
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université d'Aïn-Témouchent Belhadj Bouchaib – UATBB-
Faculté des sciences et de la technologie
Département d'agroalimentaire



MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Protection des végétaux

Spécialité : Science agronomique

Par :

M^{elle} DJIHANE BOURTAL ZAARAT

THEME

Contribution à l'étude de l'impact du compost sur le développement
végétatif de la culture de tournesol

Soutenu le 26/06/2023

Devant le jury composé de :

Président : Mme. ILIAS Faiza (MCA) U.B.B.A.T

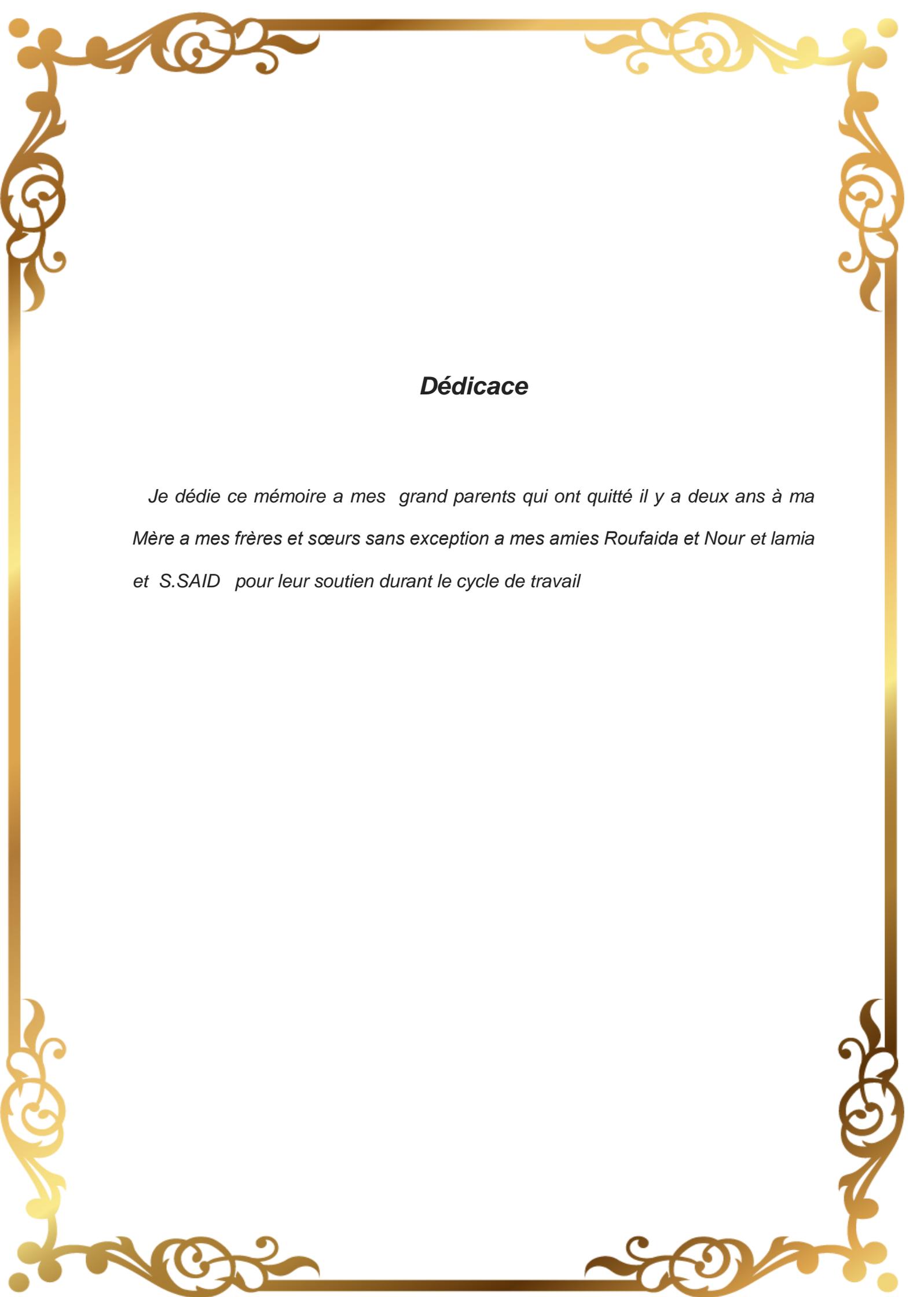
Examinatrice : Mlle Abdellaoui Hadjira (MAA) U.B.B.A.T

Encadreur: Mr. Haddou Zoubir Directeur ITCMI

Année universitaire : 2022-2023

Remerciment

Avant tous je remercie Allah le tous puissant qu'il ma offert le courage et la patience je remercie mon professeur Abdaloui Hadjira pour ces conseils et aussi mon l'encadreur Mr Haddou Zoubir je remercie aussi tous les cadres de l'institut ITGC de sidi Bel Abbès la dérictrise Ben mansour Fatima Zahra, Ardjani Mohamed, Beda Abdelkader, Boulahya imene, Saad Sarah, Maachou Amina pour leurs aides durant le cycle de travail malgré les difficultés et aussi sans oublier je remercie profondément le présidente le jury Mme llyes Faiza pour sont acceptation du thème et sincères remerciment à Mme Abdaloui Hadjira, qui a eu l'honneur d'examiner ce travail



Dédicace

*Je dédie ce mémoire a mes grand parents qui ont quitté il y a deux ans à ma
Mère a mes frères et sœurs sans exception a mes amies Roufaida et Nour et lamia
et S.SAID pour leur soutien durant le cycle de travail*

Résumé

La présente étude vise à étudier l'effet de différentes doses (T0 sans compost ; T1= 100 grammes; T2= 200 grammes et T3= 300 grammes) de compost, engrais naturel sur la longueur de la tige et la longueur des feuilles de la culture de tournesol.

Le compost a été préparé à base de fumier d'ovin et d'ortie, le site d'essai et l'emplacement de la culture de tournesol était au niveau de la ferme de démonstration et production de semence de Sidi Bel Abbes (ITGC).

Après amendement du compost à différentes doses, des notations ont été prise pour être étudié. Une analyse statistique avec le logiciel statistica 10.2 de la variance a été effectuée afin de confirmer nos résultats.

Les doses qui se sont révélées être les plus intéressantes sontLe traitement T2 et T3.

Mot clé : Tournesol, Compost, ovin, ortie, variance

Summary

The present study aims to study the effect of different doses (T0 without compost; T1= 100grams of compost; T2= 200 grams of compost and T3= 300grams) of compost, natural fertilizer along the length of the stem and the length of the leaves of the sunflower crop. Compost was prepared from sheep and nettle manure, the test site and the location of the sunflower crop was at the farm level of demonstration and production of seed from Sidi Bel Abbas (ITGC).

After amending the compost at different doses, ratings were taken for study. Statistical analysis with statistica 10.2 software variance analysis was performed to confirm our results.

The doses that have proven to be the most interesting doses are T2 and T3 treatment.

Keyword: Sunflower, Compost, sheep, nettle, variance

ملخص

تهدف الدراسة الحالية إلى دراسة تأثير الجرعات المختلفة (T0 بدون سماد، T1 = 100 غرام من السماد ؛ T2 = 200 جرام من السماد و

T3 = 300 جرام) من السماد الطبيعي والأسمدة الطبيعية بطول الساق وطول أوراق محصول عباد الشمس. تم تحضير السماد من روث الأغنام والقراص وموقع الاختبار وكان موقع محصول عباد الشمس على مستوى المزرعة عرض وإنتاج بذور من سيدي بلعباس (ITGC). بعد تعديل السماد بجرعات مختلفة، كانت التصنيفات مأخوذة للدراسة. التحليل الإحصائي باستخدام برنامج 10.2 تم إجراء تحليل التباين لتأكيد نتائجنا. الجرعات التي ثبت أنها أكثر الجرعات إثارة للاهتمام هي علاج T2 و T3.

الكلمات الرئيسية: عباد الشمس، السماد، الأغنام، نبات القراص، التباين

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

Sommaire	7
Partie I	3
I.1.Systématique botanique de tournesol	4
I.1.Description botanique	5
I.4.Nom scientifique de tournesol.....	5
I.5.Caractéristiques physiologiques et botaniques.....	6
I.5.1. Le capitule	6
I.5.2. L'appareil végétatif aérien	6
I.5.3. L'appareil végétatif souterrain	6
I.5.4. Phototropisme	7
I.5.5. Racines pivotantes.....	7
I.5.6. Transpiration	7
I.5.7. Photosynthèse.....	7
I.6.Les graines de tournesol sont riches en huile	7
I.7.Origine de tournesol	8
I.8.Importance économique de tournesol	9
I .8.1. Importance économique de tournesol dans le monde	9
I .8. 2. Importance économique de tournesol dans Algérie	9
I .9. Zone de plantation de tournesol	10
I .10.Utilisation d'huile.....	10
I .10.1. Alimentation humaine	10

I.10.2. Alimentation animale	10
I.10.3 Biocarburant	11
I. 11. Les maladies et ravageurs	11
I.11.1. Maladies du tournesol	11
I.11.2. Ravageurs du tournesol	11
Partie II	12
II.1. Définitions	13
II.2. Les intérêts	14
II.3. Les avantages du compost.	14
II.3.1. Réduction des volumes	15
II 3.2. Concentration en éléments minéraux.....	15
II.4. Absence d'odeur désagréable	15
II.4.1. Homogénéité du produit fini	15
II.4.2. Limitation des pertes d'azote nitrique.....	16
II.5. Lutte contre les maladies des plantes.....	16
II.6. Valeur agronomique d'un compost.....	17
II.6.1. Effet du compost sur le sol.....	17
II.6.2. Stimulant sur l'activité biologique du sol	17
II.6.3. Effet fertilisant	18
II.6.3.1. Stabilité et maturité	18
II.7. Le processus du compostage.....	18
II.8. Les phases du processus de compostage.....	19
II.8.1. La phase mésophile (A)	19
II.8.2 La phase thermophile (B).....	19
II.8.3 . La phase de refroidissement (C)	20
II.8.4. La phase de maturation (D).....	20
II.8.a. Types de compostage	21

II.8.1. Les phases du processus de compostage.....	22
II.8.1.1 La phase mésophile (A)	22
II.8.1.2 La phase thermophile (B).....	22
II.8.1.3 . La phase de refroidissement (C)	22
II.8.1.4. La phase de maturation (D).....	23
II.9. Evolution des éléments chimiques et biochimiques	23
II .9.1. L'évolution est rapide	23
II.10. LES PARAMÈTRES DU COMPOSTAGE	24
II.10.1 LE PROCESSUS DE COMPOSTAGE AÉROBIE	24
II .11.FACTEURS INFLUENÇANT LE COMPOSTAGE AÉROBIE.....	25
II.11.1. Aération	25
II.11.2. Humidité	26
II.11.3. Éléments nutritifs	26
II.11.4.Température	26
II .11.5. Teneur en lignine	27
II.11.5.1. Polyphénols.....	27
II 11.5.2 Valeur du pH.....	27
II.12.Compostage passif	28
II .12.1. Le compostage aérobie avec une aération passive.....	28
II.13.Matières premières.....	29
II.13.1.Remplissage de la fosse	30
II.14.Méthode indienne Indore en tas	30
II.14.1 Formation du tas	30
II.15.La méthode du compostage dans les rigoles.....	31
II.16. Le compost en Algérie	32
II.17.1 Restrictions en agriculture biologique	33
Partie III	36

III.1. Structure du travail	38
III.2. Le choix de la culture	39
III.2.1. Situation géographique	39
III.2.2. Coordonnées géographiques	39
III .2.3. Caractérisation du sol	40
III .3. Matériel utilisés	40
III .3.1. Préparation compostage	43
III.4. Méthodes de travail	47
III .4.1. Exigences du Tournesol.....	47
III .4.1.1. Climat	47
III 4.1.2. Sol.....	47
III.5. Méthodes de travail	48
III 5.1. Assolement - rotation	48
III .5.2. Travail du sol	48
III.5.4. Irrigation	49
III.5.5. Roulage.....	49
III.6. Suivi de la culture	50
III.6.1. Fertilisation azotée.....	50
III.6.1.1. Entretien.....	50
III.6.1.2. Binage.....	50
III.6.1.3. Besoins en eau	50
Partie IV	52
Chapitre I	53
I.1 Résultats	53
I.1.1. Développement de la plante	53
I.1.2. Effet du compost	53
Chapitre II	63

II. 1.Résultat statistique	63
II.1.1. Analyse de la variance	63
II.1.1.1. Caractère longueur de la tige	63
II.1.1.2.Le caractère longueur de feuille.....	64
Chapitre III	66
III.1. Discussion.....	66
III.1.1. Effet de la dose du compost sur la partie aérienne de la plante.....	66
CONCLUSION	68

Liste abréviation

ITGC	Institut Technique des Grandes Cultures
ITAB	Institut Technique de Agriculture Biologique
REA	Règlement sur Exploitation Agricole

Liste des Tableaux

N°	Titre	Page
01	Principales perte en élément	17
02	Longueur de tige	57
03	Longueur de feuille	61
04	Les différentes doses de composte (tige)	63
05	Résultat analyse de longueur	64
06	Les résultats comparaison de longueur de la tige	64
07	Les différentes doses de composte (feuilles)	65
08	Les résultats comparaison de longueur de feuille	66

Liste des Figures

N°	Titre	Page
01	Plante de tournesol	4
02	Processus de compostage	19
03	Tas à l'aide de retourner de compost tirés par tracteur	32
04	Tas à l'aide de chargeuse pour déplacer les andains	33
05	Le compostage fermée ou les émissions de gaz peuvent facilement être capturé et nettoyées	33
06	Localisation ITGC par Google Earth	37
07	Couteau pour haché l'ortie	38
08	Une pelle pour porter et mélanger le compost	39
09	Pot de plastique pour mesurer l'eau	39
10	Règle pour mesurer la longueur tige et feuille	40
11	Les mesuré de précaution tablier	40
12	Balance mesuré les doses de compost	41
13	Dose de compost en sachets	41
14	Préparation de compost	42
15	L'eau de purin	43
16	Installation de la culture	44
17	Installation des panneaux	45
18	Le semis 4 avril 2023	47
19	Grain de tournesol la variété Blanche Tunisie	47
20	Irrigation goutte a goutte	47
21	Le désherbage manuel	48
22	L'application de compost le 29 avril 2023	49
23	Longueur de tige	52
24	Longueur des feuilles	53
25	Longueur de tige	53
26	Longueur des feuilles	54
27	Longueur de tige	55
28	Longueur des feuilles	56
29	Longueur de tige	57

30	Longueur des feuilles	59
31	L'histogrammes longueur de tige	60
32	L'histogrammes longueur des feuille	62
33	L'histogrammes longueur de tige	64
34	L'histogrammes de longueur des feuilles	64
35	L'histogrammes de longueur de tige	65
36	Longueur des feuilles	65

Introduction

Introduction

Les tournesols ont une histoire riche et diversifiée, tant sur le plan culturel que sur le plan agricole. Ils ont été cultivés par les Amérindiens depuis des milliers d'années, les explorateurs européens les ont découverts lors de leur arrivée en Amérique. Au fil du temps, les tournesols ont été introduits dans de nombreuses régions du monde et sont aujourd'hui cultivés dans de nombreux pays (**Harter LL, 2016**).

