV. Dates et nombre des mesures pendant tout le cycle végétatifs de blé

stades végétatifs	nombre de mesure	Dates de mesure
La levée	3 fois	Du 05 janvier 2021 au 01 février 2021
Le tallage	1 fois	le 08 février 2021
La montaison	0 fois	Du 10 mars 2021 au 26 mars 2021.
L'épiaison	2 fois	Du 28 mars 2021 au 04 mai 2021
La moisson	00	00

- Pour les valeurs présentées dans ce tableau, nous avons mesuré en premier lieu la longueur des trois feuilles, car le développement des feuilles est un critère très important ; nous avons fait trois mesures régulières, puis une autre mesure dans le stade de tallage où nous avons compté le nombre de talles.
- Pour le stade de la montaison nous n'avons pas pu faire de mesures parce que nous n'avons pas pris l'élongation de la tige comme critère, puisque la longueur de la tige de blé dur diffère d'une variété à une autre.
- Pour la période de l'épiaison nous avons effectué deux mesures et pour la moisson nous n'avons pas eu la chance de faire la mesure car notre cycle était stoppé plus tôt que prévu.

Tous ces résultats trouvés sont présentés comme suites dans les tableaux ci-dessous :

- Le tableau suivant représente les résultats du développement de la longueur des trois premières feuilles de blé dur pour les bidons 1, 2, 3, 4 et 5 où nous avons fait une fertilisation par le liquide des turricules et pour les bidons: 6, 7, 8, 9 et 10 où nous n'avons pas fait une fertilisation et nous avons utilisé que de l'eau pour irriguer.

Tableau V. Variations de la taille des trois premières feuilles de blé

Bidons	1er	2ème	3ème	4ème	5ème	6ème	7ème	8ème	9ème	10ème
Longueur de la première feuille (cm)	5.00	4.70	4.40	4.40	5.10	1.90	2.00	2.00	2.50	1.90
	11.00	9.50	8.90	9.00	10.30	6.10	6.10	5.30	6.30	6.00
	13.80	11.20	11	10.90	13.60	8.1	8.9	8.7	12	9.6
Longueur de la deuxième feuille (cm)	02.00	01.90	01.90	0.80	02.20	00.80	0.80	1.00	1.90	00.50
	05.20	05.20	05.00	4.90	05.00	2.50	2.40	2.60	3.10	2.40
	11.00	9.1	9.1	9.5	11.8	06.5	06.3	05.5	08.7	06.6
Longueur de la troisième feuille (cm)	00	00	0.10	00	00	00	00	00	00	00
	3.00	4.90	5.00	04.80	05.00	1.90	1.30	00	00	00
	5.20	8.00	8.20	07.1.	08.00	2.50	2.90	00	1.00	00

Une fertilisation par le liquide des turricules agit différemment, sur la croissance de la partie aérienne et dès le début on a remarqué cette différence dans les trois premières feuilles du blé dur.

On peut constater d’après le tableau ci-dessus qui montre que la croissance en longueur de la première feuille augmente régulièrement avec le temps dans les Cinq premiers bidons, la valeur maximale pour la première feuille était 13.80 cm et la longueur minimale était 10.90 cm.

Pour la deuxième feuille et la troisième la même chose a été remarquée :

- 11.80 cm la valeur maximale de la deuxième feuille
- 8.20 cm la valeur maximale de la troisième feuille

Par rapport aux autres bidons 6,7,8,9,10 qui présentent la culture non fertilisée nous avons remarqué une croissance inférieure à celle enregistrée dans les bidons 1,2,3,4,5 où la valeur maximale d’elongation de la première feuille est de 12cm, la deuxième feuille 08.7cm et la troisième feuille 2.90 cm. Donc à ce niveau, on peut relever l’effet positif des turricules sur la croissance du blé aussi il est remarquable dans les histogrammes suivants