Les tournesols sont largement utilisés dans l'industrie alimentaire pour la production d'huile comestible, mais ils ont également des utilisations dans d'autres secteurs tels que l'utilisation en aliment de bétail, la production de biocarburants, les cosmétiques et les produits pharmaceutiques. (**Seiler GJ, 2012**).

Les composts comme engrais naturel peuvent jouer un rôle essentiel dans le développement de la culture de tournesol en améliorant la fertilité du sol, la disponibilité des éléments nutritifs et la structure du sol. (**Lloveras J. et al, 2014**).

Dans le cadre d'un programme national afin d'encourager la production de graines de tournesol oléagineuses en Algérie en vue d'atteindre l'autoconsommation nationale et diminuer l'importation, nous avons mené un essai au niveau de la ferme de démonstration des grandes cultures de Sidi bel Abbes visant à évaluer l'effet de la fertilisation par le compost naturel sur la croissance et le développement de la culture de tournesol.

Un semis de saison de la culture de tournesol a été effectué en premier lieu à la station, en parallèle un fertilisant naturel (compost) est simultanément préparé pour utilisation. Le compost était obtenu à partir de déchets organiques locaux, tels que les adventices des champs de culture (ortie), qui étaient compostés (Ortie + fumier ovin) pour obtenir un amendement organique riche en éléments nutritifs.

Différentes doses d'engrais naturelle ont été appliqués sur notre essai, ces doses ont été définies en fonction des recommandations agronomiques (To, T1, T2, T3)

Un suivi avec notation de la longueur des tiges et longueur de feuilles de la culture durant son cycle végétatif,

Une analyse du compost et d'eau de la ferme en même temps a été effectuée pour procéder à la comparaison entre l'amendement et le non amendement de compost.

Ce travail vise à étudier l'effet comparatif de l'augmentation des doses de compost sur la croissance de la culture de tournesol cultivées en Algérie, à travers l'estimation et les

Introduction

paramètres liés au développement des plantules, en vue de sélectionner et de conseiller les agriculteurs sur la dose la plus adaptée aux plantules

Les résultats préliminaires de nos expérimentations ont montré des améliorations significatives dans la croissance et le développement des plants de tournesol traités avec du compost par rapport au groupe témoin.

Partie I

Données bibliographiques sur Le Tournesol
(Helianthus annuus)

I.1. Systématique botanique de tournesol

D'après **Chadefaud et Emberger (1960)** cité par **Nouri (2011)**, le tournesol cultivé *Helianthus annuus* L. appartient :

- ✓ **Groupe** : capitules
- ✓ **Ordre** : Asterales
- ✓ **Famille** : Asteraceae
- ✓ **Division** : Magnoliophytes
- ✓ **Classe** : Magnoliopsida
- ✓ **Genre** : Hélianthes
- ✓ **Règne** : Plantae



Figure N°01 : Plante de tournesol.

I.1. Description botanique

La description botanique de *Helianthus annuus* est la suivante : (Stevens, 2001)

Tige : la tige du tournesol est droite et mesure généralement entre 1,5 et 3 mètres de hauteur. Elle est souvent ramifiée et peut être poilue.

Feuilles : les feuilles du tournesol sont grandes et en forme de cœur. Elles sont disposées de manière opposée sur la tige et peuvent mesurer jusqu'à 30 cm de longueur.

Inflorescence : l'inflorescence du tournesol est un capitule, c'est-à-dire une fleur composée de nombreuses fleurs individuelles appelées fleurons. Les capitules du tournesol peuvent mesurer jusqu'à 30 cm de diamètre et ont une apparence caractéristique en forme de disque plat entouré de pétales jaunes.

Fruits : les fruits du tournesol sont des akènes, c'est-à-dire des fruits secs qui ne s'ouvrent pas à maturité. Chaque akène est surmonté d'une couronne de soies plumeuses qui facilitent leur dispersion par le vent.

I.3. Description morphologique

Le tournesol est une plante herbacée annuelle de la famille des Astéracées. La plante a une tige droite et peut atteindre jusqu'à 3 mètres de hauteur. Les feuilles sont grandes, de forme triangulaire à ovale, avec des bords dentelés et sont alternées le long de la tige. Les fleurs sont de grandes en forme de disque avec un diamètre d'environ 30 cm. (Zohary et Hopf, 2000)

Les capitules ont un centre en forme de disque de fleurs tubulaires et une couronne de pétales larges et plats autour de la circonférence, Cycle végétatif de la plante est de 90 à 115 jours. Les graines sont oblongues avec 11,43 mm de longueur, 6,09 mm de largeur et 3,94 mm d'épaisseur. Elles sont noires et rayées de gris. (Blackman et al, 1992)

I.4 Nom scientifique de tournesol

Le nom scientifique du tournesol, *Helianthus annuus* Linnaeus, fait référence à la forme caractéristique de son inflorescence composée. Le capitule provient des mots grecs Helios et Anthos qui signifient respectivement « soleil » et « fleur ». Le tournesol est donc en quelque sorte la « fleur du soleil » (sunflower en langue anglaise). L'appellation française provient quant à elle de la tendance de la plante à se tourner vers le soleil pendant la journée. (Evon, 2008).

I.5. Caractéristiques physiologiques et botaniques

Comme le topinambour (*Helianthus tuberosus* Linnaeus), le tournesol (*Helianthus annuus* Linnaeus) appartient à la famille des composés. En climats méditerranéen, le tournesol effectue son cycle végétatif, semis en Avril ou en Mai, jusqu'à maturité, en Septembre ou en Octobre. Pour une durée allant de 120 à 160 jours, il se développe donc, à partir d'une graine, une plante pouvant dépasser les deux mètres de haut. Celle-ci se compose de :

I.5.1. Le capitule

C'est le système reproducteur de la plante. Son diamètre peut varier de 15 à 30 cm en pleine floraison (Juillet et Août). Il réunit les fleurs du tournesol, ligulées ou tubulées.

I.5.2. L'appareil végétatif aérien

Le tournesol est une plante annuelle dont la taille varie entre 1 et 4 m selon les variétés et les conditions de culture. Les tiges sont normalement non ramifiées et, comme la plupart des autres parties de la plante (de 2 à 7 cm de diamètre), elles peuvent varier de glabres à très pubescentes. Les premières feuilles (entre 20 et 30 par tige). Sont toujours opposées mais, chez certaines variétés, les suivantes deviennent alternes (Ebrahimi, 2008). Les capitules, réceptacles floraux charnus, peuvent atteindre 15 à 30 cm de diamètre (Temagoult, 2009).

I.5.3. L'appareil végétatif souterrain

L'appareil végétatif souterrain, la racine est de forme pivotante, elle se caractérise par un axe principal (le pivot) pouvant atteindre de très grandes profondeurs (2,70 m). Ainsi, la plante résiste mieux à la sécheresse, exploitant par la même occasion les éléments nutritifs situés en profondeur. Bien que le pivot puisse dépasser les 2 mètres de profondeur. Il est cependant peu agressif face aux obstacles présents dans le sol (galets, semelle de labour) (Thebaud, 2012). Les racines secondaires sont surtout présentes en surface. Leur quantité et leur diamètre diminuent en fonction de l'éloignement de celui-ci ; les racines de second ordre étant elles-mêmes plus fines et plus courtes (Aguirrezabal, 1993 ; Thebaud, 2012). Le tournesol est une plante qui résiste au stress hydrique. Cependant, des études ont montré que l'irrigation améliore à la fois le rendement et la teneur en huile (Lagravère, 1999 ; Ayerdi Gotor, 2008)

Les fleurs ligulées constituent une corolle qui entoure le capitule, au nombre de quelques dizaines par pied, elles sont purement décoratives car stériles. En son centre, le capitule est

constitué d'environ 2000 fleurs tubulées, les fleurons. Disposés selon des propriétés géométriques bien particulières, les fleurons comportent à la fois les éléments mâles et femelles. Le pollen qui féconde les fleurs vient en majorité d'autres plantes de tournesol après avoir été transporté par les abeilles et les bourdons en quête du nectar situé à la base des fleurons (Plante allogame). Le rôle du vent dans la fécondation est donc secondaire. (Evon, 2008).

I.5.4. Phototropisme

Le tournesol a la capacité de suivre le mouvement du soleil tout au long de la journée en se déplaçant pour maximiser l'exposition de ses feuilles aux rayons solaires. (Moliterni et al, 2019)

I.5.5. Racines pivotantes

Le système racinaire du tournesol est constitué d'une racine pivotante qui peut atteindre une profondeur de 2 mètres. Cela permet à la plante de puiser l'eau et les nutriments nécessaires pour sa croissance, même dans des sols relativement secs. (Moliterni et al, 2019)

I.5.6. Transpiration

Le tournesol a un taux de transpiration élevé, ce qui signifie qu'il libère beaucoup d'eau par les stomates de ses feuilles. Cela peut aider à rafraîchir l'air ambiant et à réguler la température de l'environnement. (Moliterni et al, 2019)

I.5.7. Photosynthèse

Le tournesol est une plante C3, ce qui signifie qu'elle utilise le cycle de Calvin pour la photosynthèse. La plante convertit le dioxyde de carbone et l'eau en glucose et en oxygène grâce à la lumière solaire. (Moliterni et al, 2019)

I.6. Les graines de tournesol sont riches en huile

Ces huiles de grande valeur sont d'abord destinées à l'alimentation humaine, même si leur valorisation énergétique (transformation en biocarburant Diester) ou vers la chimie végétale prennent de l'importance.

Une fois ces huiles extraites des graines au moyen de procédés mis en œuvre dans des industries spécialisées (huileries ou usines de trituration), il reste un produit solide, le

tourteau. Riche en protéines, ce coproduit a un grand intérêt pour l'alimentation des animaux d'élevage et remplace facilement le tourteau de soja importé.

La graine de tournesol se décompose en moyenne de 44% d'huile, 18% de protéines, 15% de cellulose, 9% d'eau et 14% d'autres matières. L'huile de tournesol qui est extraite est constituée à 98% de triesters d'acides gras. **(Baudet, 2012)**

Les graines de tournesol sont riches en huile. Elles contiennent environ 40 à 50% d'huile, ce qui en fait une source importante d'acides gras insaturés et d'autres nutriments. **(Fernández-Martínez, et al, 2009)**

I.7. Origine de tournesol

Originaire d'Amérique, le tournesol serait l'une des plus anciennes espèces, endémique dans le sud de l'Amérique du Nord. Il fut cultivé jusqu'au XV^{ème} siècle par les indiens d'Amérique à des fins alimentaires (consommation de ses graines crues ou sous forme de farine) mais également pour d'autres applications (médicinale, colorante...). En raison de sa forme de soleil, le tournesol avait aussi une fonction ornementale et symbolique. Ce n'est qu'au début du XVI^{ème} siècle que les explorateurs espagnols le rapportèrent en Europe, d'abord pour cette fonction ornementale **(Evon, 2008)**.

Toutefois, d'autres utilisations ne tardèrent pas à apparaître. Les feuilles furent utilisées pour l'alimentation du bétail, les pétales pour la teinture, les tiges pour le papier et surtout les graines pour l'huile. En développant des variétés adaptées localement, les chercheurs firent passer la teneur en huile de la graine de 25 à 45 % en quelques décennies, améliorant par la même occasion la précocité de la plante ainsi que sa résistance aux maladies **(Evon, 2008)**. Réintroduit en Amérique du Nord en 1880, la culture du tournesol se développa par la suite dans le reste de l'Europe dès le début du XX^{ème} siècle **(Sérieys, 1993)**, puis se répand à partir de 1960 en d'autres pays du monde

I.8.Importance économique de tournesol

I .8.1. Importance économique de tournesol dans le monde

Le tournesol a une grande importance économique dans le monde entier, en voici quelques raisons : (**Giraud & Laplace, 2009**)

Production d'huile : le tournesol est une source importante d'huile végétale. L'huile de tournesol est utilisée dans l'alimentation, la cosmétique et l'industrie. La Russie, l'Ukraine, l'Argentine et l'Union Européenne sont les principaux producteurs d'huile de tournesol dans le monde.

Alimentation animale : les graines de tournesol sont également utilisées comme aliment pour les animaux, notamment les volailles et les porcs.

Dépollution des sols : le tournesol a la capacité d'absorber les métaux lourds et les substances toxiques présentes dans le sol, ce qui en fait une plante utile pour la dépollution des sols contaminés.

Ornementation : le tournesol est également utilisé comme plante ornementale en raison de sa taille imposante et de ses grandes fleurs jaunes.

Tourisme : dans certaines régions du monde, comme la Toscane en Italie ou la région de la Manche en France, les champs de tournesol en floraison attirent de nombreux touristes.

I .8. 2. Importance économique de tournesol dans Algérie

Selon une étude réalisée en 2018 par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural en Algérie, le tournesol est une culture importante dans le pays en raison de son importance économique. Cette étude souligne que le tournesol est la quatrième culture oléagineuse la plus importante en Algérie, après l'olive, le soja et le colza. Elle est cultivée sur une superficie de 170 000 hectares, avec une production moyenne de 1,1 tonne par hectare.

L'étude souligne également que la culture du tournesol en Algérie est en constante augmentation, en raison de l'augmentation de la demande en huile de tournesol et en aliments pour animaux. Elle note également que l'industrie de transformation du tournesol est importante pour l'économie algérienne, en créant des emplois et en générant des revenus pour les agriculteurs et les transformateurs.

En outre, l'étude souligne que la culture intercalaire du tournesol avec d'autres cultures comme le blé et le maïs est importante pour l'amélioration de la qualité des sols et la réduction de la perte de nutriments.

Enfin, le tournesol est également important pour l'exportation en Algérie, car l'huile de tournesol produite localement est exportée vers d'autres pays. En 2020, l'Algérie a exporté environ 145 000 tonnes d'huile de tournesol. (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural en Algérie) .

I.9. Zone de plantation de tournesol

Les régions les plus significatives pour la plantation de tournesol en Algérie incluent les Hauts Plateaux, la Mitidja, la région de l'Oranie, Mascara, Sidi Bel Abbès, ainsi que la région du Sud comprenant Oued Souf et Adrar El Meniaa.

Ces zones présentent des conditions climatiques idéales pour la culture du tournesol, notamment grâce à leur ensoleillement abondant, leurs températures modérées et la disponibilité de terres agricoles propices.