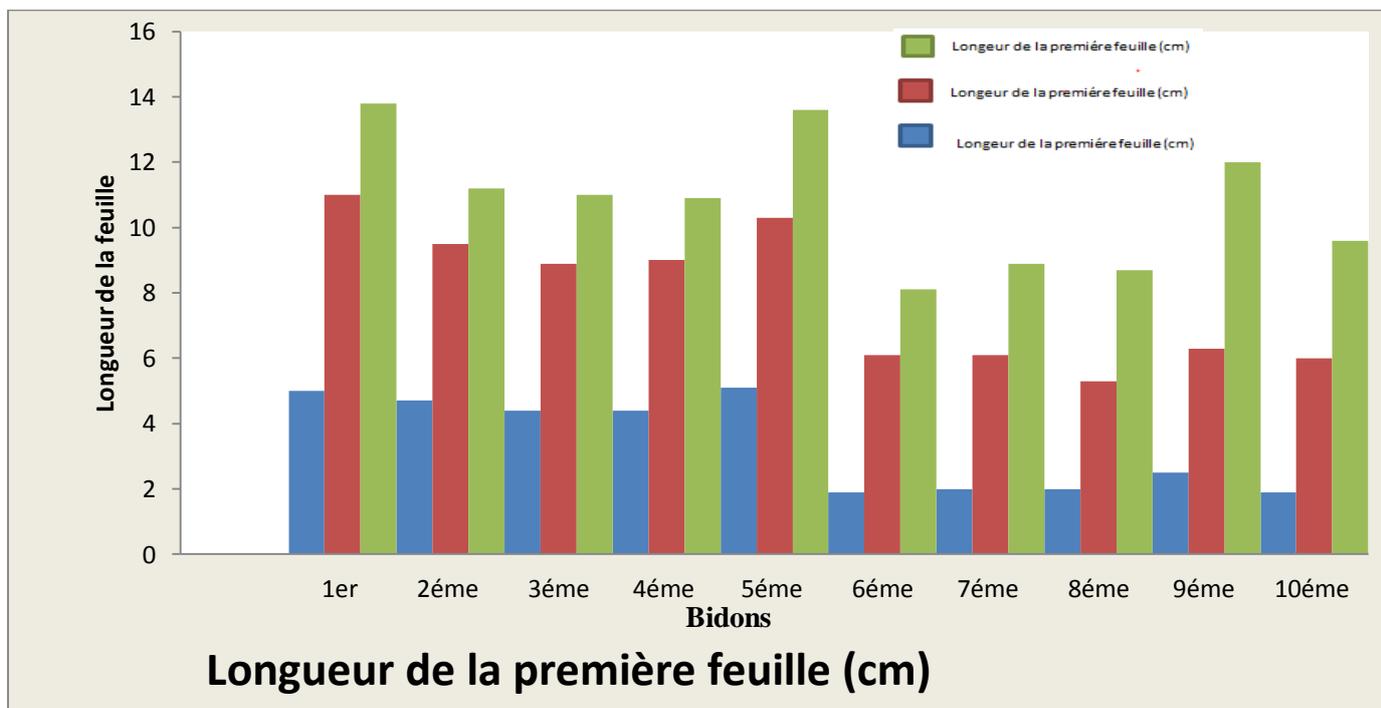


Fig. 35. Longueur de la première feuille (cm)

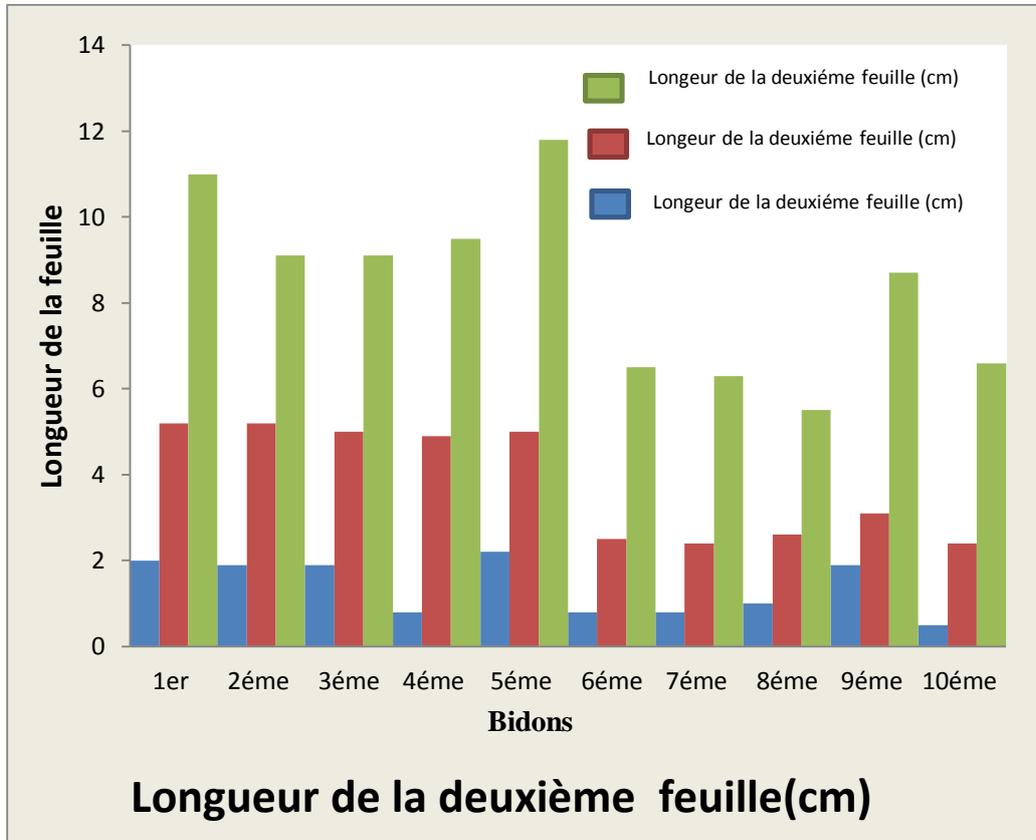


Fig. 36. Longueur de la deuxième feuille (cm)

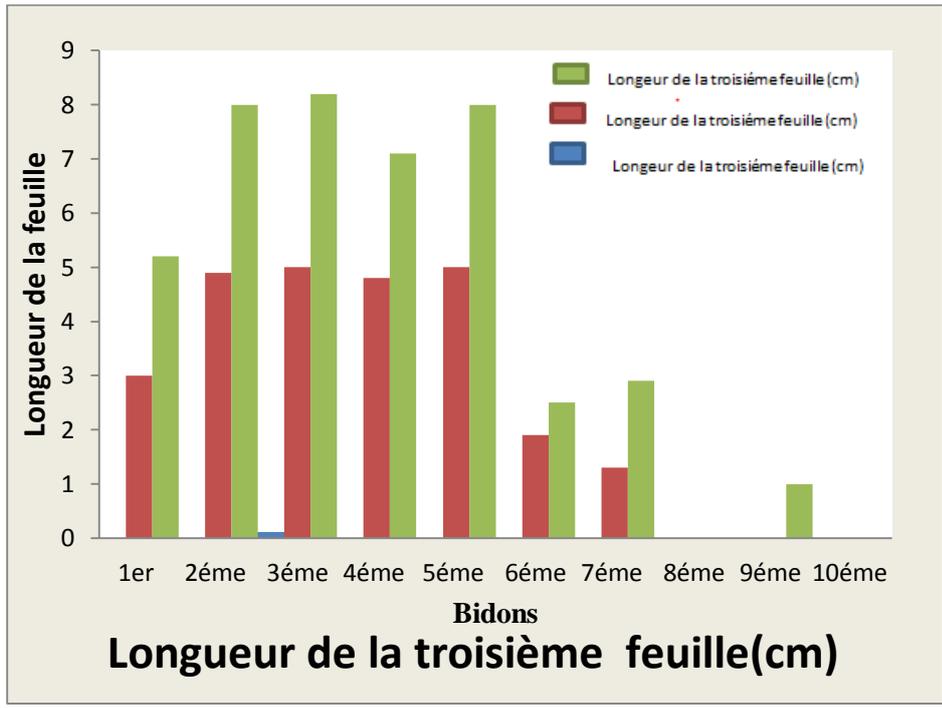


Fig. 37. Longueur de la troisième feuille (cm)