I.10. Utilisation d'huile

I.10.1. Alimentation humaine

Les huiles de tournesol sont excellentes pour l'alimentation humaine. Leurs profils en acides gras, oléique et polyinsaturés essentiels, sont le garant d'un bon équilibre nutritionnel de notre alimentation. Elles sont conditionnées seules ou en mélange avec d'autres types d'huiles. Elles servent aussi à la fabrication de margarines et d'autres produits alimentaires plus élaborés. (Baudet, 2012)

I.10.2. Alimentation animale

Les tourteaux de tournesol qui contiennent entre 32 et 36 % de protéines sont utilisés pour l'alimentation des animaux d'élevage . Les quantités à apporter dans les aliments pour animaux sont adaptées à chaque conduite d'élevage. Ils peuvent se substituer en partie ou en totalité au tourteau de soja importé. A titre d'exemple, le tourteau de colza associé au pois

peut constituer l'unique source de protéines pour l'alimentation en croissance. (Baudet, 2012)

I.10.3 Biocarburant

Les huiles végétales de tournesol sont transformées en biocarburant Diester (ou ester d'huile végétale) par la réaction de trans-estérification. Ce produit, qui représente 80% des biocarburants produits sur notre territoire, est ensuite incorporé dans les gazoles. D'origine renouvelable, son utilisation permet d'éviter plus de 50% d'émissions de gaz à (Dupont et Bessou, 2019).

I. 11. Les maladies et ravageurs

Les maladies et ravageurs courants qui attaquent la culture du tournesol:

I.11.1. Maladies du tournesol :(Gulya, et Rashid, 2013).

Oïdium (*Oidium spp.*) : une maladie fongique qui affecte les parties aériennes du tournesol.

Verticilliose (*Verticillium spp.*) : une maladie fongique qui provoque le flétrissement et le dépérissement des plantes de tournesol.

Sclérotiniose (*Sclerotinia sclerotiorum*) : une maladie fongique qui provoque la pourriture blanche des tiges, des feuilles et des capitules.

Mildiou du tournesol (*Plasmopara halstedii*) : une maladie fongique qui provoque des taches jaunes sur les feuilles et peut entraîner un flétrissement.

I.11.2. Ravageurs du tournesol :(Seiler, et Gulya , 2017)

Ver de la tige (*Helicoverpa armigera*) : une chenille qui se nourrit des parties aériennes du tournesol.

Puceron vert du tournesol (*Myzus persicae*) : un insecte piqueur-suceur qui se nourrit de la sève des plantes de tournesol.

Partie II

Compostage

II.1.Définitions

La définition du compost n'est pas une chose facile car c'est un processus complexe, Il existe plusieurs définitions assez voisines du compostage (**Kaiser, 1981; de Bertoldi et al, 1983 ; Leclerc, 2001**) plusieurs interprétations du compostage peuvent exister selon que les auteurs prennent en compte le caractère naturel des transformations observées et des réactions biochimiques ou la maîtrise de la technique par l'homme. Pour (**Gottschalk et al, 1991**), le compostage est la culture de la faune et de la flore naturelle du sol activées par aérations du tas. (**Mustin,1987**) le considère comme étant un procédé biologique assurant la décomposition des constituants organiques des sous-produits. Quant aux suisses (**Gobat et al,1998**), le compostage est un procédé de traitement intensif des déchets organiques qui met en œuvre, en les optimisant, des processus biologiques aérobies de dégradation et de stabilisation des matières organiques complexes. (**Hokitika,1995**) voit dans le compostage une technique artificielle qui démarre et se poursuit sous conditions maîtrisées au lieu d'accepter le résultat d'une décomposition naturelle incontrôlée.

La définition la plus précise du processus reste celle de (**Golden,1986**) qui désigne par le compostage un processus de transformation biologique de matériaux organiques divers. C'est un processus oxydatif qui comprend une phase thermophile. Les produits formés sont principalement du CO₂ et un produit stabilisé : Le compost mûr. Les déchets organiques de départ sont colonisés, transformés par une succession de différentes populations microbiennes. Chacune de ces populations modifie le milieu puis est remplacée par d'autres mieux adaptées à ces nouvelles conditions

D'après (**l'ITAB,2001**), d'autres définitions peuvent être retenues en fonction du type de produit à traiter ou en fonction de l'objectif du compostage recherché. La nécessité d'une définition est très liée au règlement européen sur l'agriculture biologique, qui oblige au compostage de certaines déjections mais sans en donner de définition. Le compostage est donc un processus de décomposition et de transformation contrôlée de déchets organiques biodégradables d'origine végétale et/ou animale, sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie.

II.2. Les intérêts

Le compostage est à la fois écologique économique et pratique.

- **Ecologique** : le compostage limite la quantité de déchets.
- **Economique** : le compost est un engrais naturel et gratuit.
- **Pratique** : il favorise et améliore la fertilité des sols dans le temps

A ces aspects écologique et économique, s'ajoutent des aspects agronomiques et environnementaux liés à l'usage des composts dans l'agriculture biologique (**Ademe, 2000; Medd, 2003**).

Composition des composts (Robitaille et al., 1996)

Type de compost	N (kg/t)	P ₂ O ₅ (kg/t)	K ₂ O (kg/t)
Composts mûrs (composts de fumier de bovin et composts commerciaux essentiellement)	5,8	10,1	4,1
Composts immatures (composts de fumier de bovin essentiellement)	7,6	9,1	5,4
Composts de fumier de volaille	14,1	25,7	7,1
Composts de bovins laitiers pailleux sous géotextile ^a	8,4	6,3	12
Composts de bovins laitiers pailleux sous géotextile ^a	9,1	8	12,8

a. Fait dans de bonnes conditions avec un mélange suffisamment riche en paille. Source : D. La France, communication personnelle.

II.3. Les avantages du compost.

L'utilisation du compost en agriculture pourrait permettre de lutter contre la dégradation des sols. En effet, il est généralement admis que les composts contribuent à l'entretien de la matière organique des sols, améliorant ainsi leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques et qu'ils apportent des éléments fertilisants aux cultures (**Leclerc, 2001**).

Il permet en un mot à la « restauration » des sols.

- ♣ Peut agir sur les propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol.
- ♣ Améliore la rétention en eau des sols légers.
- ♣ Améliore la fertilité et la capacité d'échange cationique.

- ♣ Possède un pouvoir suppressif sur certaines maladies des plantes causées par des champignons (ex. Fusarium, Pythium, Rhizoctonia, Phytophthora, etc.), des nématodes ou bactéries lorsqu'il est bien réussi.
- ♣ Meilleure rétention de l'eau en limitant les remontées capillaires ce qui réduit les problèmes de sécheresse, tout en favorisant une meilleure percolation (rôle d'éponge).
- ♣ Effets sur la biologie des sols : augmentation de l'activité des microorganismes.
- ♣ Augmentation de l'activité de la rhizosphère Inhibition de nombreux phytopathogènes (effets supprimeurs).
- ♣ Meilleur développement racinaire et par conséquent, des plantes entières (**Matra et Hanry, 2005**).

II.3.1. Réduction des volumes

La réduction des volumes est de l'ordre de moitié pour les fumiers ou les déchets verts. Elle est due aux pertes de carbone et d'eau, suivies de tassements, qui ont lieu pendant le compostage. Cette réduction des volumes permet une réduction des stocks de fumier à épandre, dans un délai relativement court puisqu'en 6 semaines en moyenne ces stocks sont diminués de moitié. L'économie de temps réalisée grâce à la diminution des volumes à épandre couvre en général le temps nécessaire à la fabrication du compost (**ITAB ,2001**).

II 3.2. Concentration en éléments minéraux

Grâce à la diminution de masse, très supérieure à celle des fumiers de dépôts de même âge, les composts sont plus concentrés en éléments fertilisants que les fumiers (**ITAB ,2001**).

II.4. Absence d'odeur désagréable

Le compostage conduit à un produit qui rappelle l'odeur du terreau des litières de forêt. Même en cours de compostage il y a peu d'émission d'odeurs désagréable. Si de telles odeurs existent, elles traduisent une évolution incorrecte du compostage (manque d'oxygène) (**ITAB, 2001**).

II.4.1. Homogénéité du produit fini

Quel que soit l'équipement utilisé, les retournements opérèrent un mélange des matières à composter. Une des caractéristiques du compost est son homogénéité, ce qui facilite grandement l'épandage. Le fumier stocké présente en revanche une 'structure fragmentaire'

très hétérogène, imputable à la présence de ‘mottes’ plus au moins agglomérées ou prise en masse en fonction des zones et de la maturité du tas.

Cette hétérogénéité du fumier entraîne des épandages grossiers et gêne notamment les apports sur prairies (**ITAB 2001**).

II.4.2. Limitation des pertes d’azote nitrique

D’après (Le Houérou, 1993), le compostage a été étudié de manière à répondre à cet objectif La réduction de poids (40% environ pour fumier de bovin) et de volume (50% en moyenne) permet le transport du compost sur des passerelles trop éloignées pour faire l’objet d’épandage et permet simultanément de réduire les épandages sur les zones à risque limitant ainsi les pertes nitriques.

II.5. Lutte contre les maladies des plantes

Plusieurs recherches menées dans différentes parties du monde ont montré que le jus de compost en plus de son action fertilisante, pourrait être un moyen efficace de lutte contre les maladies fongique des plantes en stoppant ou en inhibant le développement des champignons pathogènes. Les études sont encore récentes et le mécanisme d’action du jus de compost n’est pas encore bien connu.

Conditions réglementaires de l’utilisation des composts en agriculture : Les composts sont essentiellement utilisés en agriculture, mais également pour la revégétalisations des sites, ou comme support de culture. Pour pouvoir être utilisés, les composts doivent faire l’objet d’une procédure d’homologation, ou répondre aux critères de spécification définis dans la norme 44-051 définissant les amendements organiques. Cette norme est d’application obligatoire pour l’utilisation de ces produits, mais est très peu contraignante en raison notamment de l’absence de critères d’innocuité (polluants et pathogènes). Elle est actuellement en cours de révision. Les composts n’entrant pas dans le cadre de cette norme (composts de boues de station d’épuration par exemple) doivent être utilisés dans le cadre d’un plan d’épandage. L’utilisation des composts en agriculture biologique est possible, lorsque le besoin est reconnu par l’organisme de contrôle. Les composts d’effluents d’élevage (sauf l’élevage hors-sol), les composts de déchets verts et les composts de bio déchets peuvent être utilisés en agriculture biologique. Cependant, ces derniers doivent avoir des teneurs très faibles en métaux (**Leclerc, 2001**).

Carbone (C)	50 à 60 % du carbone sous forme de gaz (CO ₂ et un peu CH ₄)
Azote (N)	15 à 30 % de l'azote total par volatilisation sous forme NH ₃ et un peu NO ₂
Phosphore (P)	Pas de perte, car non soluble. Se concentre dans le compost par la réduction du volume
Potassium (K)	Perte possible dans les écoulements de jus, car soluble

Tableau N°01 : principales pertes en élément

Les pertes en éléments fertilisants sont : Essentiellement gazeuses pour l'azote pendant le compostage, mais sont généralement moins importantes qu'au cours d'un épandage de fumier frais (pertes gazeuses et lessivage).

II.6.Valeur agronomique d'un compost

De façon générale, il est observé la chute du taux de matière organique et donc l'appauvrissement des sols cultivés par excès d'utilisation d'engrais minéraux_solubles (**Bresson et al , 2001**). L'intérêt des amendements organiques est donc une diminution de la part de ces engrais lixiviés et leur remplacement par des déchets organiques valorisés. Cela Permettra d'améliorer la structure du sol, la nutrition et la croissance des plantes, ainsi que leur potentiel de survie surtout en saison sèche (**Albrecht, 2007**). La valeur agronomique d'un compost se traduit alors par son aptitude à l'apport d'éléments fertilisants (**Albrecht, 2007**) qui sont des composants nutritifs majeurs pour les plantes. Plusieurs auteurs recommandent la mesure directe de la teneur en éléments minéralisés, ce qui permet de mettre en évidence l'état avancé de décomposition en éléments minéraux. En Pratique, il s'agira de suivre l'évolution de la teneur de ces éléments dans le compost jusqu'à ce qu'elle se stabilise (**Franco, 2003 et Guet, 2003**)

II.6.1.Effet du compost sur le sol

Trois semaines à un mois après le retournement des andains, le compost sera épandu afin de profiter pleinement des éléments fertilisants qu'il renferme ainsi que de l'effet

II.6.2.Stimulant sur l'activité biologique du sol

accélération de la décomposition des matières organiques fraîches telles que les résidus de culture. Un compost sur mûré n'a plus cet effet. Cette utilisation d'un compost jeune permet de réduire les surfaces consacrées à sa confection.

II.6.3.Effet fertilisant

Les fumiers de bovins sont des produits assez bien équilibrés en éléments fertilisants. La présence de paille et plus généralement de matières végétales leur confèrent des teneurs en potassium intéressantes. Les teneurs en azote sont satisfaisantes et permettent un apport substantiel. L'azote contenu dans les fumiers comme dans les composts est majoritairement sous forme organique. Les formes minérales sont moins présentes. L'utilisation de l'azote par les plantes nécessitera une minéralisation dans le sol. L'efficacité agronomique du phosphore et du potassium est par contre identique à celle des engrais minéraux du commerce. Les conditions de stockage (éviter les lessivages par les pluies) et l'enfouissement rapide, même superficiel, des fumiers et composts seront des précautions nécessaires pour conserver les teneurs en éléments fertilisants. L'apport régulier de fumier ou de compost assure une nutrition correcte en oligoéléments des cultures annuelles et des prairies. (Francou, 2003 et Guet, 2003)

II.6.3.1.Stabilité et maturité

La stabilité et la maturité sont des facteurs qui définissent le succès de l'utilisation de compost comme amendement agricole (Said Pullicino et Gigliotti, 2007). Selon Sullivan et (Miller,2001), la stabilité se réfère exclusivement à la résistance de la matière organique du compost à autre dégradation. Un compost est donc considéré comme stable dès que les réactions de dégradation à l'intérieur n'existent plus. Par contre, la maturité désigne l'état d'un compost qui affiche une activité biologique limitée et qui est décomposé au point de pouvoir être entreposé et utilisé sans risque de dégager des odeurs et sans conséquences préjudiciables, notamment pour les végétaux en raison d'éventuels composés phytotoxiques rémanents (MEO, 2012).

II.7.Le processus du compostage

Le processus de compostage peut être décomposé en 4 phases. Plusieurs paramètres (température, PH, taux d'oxygène...) présentent des variations au cours du compostage. L'évolution de la température, qui exprime l'activité de la succession de populations microbiennes liées aux modifications du milieu, est la manifestation la plus perceptible de la dynamique du compostage. Elle permet de distinguer quatre phases (Figure1).

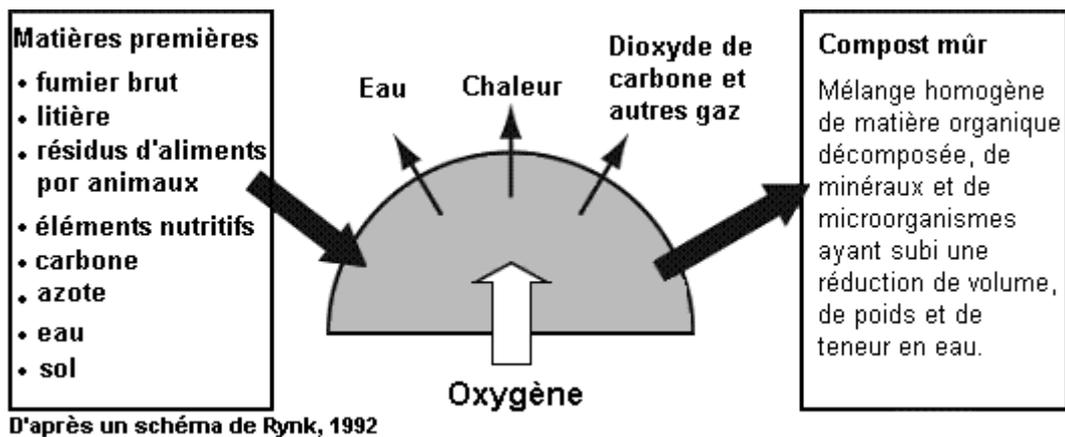


Figure N°02 : Le processus de compostage.

(D'après un schéma de Rynk,1992)

II.8. Les phases du processus de compostage

II.8.1. La phase mésophile (A)

C'est la phase initiale de compostage. Les matières premières sont envahies par les micro-organismes mésophiles indigènes (bactéries et champignons essentiellement) ; leur activité engendre une montée en température (de 10-15°C à 30-40°C) un dégagement important de CO₂ (d'où la diminution du rapport C/N) ainsi qu'une acidification. La dégradation de la cellulose durant cette phase est responsable de plus de 75% de la perte de poids sec. (Inckel *et al*, 2005)

II.8.2 La phase thermophile (B)

Elle est atteinte au centre du tas, à des températures élevées (de l'ordre de 60 à 70°C) pour les composts agricoles, aux quelles ne résistent que des micro-organisme thermo tolérants ou thermophiles (arrêt de l'activité des champignons développement des actinomycètes et des bactéries thermophiles). Les pertes en azote, minéralisé sous forme ammoniacale (NH₄⁺) qui peut être volatilisé sous forme d'ammoniac (NH₃) dans certaines conditions, ainsi que l'évaporation d'eau, sont plus importantes au cours de cette phase. La libération de CO₂ peut entraîner, à la fin des phases thermophiles, jusqu'à 50% de perte en poids sec. Les hautes températures caractérisant la phase thermophile ne concernent que le centre du tas (Inckel *et al*, 2005)

Les matières présentes en bordure du tas doivent être reprises par un ou deux retournements. Après un retournement on observe la succession des 3 phases (mésophile, thermophile, de refroidissement) (ITAB, 2001) ; les températures atteintes en phase thermophile sont cependant de moins en moins élevées au fur et à mesure des retournements. Cette technique permet de s'assurer que tous les éléments du tas subissent les différentes phases de compostage afin que le produit final soit homogène et entièrement assaini.

II.8.3 . La phase de refroidissement (C)

C'est la phase intermédiaire entre la phase thermophile et la phase de maturation. Elle prend fin avec le retour à la température ambiante. Le milieu est colonisé de nouveau par des micro-organismes mésophiles. Ils dégradent les polymères restés intacts en phase thermophile et incorporent l'azote dans des molécules complexes. (Inckel *et al*, 2005)

II.8.4. La phase de maturation (D)

Cette phase présente peu d'activités micro biologiques (recolonisation par des champignons) mais est adaptée à la colonisation par la macro-faune, en particulier les lombrics lorsque ceux-ci sont présents dans l'environnement du tas. Les matières organiques sont stabilisées et humifiées par rapport aux matières premières mises à composter. Les trois premières phases sont relativement rapides par rapport à la phase de maturation. Leur durée ainsi que l'amplitude des variations dépendent cependant des matériaux de départ et des conditions techniques dans lesquelles s'effectue le compostage. Les dates des retournements ne peuvent donc être fixées selon un calendrier précis, mais sont déterminées par la baisse de la température. La phase de maturation se prolonge a priori jusqu' à l'épandage du compost. Il est impossible de définir une période de maturation puisque celle-ci dépend de la composition des matières premières. Il est cependant possible de distinguer les composts des déchets ligno-cellulosiques (les fumiers) qui peuvent être utilisés au bout de 6 semaines (la phase de maturation est alors très courte, voire inexistante), des composts de déchets ligneux (les déchets verts par exemple) qui ne sont utilisés en général qu'au bout de 6 mois. (Leclerc, 2001).

II.8.a. Types de compostage

Le compostage peut être divisé en deux catégories selon la nature du processus de décomposition.

Lors du compostage anaérobie, la décomposition se produit quand l'oxygène (O) est absent ou présent en quantité limitée. Dans ce processus, les microorganismes anaérobies dominent et élaborent des composés intermédiaires comme du méthane, des acides organiques, du sulfure d'hydrogène et d'autres substances. En l'absence d'oxygène, ces composés s'accumulent et ne sont pas métabolisés. Un grand nombre de ces composés ont des odeurs fortes et certains d'entre eux présentent une phytotoxicité. Comme le compostage anaérobie est un processus s'effectuant à basse température, les graines d'adventices et les pathogènes ne sont pas affectés.

De plus, le processus nécessite souvent plus de temps que le compostage aérobie. Ces inconvénients contrebalancent les avantages de ce processus, à savoir le peu de travail nécessaire et la perte limitée d'éléments nutritifs au cours du processus. Le compostage aérobie a lieu en présence d'une grande quantité d'oxygène. Au cours de ce processus, les micro-organismes aérobies décomposent la matière organique et produisent du gaz carbonique (CO₂), de l'ammoniac, de l'eau, de la chaleur et de l'humus, qui est le produit organique final relativement stable. Bien que le compostage aérobie puisse produire des composés organiques intermédiaires comme certains acides organiques, ceux-ci sont ensuite décomposés par des micro-organismes aérobies. Le compost ainsi obtenu, qui a une forme relativement instable de matière organique, ne comporte que très peu de risque de phytotoxicité. La chaleur générée accélère la décomposition des protéines, des graisses et des sucres complexes tels que la cellulose et l'hémicellulose et réduit la durée du processus. De plus, ce processus détruit de nombreux micro-organismes, qui sont des pathogènes pour les humains ou les plantes, ainsi que les graines d'adventices, dans la mesure où la température atteinte est suffisamment élevée. Bien que les éléments nutritifs soient perdus en quantité plus importante lors du compostage aérobie, celui-ci est considéré plus efficace et utile que le compostage anaérobie pour la production agricole. La présente publication traite d'ailleurs majoritairement du compostage aérobie. Un effet de compostage peut aussi être obtenu par dégradation enzymatique des matières organiques qui passent à travers le système digestif des vers de terre. Ce processus est appelé vermicompostage. (**Inckel et al, 2005**).

II.8.1. Les phases du processus de compostage

II.8.1.1 La phase mésophile (A)

C'est la phase initiale de compostage. Les matières premières sont envahies par les micro-organismes mésophiles indigènes (bactéries et champignons essentiellement) ; leur activité engendre une montée en température (de 10-15°C à 30-40°C) un dégagement important de CO₂ (d'où la diminution du rapport C/N) ainsi qu'une acidification. La dégradation de la cellulose durant cette phase est responsable de plus de 75% de la perte de poids sec. (**Inckel et al, 2005**)

II.8.1.2 La phase thermophile (B)

Elle est atteinte au centre du tas, à des températures élevées (de l'ordre de 60 à 70°C) pour les composts agricoles, aux quelles ne résistent que des micro-organismes thermo tolérants ou thermophiles (arrêt de l'activité des champignons développement des actinomycètes et des bactéries thermophiles). Les pertes en azote, minéralisé sous forme ammoniacale (NH₄⁺) qui peut être volatilisé sous forme d'ammoniac (NH₃) dans certaines conditions, ainsi que l'évaporation d'eau, sont plus importantes au cours de cette phase. La libération de CO₂ peut entraîner, à la fin des phases thermophiles, jusqu'à 50% de perte en poids sec. Les hautes températures caractérisant la phase thermophile ne concernent que le centre du tas (**Inckel et al, 2005**)

Les matières présentes en bordure du tas doivent être reprises par un ou deux retournements. Après un retournement on observe la succession des 3 phases (mésophile, thermophile, de refroidissement) (**ITAB, 2001**) ; les températures atteintes en phase thermophile sont cependant de moins en moins élevées au fur et à mesure des retournements. Cette technique permet de s'assurer que tous les éléments du tas subissent les différentes phases de compostage afin que le produit final soit homogène et entièrement assaini.

II.8.1.3 . La phase de refroidissement (C)

C'est la phase intermédiaire entre la phase thermophile et la phase de maturation. Elle prend fin avec le retour à la température ambiante. Le milieu est colonisé de nouveau par des micro-organismes mésophiles. Ils dégradent les polymères restés intacts en phase thermophile et incorporent l'azote dans des molécules complexes. (**Inckel et al, 2005**)

II.8.1.4. La phase de maturation (D)

Cette phase présente peu d'activités micro biologiques (recolonisation par des champignons) mais est adaptée à la colonisation par la macro-faune, en particulier les lombrics lorsque ceux-ci sont présents dans l'environnement du tas. Les matières organiques sont stabilisées et humifiées par rapport aux matières premières mises à composter. Les trois premières phases sont relativement rapides par rapport à la phase de maturation. Leur durée ainsi que l'amplitude des variations dépendent cependant des matériaux de départ et des conditions techniques dans lesquelles s'effectue le compostage. Les dates des retournements ne peuvent donc être fixées selon un calendrier précis, mais sont déterminées par la baisse

de la température. La phase de maturation se prolonge a priori jusqu' à l'épandage du compost. Il est impossible de définir une période de maturation puisque celle-ci dépend de la composition des matières premières. Il est cependant possible de distinguer les composts des déchets ligno-cellulosiques (les fumiers) qui peuvent être utilisés au bout de 6 semaines (la phase de maturation est alors très courte, voire inexistante), des composts de déchets ligneux (les déchets verts par exemple) qui ne sont utilisés en général qu'au bout de 6 mois. (Leclerc, 2001).

II.9. Evolution des éléments chimiques et biochimiques

II .9.1. L'évolution est rapide

en quelques semaines, plus de la moitié des matériaux de départ sont transformés.

- Les sucres simples, fractions solubles contenant du carbone, et les liquides, sont presque intégralement dégradés dès la phase mésophile.
- La cellulose est dégradée pendant la phase mésophile thermophile, et de refroidissement, par des champignons (tels que les *Penicillium* et les Mucorales), des bactéries et des actinomycètes. Ces deux composés donnent des sucres utilisés par les micro-organismes comme source d'énergie.
- La lignine subit une biotransformation sans être dégradée en petites molécules (comme la cellulose qui est dégradée en glucose), avec inclusion d'azote dans les cycles, et déméthylation des fonctions méthoxyl (Godden *et al*, 1992). Dans une litière naturelle (premiers centimètres du sol), la ligninolyse est opérée essentiellement par certains champignons ne se développant pas à des températures élevées. Elles n'interviennent donc pas durant la phase thermophile du processus.

Il s'ensuit une conservation de la lignine, très favorable à la qualité du compost, la lignine étant un précurseur des substances humiques (Gobat *et al*, 1998)

- Les phosphates, présents dans les déchets à composter, ou ajoutés à faible dose avant (sur la litière des animaux) ou en cours du compostage, sont incorporés, lors du processus, à des molécules organiques, ce qui peut améliorer leur pouvoir fertilisant s'il s'agit de phosphates insolubles.
- Le potassium, le calcium, le magnésium, le soufre, sont contenus en quantités généralement suffisantes pour les besoins de la majorité des sols. Concernant les pertes de potassium

pendant le compostage, on observe de très fortes différences en fonction du type de fumier. En effet les pertes en potassium sont essentiellement dues au tassement des fumiers pendant le compostage et donc liées au manque de structure, c'est à dire de pailles, des fumiers. Ce rapport paille/déjections s'exprime au travers du rapport carbone/azote. Pour des C/N de 35, les pertes en potassium sont pratiquement nulles (Godden, 1995).

- Le soufre peut être réduit en phase thermophile en hydrogène sulfuré par les bactéries sulforéductrices qui se développent jusqu'à 80°C. L'hydrogène sulfuré est ensuite réoxydé en sulfate dans le sol. Si le tas de compost présente des zones mal aérées, il peut cependant être perdu sous forme de H₂S gazeux (Gobat *et al*, 1998).

- L'azote organique est minéralisé sous forme ammoniacale (NH₄⁺), qui se trouve en général rapidement incorporé dans la biomasse microbienne, avec en parallèle assimilation de carbone. Cette dégradation a lieu durant la phase thermophile, d'où des risques de volatilisation d'ammoniac au cours de cette phase. Pendant le refroidissement, une partie est oxydée par les bactéries nitrifiantes dès que la température devient inférieure à 45°C.

Une partie de l'azote va réagir avec des sucres et autres composés carbonés pour se retrouver dans les composés humiques. L'azote peut être perdu sous forme de N₂ si le tas renferme des zones anoxiques ou de protoxyde d'azote, même si les quantités sont faibles, ou encore de NH₃ (Gobat *et al*, 1998).

II.10. LES PARAMÈTRES DU COMPOSTAGE

Ce sont les suivantes : La phase mésophile, la phase thermophile, la phase de refroidissement et la phase de maturation (Matrat *et Hanry*, 2005).

II.10.1 LE PROCESSUS DE COMPOSTAGE AÉROBIE

Le processus de compostage aérobie débute par la formation du tas. Dans de nombreux cas, la température atteint rapidement 70 à 80°C au cours des deux premiers jours. Tout d'abord, des organismes mésophiles (dont la température de croissance optimale est comprise entre 20 et 45°C) se multiplient rapidement grâce aux sucres et acides aminés facilement disponibles. Ils produisent de la chaleur par leur propre métabolisme et élèvent la température à un point tel que leurs propres activités sont inhibées. Alors, quelques champignons ainsi que de nombreuses bactéries thermophiles (dont la température de croissance optimale est comprise entre 50 et 70°C) poursuivent le processus, en augmentant la température du compost à 65°C, voire même plus. Cette hausse de température est cruciale pour la qualité du compost car la chaleur tue les pathogènes et les graines d'adventices. La phase active de compostage est suivie par une période de maturation, pendant laquelle la température du tas diminue graduellement. Le début de cette phase est identifiable lorsque le retournement ne provoque plus d'augmentation de la température du mélange. A ce stade, un autre groupe de champignons thermophiles apparaît, responsables d'une étape importante de décomposition des matériaux composant les membranes cellulaires végétales comme la cellulose et l'hémicellulose. La maturation du compost permet d'éviter les risques entraînés par l'utilisation d'un compost immature: faim d'azote (N) et déficience en oxygène, et effets toxiques des acides organiques sur les plantes. Finalement, la température diminue jusqu'à la température ambiante. Quand le compost est prêt, le tas devient plus homogène et moins biologiquement actif bien que des organismes mésophiles recolonisent le compost. Le matériel devient brun foncé à noir. Les particules sont plus petites et homogènes, et la texture ressemble à celle d'un sol. Au cours du processus, la quantité d'humus augmente, le rapport entre le carbone et l'azote (C/N) diminue, le pH devient neutre, et la capacité d'échange du matériau augmente (Misra. *et al* ,2005).