➤ Le tableau représente le nombre des talles de blé dur pour les bidons 1, 2, 3, 4 et 5 où nous avons fait une fertigation par le liquide des turricules et pour les bidons: 6, 7, 8, 9 et 10 où on n’a pas fait une fertilisation et nous avons utilisé que de l’eau pour irriguer.

Tableau VI. Résultats morphologiques de l’effet des turricules sur le nombre de talles

Bidons	1 er	2ème	3ème	4ème	5ème	6ème	7ème	8ème	9ème	10ème
le nombre des talles	04	04	03	03	04	03	02	03	02	02

Dans le tableau III, nous constatons que le nombre des talles est plus élevé dans les 5 premières bidons et le liquide des turricules agit d’une manière significative sur le nombre des talles ; il y avait entre 03 et 04 talles dans les bidons 1,2,3,4,5

Pour les autre bidons non fertilisés nous avons remarqué une apparition des talles, mais le nombre était inférieur de celle qu’ont traité par le liquide des turricules (02 à 03 talles) et l’histogramme suivants explique bien ces résultats :

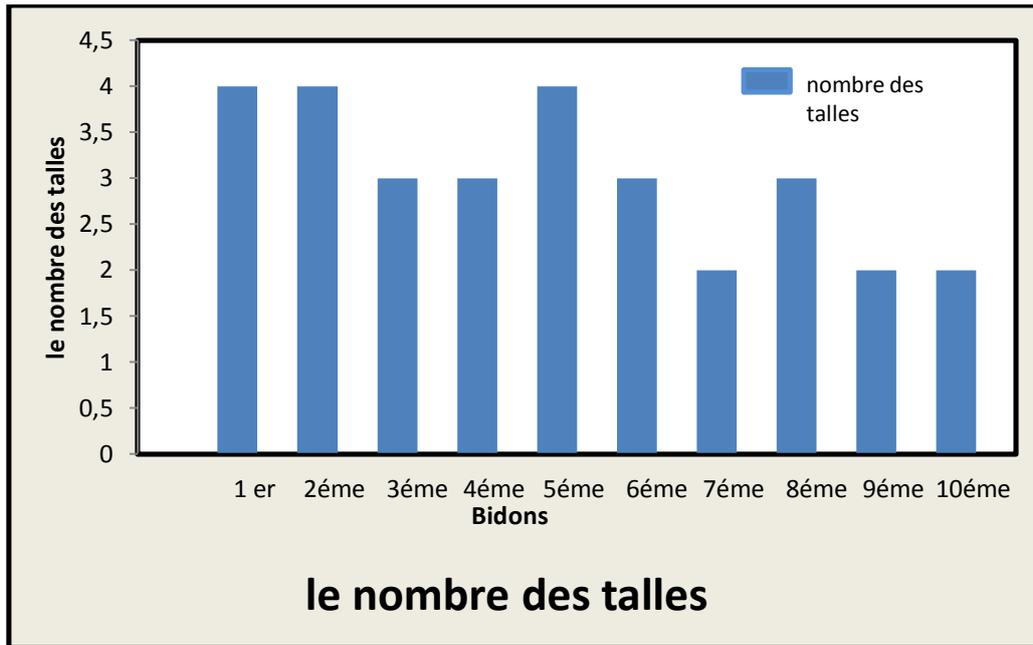


Fig. 38. Nombre des talles

➤ Le tableau suivant présent les résultats du développement de la longueur des épis pour les bidons 1, 2, 3, 4 et 5 où nous avons fait une fertigation par le liquide des turricules et pour les bidons: 6, 7, 8, 9 et 10 où on n’a pas fait une fertilisation et on a utilisé que du l’eau pour irriguer.