II .11.FACTEURS INFLUENÇANT LE COMPOSTAGE AÉROBIE

II.11.1. Aération

Le compostage aérobie nécessite d'importantes quantités d'oxygène, tout particulièrement lors du stade initial. L'aération est la source d'oxygène, et se trouve être ainsi un facteur indispensable pour le compostage aérobie. Quand l'approvisionnement en oxygène n'est pas suffisant, la croissance des micro-organismes aérobies se trouve limitée, ce qui ralentit la décomposition. De plus, l'aération permet de diminuer l'excès de chaleur et d'éliminer la

vapeur d'eau et les autres gaz piégés dans le tas. L'évacuation de la chaleur est particulièrement importante dans les climats chauds, compte tenu des risques plus élevés de surchauffe et d'incendie. Par conséquent, une bonne aération est indispensable pour un compostage efficace.. Celle-ci pourra être atteinte si la qualité physique des matériaux (taille des particules et teneur en eau), la taille du tas et la ventilation est contrôlée et si le mélange est fréquemment retourné.

II.11.2. Humidité

L'humidité est nécessaire pour assurer l'activité métabolique des micro-organismes. Le compost devrait une teneur en eau de 40 à 65 pour cent. Si le tas est trop sec, le processus de compostage est plus lent, alors qu'au-dessus de 65 pour cent d'humidité, des conditions anaérobies se rencontrent. En pratique, il est conseillé de commencer le tas avec une teneur en eau de 50 à 60 pour cent, pour atteindre à la fin du processus, une humidité de 30 pour cent.

II.11.3. Éléments nutritifs

Les micro-organismes ont besoin de C, N, phosphore (P) et potassium (K) comme éléments nutritifs principaux. Le rapport C/N est un facteur particulièrement important. Le rapport optimal C/N se situe entre 25 et 30 bien que des rapports situés entre 20 et 40 soient aussi acceptables.. Quand le C/N est supérieur à 40, la croissance des micro-organismes est limitée, et implique une durée de compostage plus longue. Un rapport C/N inférieur à 20 entraîne une sous-utilisation de l'azote et le surplus d'azote pourra alors être perdu dans l'atmosphère sous forme d'ammoniac ou d'oxyde nitreux, et l'odeur pourra devenir un problème .Le rapport final C/N devrait se situer entre 10/1 et 15/1.

II.11.4. Température

Le processus de compostage met en œuvre deux gammes de température: mésophile et thermophile. Alors que la température idéale pour la phase initiale de compostage est de 20 à 45°C, Par la suite, les organismes thermophiles ayant pris le contrôle des étapes ultérieures, une température située entre 50 et 70°C est idéale.

Les températures élevées caractérisent les processus de compostage aérobie et sont les indicateurs d'une activité microbienne importante. Les pathogènes sont en général détruits à 55° et plus, alors que le point critique d'élimination des graines d'adventices est de 62°C.

Le retournement et l'aération peuvent être utilisés pour réguler la température.

II .11.5. Teneur en lignine

La lignine est un des principaux constituants des parois cellulaires des plantes, et sa structure chimique complexe la rend hautement résistante à la dégradation microbienne (**Richard, 1996**). La nature de la lignine a deux implications. Premièrement, la lignine réduit la

biodisponibilité des autres constituants des parois cellulaires, ce qui se traduit par un rapport réel C/N (rapport entre C biodégradable et N) plus faible que celui généralement mentionné. Deuxièmement, la lignine sert d'amplificateur de porosité, ce qui crée des conditions favorables pour le compostage aérobie. Par conséquent, alors que l'apport de champignons décomposeurs de lignine peut dans certains cas augmenter le carbone disponible, accélérer le compostage et réduire les pertes azotées, dans d'autres cas, cela risque d'entraîner un rapport réel C/N plus élevé et une porosité médiocre, deux facteurs responsables d'un allongement de la durée de compostage.

II.11.5.1. Polyphénols

Les polyphénols comprennent les tannins hydrolysables et condensés (Schorth, 2003). Les tannins insolubles condensés lient les parois cellulaires et les protéines et les rendent physiquement et chimiquement moins accessibles aux décomposeurs. Les tannins solubles condensés et hydrolysables réagissent avec les protéines et réduisent leur dégradation microbienne et donc les rejets azotés, les polyphénols et la lignine attirent plus l'attention en tant que facteurs inhibiteurs. (Palm et al. 2001) ont suggéré que les teneurs de ces deux substances soient utilisées pour classer les matières organiques afin d'obtenir une meilleure utilisation des ressources naturelles au sein de l'exploitation agricole, y compris le compostage.

II 11.5.2 Valeur du pH

Bien que l'effet tampon naturel du compostage permette l'utilisation de substances dans une large gamme de pH, celui-ci ne devrait pas être supérieur à 8

A des pH plus élevés, une plus grande quantité d'ammoniac est générée et risque d'être perdue dans l'atmosphère.

II.12. Compostage passif

des tas de fumier Le compostage passif implique l'entassement des matières afin d'obtenir une décomposition avec peu de retournement et de gestion (NRAES, 1992). Le processus a été utilisé pour le compostage des déchets animaux. Cependant, le simple fait de poser du fumier en tas ne va pas satisfaire les exigences de compostage continu aérobie. Sans une bonne litière, la teneur en eau du fumier dépasse le niveau permettant l'existence d'une structure poreuse ouverte dans le tas. Très peu d'air, voire pas du tout, passe alors au travers du tas.

Dans ces circonstances, les micro-organismes anaérobies effectuent la dégradation. Des effets indésirables, associés à la dégradation anaérobie, apparaissent. Quand un système d'élevage de bétail utilise de la litière afin d'offrir au bétail confort et propreté, celle-ci se mêle au fumier et crée un mélange plus sec et poreux. Ceci donne une certaine structure, et selon la quantité de litière, permet au mélange d'être empilé en vrais tas. La litière a aussi tendance à augmenter le rapport C/N du fumier. Un mélange de fumier et de litière exige une proportion considérable de litière pour offrir la porosité nécessaire au compostage. Des volumes au moins égaux de litière et de fumier sont requis. Quand la quantité de litière est insuffisante pour donner un mélange poreux, des amendements supplémentaires secs doivent être apportés soit en augmentant la litière utilisée dans l'étable soit en ajoutant des amendements lors de la préparation des tas. Le fumier issu des écuries ou les mélanges de fumier et de litière peuvent souvent être compostés en tas sans autre ajout, alors que le fumier sans litière provenant des étables de bovins, de porcs et de volailles nécessite des amendements supplémentaires et doit être séché. Le tas doit être suffisamment petit (généralement 2 m de haut sur 4 m de large) pour permettre à l'air de passer de manière passive. Cette méthode passive de compostage est un compostage en andain mais avec un rythme de retournement beaucoup moins fréquent.

C'est une méthode courante pour le compostage des feuilles. Elle exige une main-d'œuvre et un équipement minimums. Le compostage passif est lent en raison de sa faible aération, et les risques de problèmes liés aux odeurs sont plus importants.

II .12.1. Le compostage aérobie avec une aération passive

La méthode indienne Coimbatore Cette méthode (Manickam, 1967) implique de creuser une fosse (360 cm de long × 180 cm de large × 90 cm de profondeur) dans une zone ombragée (la longueur peut varier selon le volume de déchets disponibles). Les déchets de l'exploitation agricole tels que la paille, les restes de légumes, les adventices et les feuilles

sont étalés sur une épaisseur de 15-20 cm. Les excréments humides des animaux (5 cm environ) sont étalés sur cette couche. De l'eau est apportée afin d'humidifier les matériaux (50-60 pour cent en masse). Cette procédure est répétée jusqu'à ce que l'ensemble atteigne une hauteur de 60 cm au-dessus du sol. Le tas est alors recouvert de boue et la décomposition anaérobie commence. Au bout de quatre semaines, la masse se réduit et l'andain s'aplatit. La couverture de boue est enlevée et la masse tout entière est retournée. La décomposition aérobie commence alors. On pulvérise de l'eau dessus afin de garder une certaine humidité. Le compost peut être utilisé quatre mois plus tard.

Méthode indienne Indore en fosse

Une grande avancée dans la pratique du compostage a eu lieu à Indore en Inde par Howard au milieu des années 20. La procédure traditionnelle a été formalisée en une méthode de compostage qui est maintenant connue comme la méthode Indore (FAO, 1980) et (Inckel *et al*, 2005).

II.13. Matières premières

Les matières premières sont un mélange de résidus de plantes, d'excréments et d'urines d'animaux, de terre, de cendres de bois et d'eau. Tous les déchets organiques disponibles sur l'exploitation agricole, tels que les adventices, les tiges, les feuilles tombées au sol, les émondes, les restes de balle de fourrage, sont ramassés et empilés dans la fosse. Pour commencer, les matériaux ligneux durs tels que les tiges de coton et de pois d'Angole sont étalés dans l'exploitation agricole, et écrasés par les véhicules (tracteurs ou chars à bœufs) avant d'être entassés. Ces éléments très durs ne devraient pas être présents en quantité supérieure à 10 pour cent du total des résidus végétaux. Les déchets verts, qui sont tendres et humides, peuvent être séchés pendant deux ou trois jours afin que le surplus d'humidité puisse être éliminé préalablement à l'empilement; ceux-ci ont tendance à prendre en masse quand ils sont entassés frais. Le mélange de différents types de résidus organiques assure une décomposition plus efficace. Au cours de la mise en tas, chaque catégorie de matériaux est étalée en couches successives de 15 cm d'épaisseur jusqu'à ce que le tas atteigne une hauteur d'environ 1,5 m. Le tas est ensuite découpé en tranches verticales et environ 20 à 25 kg sont placés sous les pieds du bétail dans les abris pour animaux comme litière pour la nuit. Le lendemain matin, la litière, additionnée d'excrément et d'urine, est amenée à la fosse de compostage.

Site et taille de la fosse Le site de la fosse à compost devrait être à un niveau suffisamment élevé pour éviter la pénétration de l'eau au cours de la mousson; l devrait se trouver à proximité des abris à bétail et d'une source d'eau. Un abri temporaire peut être éventuellement construit pour protéger le compost des importantes précipitations. La fosse devrait avoir les dimensions suivantes: 1 m de profondeur, 1,5 à 2 m de large, et une longueur adéquate.

II.13.1. Remplissage de la fosse

Les matériaux, provenant des abris à bétail, sont étalés dans la fosse en couches régulières de 10-15 cm. Une bouillie préparée avec 4,5 kg d'excréments, 3,5 kg d'urine et 4,5 kg d'inoculum provenant d'une fosse à compost vieille de 15 jours est réparti au-dessus de chaque couche. On arrose avec de l'eau en quantité suffisante afin d'humidifier les résidus. Le remplissage de la fosse s'effectue couche par couche en une semaine maximum. Un soin particulier sera apporté de manière à éviter que les matériaux ne se compactent.

Retournement Le compost est retourné trois fois dans la fosse: la première fois, 15 jours après le remplissage de la fosse; la seconde fois, 15 jours plus tard, et une dernière fois, un mois plus tard. A chaque retournement, le compost est parfaitement mélangé et humidifié avec de l'eau.

II.14. Méthode indienne Indore en tas

Site et taille du tas Au cours de la saison des pluies ou dans les régions avec de fortes précipitations, le compost peut être préparé en tas posés sur le sol et protégés par un abri. Le tas est large d'environ 2 m à sa base, haut de 1,5 m et long de 2 m. Les côtés sont inclinés afin que le sommet mesure environ 50 centimètres de moins que la base (soit 1,5 m). Un petit mur de protection est quelquefois construit autour du tas afin de le protéger du vent, qui a tendance à dessécher le mélange.

II.14.1 Formation du tas

Une première couche de 20 cm est d'abord formée par des matières carbonées telles que des feuilles, du foin, de la paille, de la sciure, des copeaux de bois et des tiges de maïs hachées grossièrement. Cette couche est recouverte de 10 cm de matières azotées telles que de l'herbe fraîche, des adventices ou des résidus végétaux de jardins, du fumier frais ou sec, ou des boues de station d'épuration digérées. Cette succession, composée d'une couche de 20 cm

e matières carbonées et d'une couche de 10 cm de matières azotées, est ainsi répétée jusqu'à ce que le tas atteigne une hauteur de 1,5 m. Le compost est arrosé jusqu'à ce qu'il soit mouillé mais pas détrempé. Le tas est quelquefois recouvert de terre ou de foin afin que la chaleur soit conservée et il est retourné après 6 et 12 semaines. En République de Corée, les tas sont recouverts de feuilles de plastique fines afin de garder la chaleur et empêcher la reproduction des insectes. Quand les matières premières sont peu abondantes, des couches successives peuvent être ajoutées lorsqu'elles deviennent disponibles. Le déchiquetage accélère de façon considérable la décomposition. La plupart des matières peuvent être déchiquetées par passage répété d'une faucheuse rotative ou tondeuse à gazon. Si les matières azotées ne sont pas présentes en quantité suffisante, des engrais verts ou des légumineuses comme des crotalaires sont cultivés directement sur le tas en semant des graines juste après le premier retournement. La matière verte est alors enfouie au moment du deuxième retournement. Le produit final est obtenu au bout de quatre mois. (Inckel *et al*, 2005).

La méthode du processus d'échauffement ou méthode de blocs. Cette méthode ressemble à la méthode Bangalore, mais comporte un traitement spécial qui permet de transformer de grandes quantités de matière organique. On fabrique toujours de nouveaux blocs de matière organique, qui seront entassés (Inckel *et al*, 2005).

La méthode du compostage dans les fosses Le compost est fabriqué dans des fosses ayant été creusées dans le sol est une méthode rapide, facile et moins onéreuse Le besoin en eau étant plus bas, la méthode convient dans des régions sèches, Mais le suivi du processus de décomposition est plus difficile que pour un tas qui est construit audessus du sol (Inckel *et al*, 2005). Les déchets à composter sont déposés dans un trou de 30 à 50 cm de profondeur, creusé dans le sol (Siredom, 2008). Une fosse modèle devrait mesurer 1,5 à 2 m de largeur, 50 cm de profondeur et peut avoir une longueur variable selon les conditions locales du sol et la nappe phréatique. Il convient de revêtir la fosse d'une mince couche d'argile. Souvent, on creuse plusieurs fosses l'une à côté de l'autre, pour permettre de verser le contenu d'une fosse dans l'autre (Inckel *et al*, 2005)

II.15. La méthode du compostage dans les rigoles

Le compostage dans des rigoles est la même que le compostage dans des fosses à l'exception que les plantes se cultivent directement au-dessus de la fosse contrairement au fait d'enlever le compost de la fosse et de l'étaler sur le sol. Il faut d'abord creuser une rigole. Les dimensions dépendent de la quantité de matériel disponible et du nombre de plantes que vous

allez planter dans la rigole. La largeur de la rigole peut varier entre 50 cm et quelques mètres. La profondeur est 1 m ou moins et la longueur peut varier (**Inckel et al, 2005**). Elle est particulièrement utile contre les atteintes de termites du fait que la plupart d'espèces vivent au-dessus du niveau du sol (**Inckel et al, 2005**).