Tableau VII . Variations de la taille des épis de blé en utilisant le liquide des turricules pour la fertilisation

Bidons	1 er	2ème	3ème	4ème	5ème	6ème	7ème	8ème	9ème	10ème
Longueurs des épis (cm)	03.00 09.00	02.90 9.70	3.50 11	02.60 10.10	00 7.50	00 4.50	00 4.30	00 4.90	00 4.30	2.50 5.50

La fertilisation par le liquide des turricules agit sur la valeur de l’élargissement de l’épave et on a remarqué un effet positif dès l’apparition des épis chez les plantes traités.

Pour les bidons 1,2,3,4,5 on a remarqué que l’apparition des épis était plus précoce par rapport aux autres bidons non fertilisés , en suite il y avait un développement en longueur remarquable en comparant avec les bidons 6,7,8,9,10 et la moyenne mesurée chez les épis

fertilisé était 7.96 cm alors que chez les autres, la moyenne d'élongation des épis était de 5.34 cm.

L'histogramme suivant explique bien les résultats précédentes :

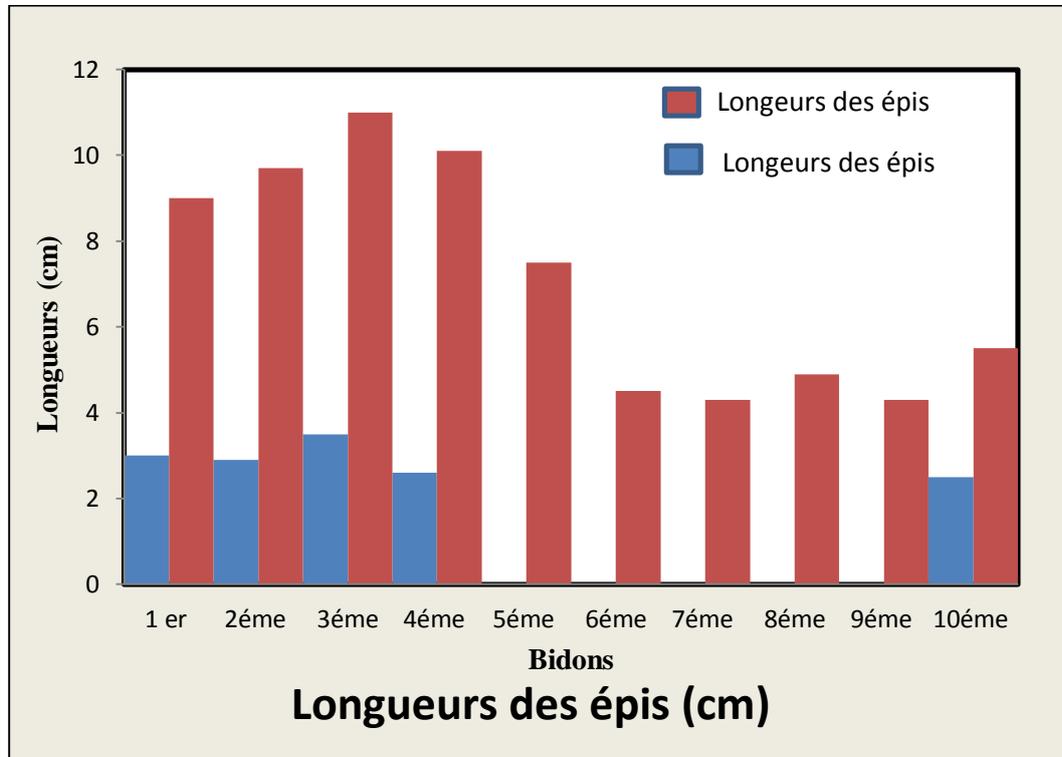


Fig. 39. Longueur des épis (cm)

Cette étude a montré des résultats probants quant à l'utilisation des turricules. Ces produits sont caractérisés par leur nature biologique. D'un côté, leur utilisation en agriculture bio pourrait avoir un avantage certain, puisque le rendement serait augmenté. De l'autre côté leur impact sur l'environnement serait nettement moins néfastes que les fertilisants chimiques.