Le compostage dans des enclos de vannerie. La méthode de compostage dans des enclos de vannerie utilisée, s'il n'y a pas suffisamment de matériaux de compostage. Les substances nutritives sont bien utilisées dans un petit potager. Cette méthode convient aussi à l'utilisation des petites quantités de déchets (**Inckel, 2005**).

II.16. Le compost en Algérie

Il se présente en Algérie comme un marché prometteur, notamment vu l'abondance de la matière première (55% du contenu de nos poubelles) et le besoin constant de nos sols en matière organique. Ainsi, dans le but d'encourager le recours à cette filière et d'accompagner les futurs porteurs de projets semblables, l'Agence Nationale des Déchets reprend à travers ce document les notions de bases liées au compostage et aux étapes de mise en place d'une unité de production de composte

Demande du marché La demande de sources biologiques de nutriments abordables a été confirmée dans toutes les chaînes de valeur agricole étudiées au cours de cette étude. Le principal moteur de la demande était soit : 25 - les coûts comparatifs plus faibles (les coûts des engrais minéraux sont passés à 84 000 DA par tonne pour le DAP) - la meilleure qualité de produit observée ou perçue lors de l'utilisation d'engrais organiques Au total, nous avons enregistré une consommation de plus de 400 000 tonnes par an de fumier dans la seule région d'El Oued, vendu par des distributeurs locaux à un coût moyen de 11 000 DA par tonne. En conséquence, le marché du fumier dans la région de Biskra et El Oued est évalué à un minimum de 4,4 milliards de DA par an. II.17. PÉRIODE D'APPLICATION DES FUMIERS ET DES COMPOSTS

Pour des raisons sanitaires, les normes en agriculture biologique stipulent que les fumiers doivent être épandus 90 jours avant la récolte des cultures qui ne sont pas en contact avec le sol et 120 jours pour celles qui le sont. Par conséquent, ils doivent donc presque toujours être épandus l'année précédente, sauf pour les légumes de longue saison de croissance (ex. chou de Bruxelles, pommes de terre tardives, courges d'hiver). Il n'y a pas de telles restrictions pour les composts conformes aux normes biologiques Sur le plan agronomique, la période d'application optimale doit se décider en fonction du

rapport C/N (**Tableau 1**). Plus ce dernier est élevé, plus il faut du temps pour que le fumier ou le compost se décompose et libère de l'azote, et plus l'application doit se faire longtemps avant l'établissement de la culture prévue. Lorsque le rapport C/N est plus élevé que 20, et parfois même que 15, le processus de décomposition du fumier ou du compost dans le sol peut immobiliser l'azote. Plus le rapport C/N est faible, plus l'azote est rapidement disponible. Cette règle fonctionne la plupart du temps, mais il peut y avoir des exceptions, en particulier avec les composts.

II.17.1 Restrictions en agriculture biologique

Dans le cas des composts, les normes biologiques exigent que tous les matériaux à composter subissent une température de plus de 55 °C durant le processus pour assurer l'absence de pathogènes. Cela implique qu'il faut tenir un registre des températures. Alternativement, des tests de pathogènes peuvent être faits sur le produit fini pour démontrer un seuil de pathogènes acceptables, soit un taux de salmonelles inférieur à 3 NPP/4 g (à l'état sec). Si ni l'une ni l'autre de ces conditions n'est satisfaite, le compost produit doit être considéré comme un fumier vieilli qui ne peut pas être appliqué à moins de 90 ou 120 jours avant la récolte.

Le risque est beaucoup plus faible, tant sur le plan des pathogènes que sur le plan des risques de pertes d'azote dans l'environnement. Toutefois, il n'est pas recommandé d'épandre des doses importantes à l'automne. Le règlement sur les exploitations agricoles ne fait pas de différence entre fumier ou compost de ferme. Comme il y a de nombreuses règles spécifiques, il faut consulter un agronome à ce sujet et se référer au Règlement sur les exploitations agricoles (REA).

Limitation de quantités de phosphore par exemple, les règles de protection de l'environnement exigent de ne pas dépasser la dose recommandée d'azote et de phosphore dans le Guide de fertilisation du Comité de référence agro-alimentaire du Québec (**Craaq, 2003**).

Cela fait problème lorsque la fertilisation est uniquement basée sur les composts et les fumiers. Il n'est en général pas possible d'apporter assez d'azote sans apporter trop de phosphore. La fertilisation doit donc être ajustée avec des engrais verts et d'autres produits plus riches en azote.

En sol de richesse moyenne en phosphore, la dose maximale de phosphore que l'on peut mettre varie, selon le type de légume, de 80 kg/ha à 165 kg/ha. Ces quantités correspondent aux besoins des cultures présentés dans la section sur la fertilisation.



Figure N°03 : en tas à l'aide de retourneurs de compost tirés par tracteur



Figure N°04 : en tas à l'aide de chargeuses pour déplacer les andains



Figure N°05 : de compostage fermée où les émissions de gaz peuvent facilement être capturées et nettoyées

Partie III

Matériel et méthode

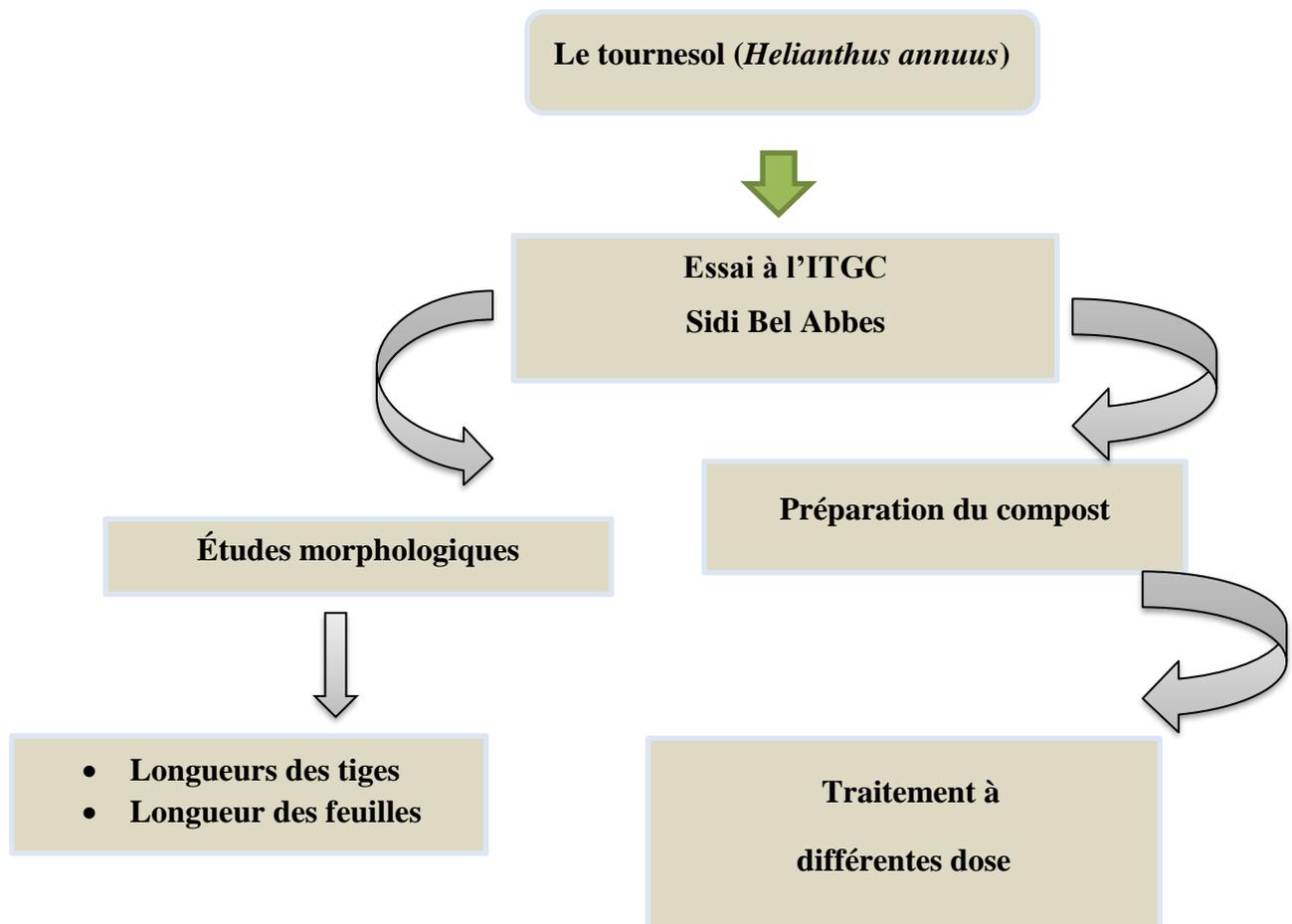
Matériel et méthode



Objectif du travail

L'objectif de cette étude consiste à démontrer l'impact du fertilisant naturel « compost » que nous avons préparé sur la croissance et le développement des plants de tournesol, à partir du stade cinq feuilles jusqu'à la floraison. Nous avons donc choisi un groupe de plants de tournesol auxquels on a appliqué différentes doses de compost (T1=100 g), (T2=200 g), (T3=300g), en plus d'un témoin (To= sans traitement). L'essai va nous permettre d'obtenir un ensemble de résultats qui seront analysés et expliqués dans le cadre de notre travail.

III.1. Structure du travail



III.2.Le choix de la culture

Dans le cadre d'un programme national visant à promouvoir la culture du tournesol oléagineux en Algérie, l'institut des grandes culture de la région ouest d'Algérie « ITGC_de Sidi Bel Abbès », a décidé de faire un essai sur cette culture afin de voir les avantages et les inconvénients de cette .Cette initiative s'inscrit dans la lignée d'autres exploitations agricoles de la région d'ITGC en Algérie, où la culture du tournesol commence à prendre un étendu assez large qui s'incris dans la politique agricole du pays. Cela témoigne de l'intérêt croissant pour cette culture, a promouvoir l' agro industrie « production d'huile ».

Dans cette partie, nous allons explorer deux aspects essentiels du travail appliqué : d'abord, le semis de la culture de tournesol en collaboration avec les ouvriers et les ingénieurs de l'ITGC, puis la préparation du compost. Au cours de ces deux étapes, nous aurons l'occasion de faire connaissance avec les missions de l'ITGC. (Mettre une Photo de semis)

III.2.1.Situation géographique

La ferme de démonstration et de production de semences de Sidi Bel-Abbès est située dans l'Ouest de l'Algérie, au Sud-Ouest de la ville de Sidi Bel-Abbès, à 4 kilomètres de la ville, reliée par la route nationale n°7 (route de Tlemcen), à la limite des communes de Sidi Bel- Abbès et de Sidi Lahcène.

III.2.2.Coordonnées géographiques



Figure N°06: localisation ITGC par google Earth

- Longitude : 0°-38' Ouest Latitude : 35°11' Nord
- Altitude : Sidi Bel-Abbès: 486 m. Tessalah: 530 m.
- Zones d'action de la ferme ; La zone d'action de la ferme de démonstration et de production de semences s'étend sur quatre (04) wilayate de Sidi Bel-Abbès, d'Oran, d'Ain-Témouchent et de Tlemcen. **(Figure 06)**

III .2.3.Caractérisation du sol

Les sols de la ferme sont caractérisés par la présence, à une profondeur variable (20 à 45 cm). Une croûte calcaire peu épaisse, formée d'une couche superficielle mince très dure de structure lamellaire. Au dessous, se trouve une couche plus grossière plus ou moins friable. La formation de la croûte est le résultat des conditions climatiques locales et des ressources hydrologiques.

III .3.Matériel utilisés

Matériel végétal : la culture de tournesol mise en place à la ferme de démonstration « ITGC » .

Autres matériels utilisés :

Des Gants (pour la cueillette de l'ortie Pour éviter les effets secondaires tels que les éruptions cutanées et les démangeaisons)



Figure N°07 : Couteau pour haché l'ortie(Bourtal zaraat ,2023)



Figure N°08 :une pelle pour porter et mélanger le compost
(Bourtal zaraat ,2023)



Figure N°09 : pot de plastique pour mesurer l'eau
(Bourtal zaraat ,2023)



Figure N°10: règle pour mesurer la longueur des tiges et des feuilles
(Bourtal zaraat ,2023)



Figure N°11: Les mesures de précautions(Tablier) (Bourtal zaraat ,2023)



Figure N°12 : Balance mesuré les doses de compost (Bourtal zaraat ,2023)



Figure N°13: dose de compost en sachets (Bourtal zaraat ,2023)

III .3.1.Préparation compostage

La préparation du compost a été effectuée a partir du mois d'avril, l'opération s'est déroulée comme suite :

Un mélange composé de couches de fumier d'ovins et d'ortie coupée en petit_morceau ou haché. Nous avons arrosé ce mélange avec du purin d'ortie pour_accélérer la fermentation du compost d'ortie (technique consiste a placée dans 5 litres d'eau de source, recouverte de

Partie III : Matériel et méthode

plastique et placée dans un endroit modéré pour la fermentation pendant quelques jours). Le matériel utilisé est le suivant :

Le fumier d'ovins décomposé, de l'ortie coupée et le purin d'ortie fermentée. Nous conservant le contenu dans un endroit hermétique et à l'ombre pour éviter toute dégradation une fois le mélange préparé. Nous arrosons notre solide tous les cinq jours tout en le renversant après chaque arrosage (**Voir Annexe Bulletin d'analyse de compost**)



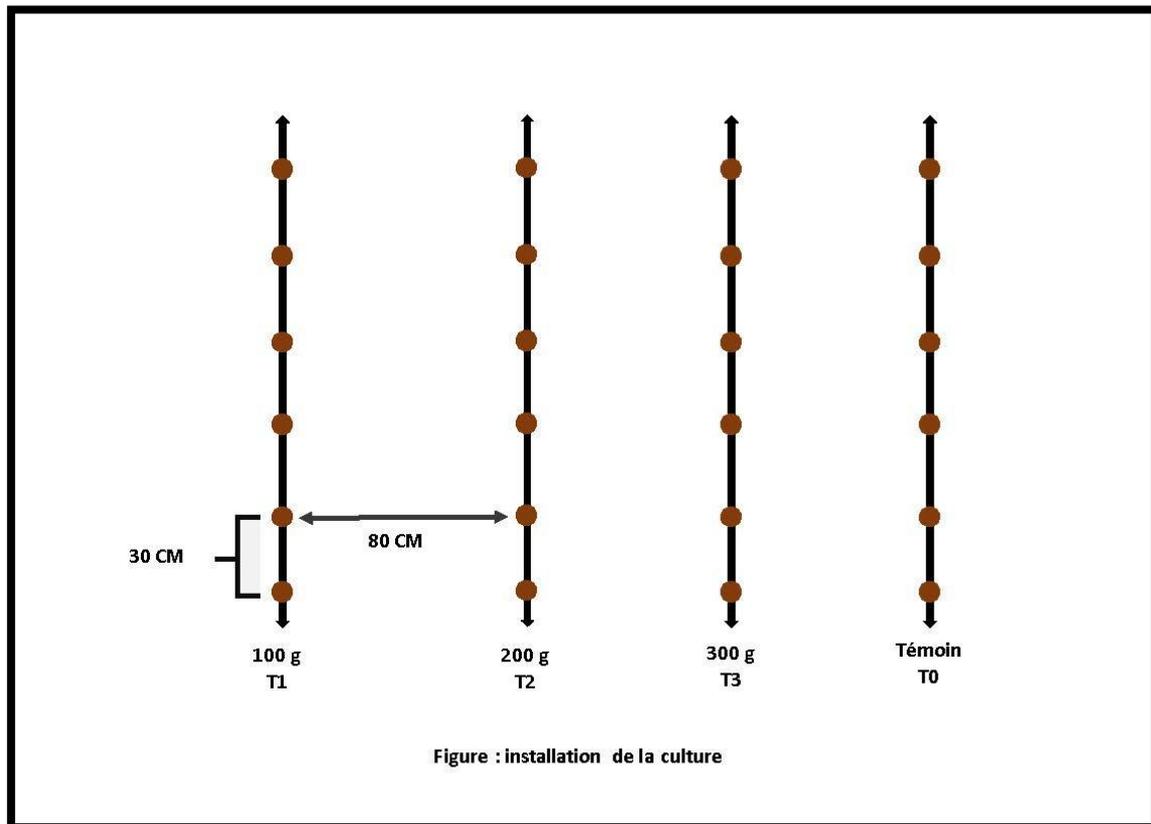
Figure N°14 : Préparation du compost (Bourtal zaraat ,2023)



Figure N°15 : l'eau de purin (Bourtal zaraat ,2023)

Lors de la préparation du compost, nous utilisons un ratio de division par sachet. Chaque sachet contient une dose de compost. les doses de compost nécessaires pour chaque panneau ou traitement (sans compost)

1. Premier panneau : T1 (100g) de compost (6sachets)
2. Deuxième panneau : T2 (200g) de compost (6sachets)
3. Troisième panneau : T3 (300g) de compost (6sachets)
4. Quatrième panneau : T0 (témoin) sans compost.



FigurN°16 : montre Installation de la culture de tournesol contient quatre ligne chaque ligne contient six plante la distance entre plante 30cm la distance entre les lignes 80 cm



Figure N°17 : installation de panneau(Bourtal zaraat ,2023)

III.4.Méthodes de travail

III .4.1. Exigences du Tournesol

III .4.1.1. Climat

- Pluviométrie : ≥ 500 mm,
- Il est sensible à la chaleur excessive et sèche, et résiste au froid,
- La température idéale pour la germination varie entre 6 et 10 °C,
- La somme des températures exigée pour le tournesol jusqu'à maturité est de 20.00°C pour les variétés précoces et de 30.00°C pour les variétés tardives.

III 4.1.2. Sol

Le tournesol est réputé pour être une plante exigeante des terres profondes et riche matières organiques Il s'accommode aux sols profonds argilo sableux et aux terres d'alluvions. Il préfère les sols neutres ou légèrement alcalins : 6.5 à 8.

- Les sols mal drainés, trop légers, calcaires et peu profonds sont à éviter.

III.5. Méthodes de travail

III 5.1. Assolement - rotation

Le tournesol est une très bonne tête de rotation, il libère tôt le sol et le nettoie (plante binée et étouffante).

III .5.2. Travail du sol

- Le tournesol a une racine pivotante se caractérisant pas une sensibilité aux obstacles (semelle de labour, tassement, obstacles...).
- Faire un labour de 30 à 40 cm, avec la charrue à disques ou à socs,
- Reprise du labour avec le coover crop ou le cultivateur,
- Préparation du lit de semences avant le semis à la herse.
- Fumure de fond - Incorporer 60 à 90 u/ha de phosphore et 50 à 200 u/ha de potassium.
- Période de semis Elle varie selon les différentes zones agro-écologiques.
- La règle à observer est de n'entamer le semis que lorsque la température du soi est supérieure à 6°C. En général, la date de semis s'étale de février dans les zones subhumides jusqu'au mois de mars dans les zones semi-arides (date limite).
- Le ph de sol= entre 7.3 a 7.8

III.5.3. Semis

- **Dose de semis** : 5 à 10 kg/ha selon le type de semoir. -5 à 6 kg/ha avec un semoir de précision (monograine) -8 à 10 kg/ha avec un semoir à céréales
- Pour les semis tardifs ou en sol desséché en surface, augmentez la dose de 20%.
- Écartement entre les graines de 30 à 40 cm - profondeur de semis : 4 à 5 cm
- La variété utilise blanche de Tunisie
- quatre ligne chaque ligne contient six plantes de tournesol (trois ligne contient différent dose de composte (T1=100g), (T2=200g), (T3=300g) et To sans traitement.
- La distance entre plants est de 30 cm La distance et entre lignes est de 80 cm

(**FigureN16**)



**Figure N°18 : présente
le semis le 4 avril 2023**



**Figure N°19 : grain de tournesol
la variété blanche Tunisie**

III.5.4. Irrigation

Irrigation goutte à goutte avec une dure d'irrigation de 20 min=500ml (**FigureN°09**)



Figure N°20 : Irrigation goutte à goutte

III.5.5. Roulage

Après semis, en conditions sèches (sol non humide).

III.6.Suivi de la culture

III.6.1. Fertilisation azotée

92 u/ha, fractionnés en 1/3 au semis et 2/3 au binage.

III.6.1.1. Entretien

Contre les mauvaises herbes :

- Intervenir par l'utilisation des herbicides du semis à la levée et compléter par un

III.6.1.2. Binage.

- **Binage** : opération qui s'effectue avec la bineuse et consiste à retourner légèrement la terre et couper les racines des mauvaises herbes qui se trouvent entre les lignes. - En fonction de l'état du sol et l'évolution des mauvaises herbes on peut effectuer 2ou 3 passages de bineuses. Contre les maladies et les insectes
- Utiliser des fongicides et des insecticides appropriées.



Figure N°21: le désherbage manuel (Bourtal zaraat ,2023)

III.6.1.3.Besoins en eau : Le tournesol résiste à la sécheresse, il a des besoins en eau faibles avant l'apparition des boutons floraux, mais deviennent importants dès l'apparition du bouton floral jusqu'au stade remplissage du grain (cette période connaît une très grande activité physiologique, c'est la période de reproduction) (**Figure 09**) et (**annexe Bulletin d'analyse l'eau**)

Les besoins en eau Selon ITGC

- 160 à 180 mm au stade début floraison 70 mm au stade fin floraison.
- 200 à 230 mm pendant le remplissage des grains

Après que les plants de tournesol ont atteint le stade de développement avec 6 feuilles, nous avons entrepris l'application de différentes doses de compost en effectuant une sélection aléatoire des plants. Les distributions suivantes ont été réalisées :

- Un groupe de six plants de tournesol a reçu une dose de (T1) 100 g de compost.
- Un groupe de six plants de tournesol a reçu (T2) 200 g de compost.
- Un groupe de six plants de tournesol a reçu une dose de (T3) 300 g de compost.
- Un groupe de six plants de tournesol c'est un témoin(T₀), sans application de compost, afin de les comparer avec les autres doses (traitements).

Cela nous permettra de recueillir des données comparatives sur l'effet du compost sur la croissance et le développement des plants de tournesol.



Figure N°22 : l'application de compost (Bourtal zaraat,2023)

Partie IV

Résultat et discussion

Chapitre I

Résultat et discussion

I.1 Résultats

Le présent travail consiste à étudier l'effet de différentes doses de compost avec le témoin T0 ; les différentes doses sont comme suites.

T0 sans traitement

T1 100 grammes de compost.

T2 200 grammes de compost.

T3 300 grammes de compost.

Le compost a été préparé au sein de la station de l'ITGC.

L'étude a été réalisée au niveau de la ferme de démonstration des grandes cultures dans une parcelle en plein champ sur une variété de tournesol.

Pour chaque traitement un nombre de six plants par ligne a été mis en essais.

I.1.1. Développement de la plante

Des mesures de la longueur de la tige principale et la longueur des feuilles dans chaque traitement et après chaque semaine ont été noté afin de voir l'effet des différentes doses de compost apporter aux différentes lignes de la culture de tournesol, soit de la date du 08 mai 2023 jusqu'au 05 juin 2023.

I.1.2. Effet du compost

Après la levée des plants et après un premier amendement le 08 mai 2023 avec différentes doses indiquées au par avant nous avons obtenu les résultats suivants :

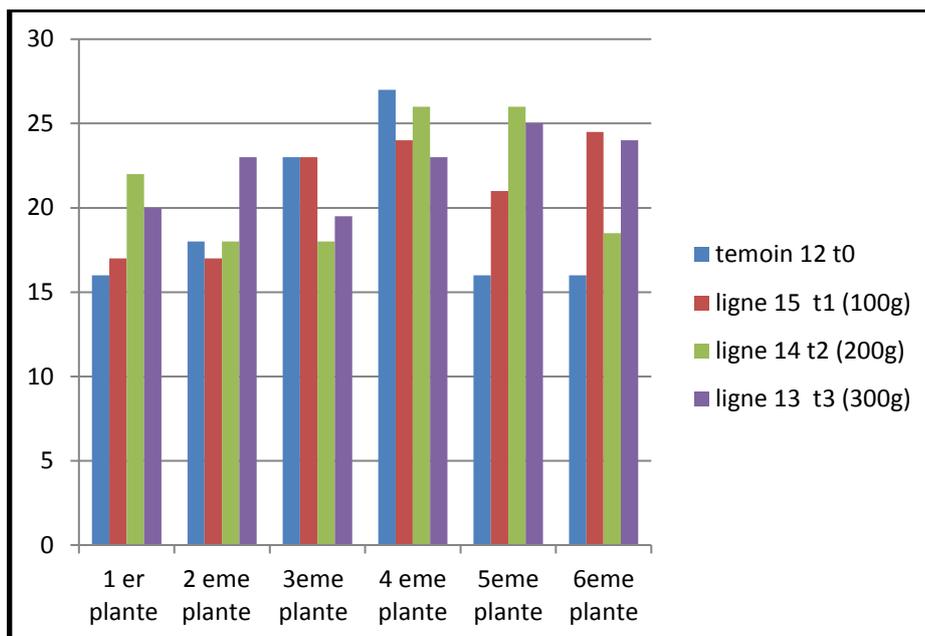


Figure N° 23 :Longueur de tige

Nous remarquons sur la (Figure 23) que la tige du premier plant de la culture de tournesol avec la dose de 200 Grammes est supérieure aux autres traitements plant 1,4 et 5, alors qu'en deuxième plant le T3 et supérieure aux autres.

En troisième plant le T0 et le T1 sont égale, la longueur des tiges est égale, en quatrième plant les tiges de T0 et T2 sont presque égale.

En cinquième plant la tige de T2 et T3 sont presque égale par rapport aux deux autres traitements, alors que pour la tige du sixième plant montre que le T1 est presque égale au T3.

Alors on peut déduire que le T3 est à 50% efficace par rapport aux autres traitements, c'est à dire que la dose de 200 grammes à bien développer la tige de la culture de tournesol en premier plant, alors que le témoin reste à 20%.

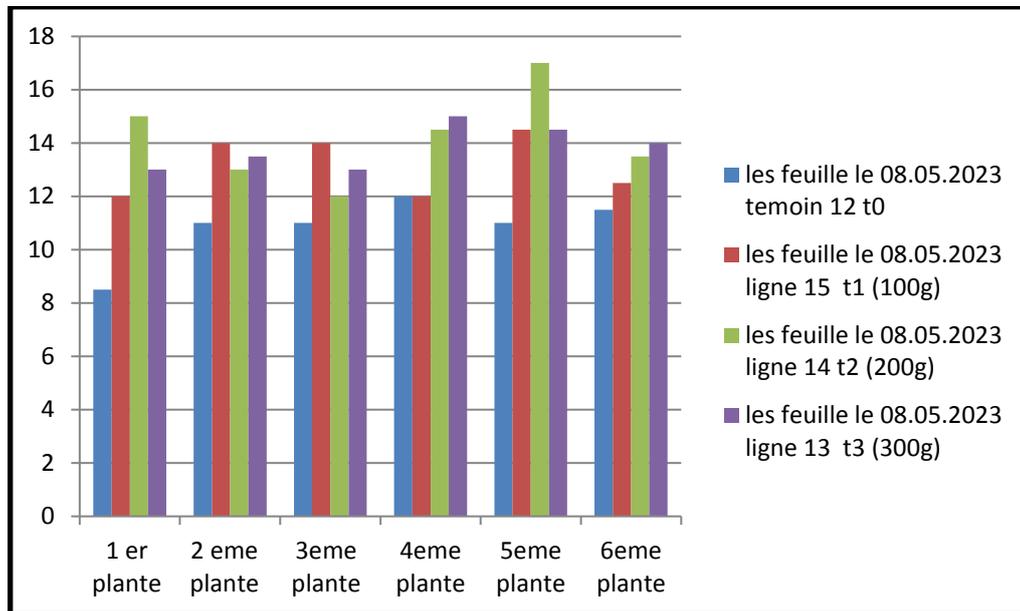


Figure N°24 :Longueur des feuilles

D'après la Figure 24 la dose de 200 grammes de compost soit le T2 apparait la plus efficace en terme de longueur de feuille par rapport aux autres traitements, en plant n° 1,4 et n°5, le traitement T0 et le plus faible, le traitement T1 apparait efficace en trois plant soit le plant 2,3 et 5, donc on peut conclure est dire que le traitement T2 est à 50% efficace comme dose soit pour la tige ou les feuilles.