Néanmoins, d'autres études devraient être réalisées, afin de maîtriser les dosages et de déterminer les stades phénologiques, les plus propice à une turricule-fertilisation.

Conclusion générale

Conclusion

L'élevage des lombrics et le lombricompostage, offrent des opportunités de développement de l'agriculture durable.

L'utilisation de la technique de lombricompostage, présente des avantages particuliers, bien au-delà de son rôle dans le recyclage des déchets organiques en général. Cette technique, permet de promouvoir la gestion des déchets organiques agricoles et urbains. Ce phénomène est en train de devenir un fléau national. En effet, tandis que beaucoup de pays fondent sur leur poubelle une richesse à promouvoir, chez nous, sa gestion relève presque de l'utopisme.

Les lombrics transforment les déchets organiques en faible qualité à des fertilisants de valeur. Notre étude et nos essais montrent que la fertilisation par le liquide des turricules a des effets positifs sur la croissance et le développement du blé.

Les résultats obtenus indiquent que les turricules ont un effet bénéfique sur la croissance du blé. Du fait de leur composition et de leur richesse en éléments minéraux.

Certes les résultats de nos essais sont probants et encourageants, mais il reste à définir les dosages et de fixer les stades phénologiques auxquels il faudrait intervenir.

Cette branche, nouvelle dans notre pays, doit être organisée et structurée, afin d'une part, de régler le problème des déchets organiques et de produire des bio fertilisants dans le but de promouvoir les cultures « bio », si chères pour certaines couches de la société.

La vermiculure et le vermicompostage sont des projets d'avenir par excellence, vu leurs rentabilités économiques, et leurs conséquences écologiques.

Références

Références bibliographiques

- 1) AMEL, FERAHTIA, and BOUSSAM INESSE. Contribution à l'étude de l'impact des eaux usées sur les écosystèmes humides de l'éco-complexe de la région de sétif: cas de la sebkha bazer et de chott el beidha. Diss. 2015.
- 2) Atiyeh, Rola M., et al. "Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth." *Pedobiologia* 44.6 (2000): 709-724.
- 3) Bencharif, Abdelhamid, and Ville de Marseille. "Opportunité de création de technopoles dans les pays du Maghreb: enseignements à partir de l'exemple du secteur agro-alimentaire." *Territoires Métropolitains Innovants: Technopoles et Pôles de Compétitivité*. 2007.
- 4) Bouché, Marcel B. *Lombriciens de France. Ecologie et systématique*. Vol. 72. No. HS. INRA Editions, 1972.
- 5) Boughaba, Rokia. "Étude de la gestion et valorisation des fientes par le lombricompostage dans la willaya de Constantine." (2012).
- 6) Brouwer, Jantien P., et al. "Prediction of treatment response by HPA-axis and glucocorticoid receptor polymorphisms in major
7) depression." *Psychoneuroendocrinology* 31.10 (2006): 1154-1163.
- 8) Chafia, Zerafa, and Ghenai Awatef. "Comportement Phénologique et Morpho-Physiologique de Quelques Génotypes d'orge et de blé."
- 9) Clément, Jean Michel. *Larousse agricultural dictionary*. Larousse, 1981.
- 10) Djermoun, Abdelkader. "La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques." *Nature & Technology* 1 (2009): 45.
- 11) El Hadeff El Okki, Lydia. Valeurs d'appréciation de la qualité technologique et biochimique des nouvelles obtentions variétales de blé dur en Algérie. Diss. 2018.
- 12) Frederickson, J., and S. Ross-Smith. "Vermicomposting of precomposted mixed fish/shelfish and green waste." *Project Part-Financed by The European Union Through the Financial Instrument for fisheries Guidance* (2004).
- 13) Gate, J. M., and W. A. W. Dutton. "Forceps delivery under local analgesia." *British medical journal* 2.4931 (1955): 99.
- 14) Githeko, Andrew K., and William Ndegwa. "Predicting malaria epidemics in the Kenyan highlands using climate data: a tool for decision makers." *Global change and human health* 2.1 (2001): 54-63.
- 15) Halilat, M. T., and M. A. Dogar. "Influence de la fertilisation azotée et potassique sur le comportement du blé en zones Sahariennes." (1999).
- 16) Ilhem, Bachir Bey, and Soumatia Nesrine. "Contribution à l'étude de l'effet de la fréquence d'irrigation sur la production du blé dur sur des sols lourds en zone semi-aride."
- 17) IQBAL, Akhtar, et al. "Diversité des mulchs de résidus végétaux en agriculture de conservation, et rôle dans la rétention de l'eau."
- 18) Jean, Yves. *Géographies de l'école rurale: acteurs, réseaux, territoires*. Vol. 1. Editions OPHRYS, 2007.
- 19) KACI, Ghiles. Effet de l'association et de la rotation blé dur (*Triticum durum* Desf.)/Féverole (*Vicia faba* L.) sur les cycles biogéochimique du carbone, de l'azote et du phosphore. Diss. ENSA, 2018.
- 20) KHALID, SASSI, and ZIOUCHE KAMEL. "Etude de la variabilité morpho-physiologique du ble dur (*Triticum durum* Desf) dans les conditions du haut Chélif." (2017).

Références

- 21) Komaba, H., and M. Fukagawa. "FGF23: a key player in mineral and bone disorder in CKD." *Nefrología (Madrid)* 29.5 (2009): 382-391.
- 22) Kouadio, Amani Louis, et al. "Cinétique de décroissance de la surface verte et estimation du rendement du blé d'hiver." *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 16.2 (2012): 179-191.
- 23) LATRECHE, Filali. "Évaluation et conception des systèmes de culture innovants en zones semi-arides algériennes." (2020).
- 24) Latreche, Filali. Le rendement et l'efficacité d'utilisation de l'eau de la culture de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous les effets du précédent cultural et de l'outil de labour du sol en environnement semi-aride. Diss. 2018.
- 25) Latreche, Filali. Le rendement et l'efficacité d'utilisation de l'eau de la culture de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous les effets du précédent cultural et de l'outil de labour du sol en environnement semi-aride. Diss. 2018.
- 26) Nagendra, Harini, Darla K. Munroe, and Jane Southworth. "From pattern to process: landscape fragmentation and the analysis of land use/land cover change." (2004): 111-115.
- 27) Oria, M., R. Ripon, and J. Lepetit. "Réalisation et mise au point d'un spectromètre compton Ge (Li)." *Revue de Physique Appliquée* 4.2 (1969): 267-268.
- 28) Pascal, Frédéric, et al. "Covariance structure maximum-likelihood estimates in compound Gaussian noise: Existence and algorithm analysis." *IEEE Transactions on Signal Processing* 56.1 (2007): 34-48.
- 29) Razafimaharo, Christène, et al. "New high-resolution gridded dataset of daily mean, minimum, and maximum temperature and relative humidity for Central Europe (HYRAS)." *Theoretical and Applied Climatology* 142.3 (2020): 1531-1553.
- 30) Sherman-Huntoon, Rhonda. "Latest developments in mid-to-large-scale vermicomposting." *Biocycle* 41.11 (2000): 51-51.
- 31) Soltner, Dominique. "Alimentation des animaux domestiques. Tome 2, La pratique du rationnement des bovins, ovins, porcins." (1990).
- 32) Vila, Mireille, S. Lorber-Pascal, and Francois Laurent. "Phytotoxicity to and uptake of TNT by rice." *Environmental geochemistry and health* 30.2 (2008): 199-203.
- 33) Wikipédia, «Blé,Triticum», 3 avril 2021
20:20(<https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Bl%C3%A9&oldid=181531753>)