En date du 15 mai les résultats obtenus étaient comme suite :

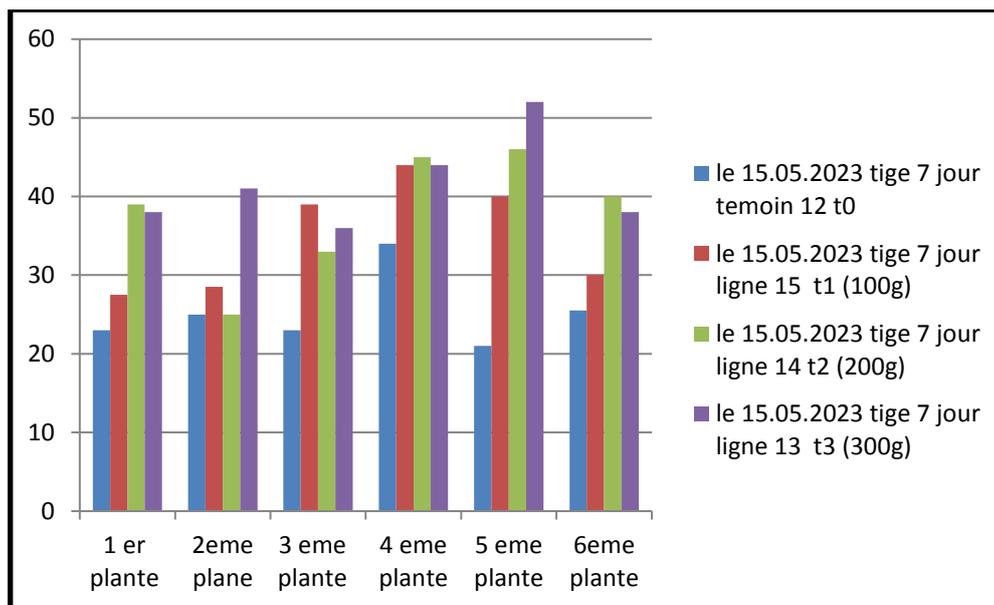


Figure N°25 : Longueur de tige

Nous remarquons toujours que le traitement n°2 soit T2 domine en plant 1,4, et 6 alors que le T0 est toujours inférieure aux autres traitements, le T3 en plant 5 es supérieure aux autres plants en longueur de tige, il domine en trois plants soit 2,4 et 5 supérieur à40 cm, en plant n°4 ,T2 et T3 sont presque égaux, donc le traitement qui reste presque le plus efficaceT2en quatre plant 1,4,5et 6.

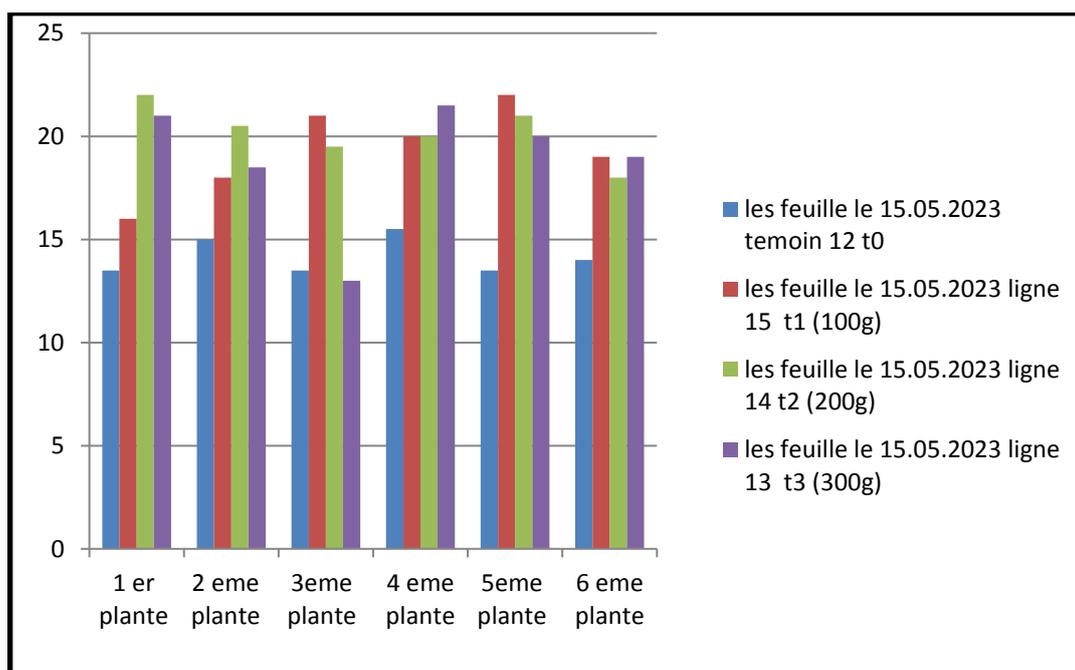


Figure N° 26 : Longueur des feuilles

Le résultat obtenu en période du 15 mai 2023 montre toujours une dominance du traitement T2 en dose de 200 grammes comme amendement aux différentes plantes concernant la longueur des feuilles et ceci est observable au tableau n° 03 et à la **Figure 26**, ou on distingue la dominance en plant 1, alors quelle est presque équitable avec T1 en plant 4, et 6, alors que T0 est inférieure aux autres traitements

Donc en conclusion en date du 15 mai 2023 le traitement T2 est le meilleur apport aux différentes plantes.

Concernant les résultats obtenu en date du 22 mai 2023 sont comme suit pour les tiges et les feuilles.

Nous remarquons que les mesures sont en croissance continue ce qui indique que les plants sont en développement continue par rapport à la date du premier apport des différentes doses de compost, ceci nous ramène à dire que le cycle végétatifs des plantes suit son développement le plus normalement sans être bloqué c'est-à-dire de 40 cm à 97 cm toutes les conditions sont favorable.

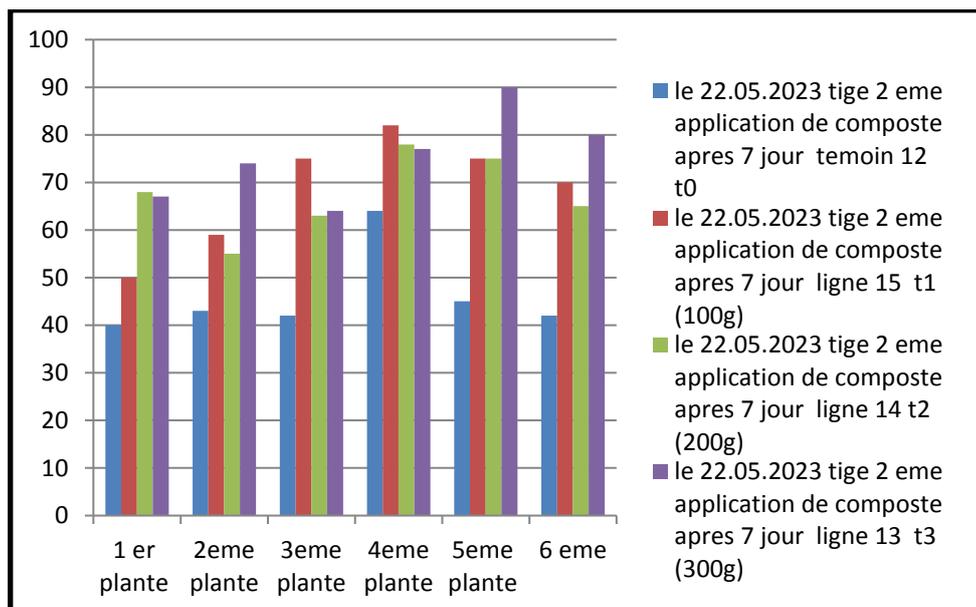


Figure N° 27: Longueur de tiges

La **Figure N° 27** nous montre les résultats suivant :

Le traitement T3 en cinquième(5) plant donne des tiges longues allant jusqu'à 90 cm ainsi qu'en plant 6, il est entre 60 et 80cm en plant 1,2,3 et 4 le T0 est en majorité inférieur 45 cm sauf pour la plant 4 , le T2 maintien toujours presque ca place entre 55 et 80 cm, alors que le T1 à 100 grammes par dose est à plus de 80 cm en 4^{eme} plant.

Nous en date du 22 mai la taille des feuilles a pris une ampleur par rapport aux dates passées allant de 15 cm à 26.5 cm.

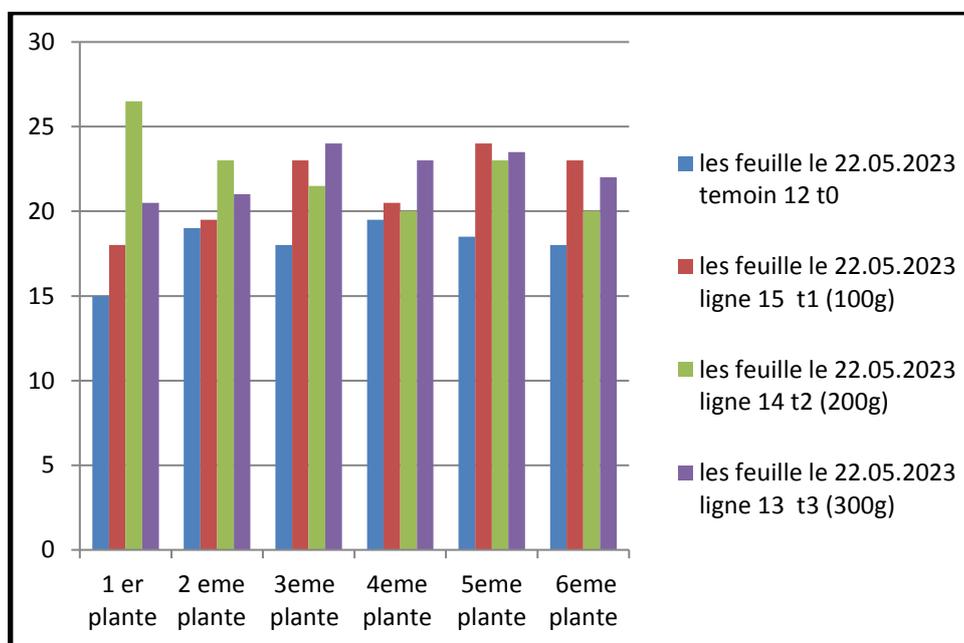


Figure N° 28: Longueur des feuilles

Nous remarquons que le T2 maintien ça position en longueur de feuille la plus grande par rapport aux autres traitements, en plan 1,2 et 5.

Le traitement T3 en dose de 300 grammes est aussi en dominance ainsi que le T1, le T0 est toujours inférieur ce qui indique que l'apport d'engrais naturelle a un effet sur le développement des plantes.

En conclusion durant la date du 22 mai on peut dire que la dose de T2, T3 et T1 en décroissance sont efficaces pour le développement des tiges et des feuilles de la culture de tournesol.

Tableau N°02 : Longueur de la tige

	Témoin 12 T0	Ligne 15 T1 (100g)	Ligne 14 T2 (200g)	ligne 13 T3 (300g)
1 ^{er} plante	59	76	96	98
2 ^{-ème} plante	67	97	86	114
3 ^{ème} plante	65	101	100	100
4 ^{ème} plante	94	121	110	115
5 ^{ème} plante	74	106	111	128
6 ^{ème} plante	60	90	100	120

En date du 25 mai 2023 des mesures sur la tige et les feuilles ont été faites, car ces mesures sont notées chaque quinze jours après l'apport des différentes doses de compost, nous avons remarqué que le développement des plants de tournesol selon les notations au tableau n° 06 indique une croissance continue de la culture de tournesol, allant de 60 cm en T0 atteignant les un mètre vingt huit cm (soit 1.28 m) en T3, donc l'apport a un effet positif sur les plants de tournesol.

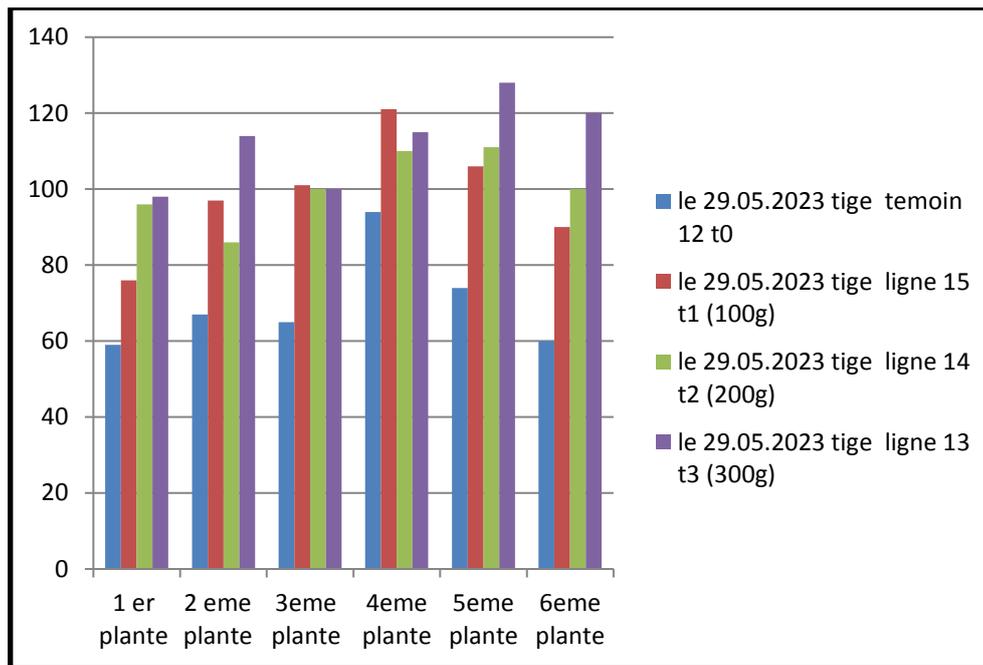


Figure N°29 :Longueur de tige

Les histogrammes en **Figure n° 29** montrent les résultats suivants :

Le traitement T3 (dose de 300 grammes) en plant 2, 5 et 6 montre une croissance importante par rapport aux autres traitements avec un pourcentage de 50 % de dominance sur l'ensemble des plants testés. Le traitement T1 en plant 4 lui aussi montre une croissance de tige allant jusqu'à 1.20 m, le traitement T2 la mesure des feuilles est supérieur en plant 5, 1 et 6 aux autres traitements, il est égale en plant 3 et inférieur en plant 2. Le traitement T0 puisqu'il n'a pas reçu de dose de compost, il est inférieur en mesure des feuilles par rapport aux autres traitements, ce qui est normal.

En conclusion le traitement T3 et T2 en mesure de feuilles avec des doses de compost sont les plus fiable par rapport aux autres traitements.

Tableau N° 03 : Longueur de tige

	Témoin 12 T0	Ligne 15 T1 (100g)	Ligne 14 T2 (200g)	Ligne 13 T3 (300g)
1 ere plante	59	113	142	139
2eme plante	104	149	131	160
3eme plante	105	174	146	144
4eme plante	103	140	170	160
5eme plante	60	120	140	170
6eme plante	70	100	150	175

En dernière mesures et après apport de doses a différents périodes on a constaté que certaines plants on pu atteindre une au hauteur de 1.75 m ce qui montre l'efficacité des apports de compost qui a été préparé minutieusement en période adéquat en fonction du climat et le respect de toutes les conditions pour son fermentation et la dégradation de matière verte qui est l'ortie riche en éléments nutritif selon les différentes bibliographie.

Le **Tableau n° 03** donne comme résultats la longueur de tige qui montre une croissance intéressante pour la plante de tournesol, atteignant la hauteur de 1.75 m pour le traitement T3 dose de 300 grammes.

en dose T3 les mesures enregistrées sont les plus importante allant de 1.39 m à 1.75 m par rapport aux mesures de tige traité avec le T2 allant de 1.31 m atteignant le 1.70 m. Le traitement sans compost T0 montre une croissance de tige faible allant de 0.59 m à 1.05 m, mesure qui est plus diminuer par rapport aux plants traités avec un fertilisant naturel qui est le compost avec des doses variées de 100 grammes à 300 grammes.

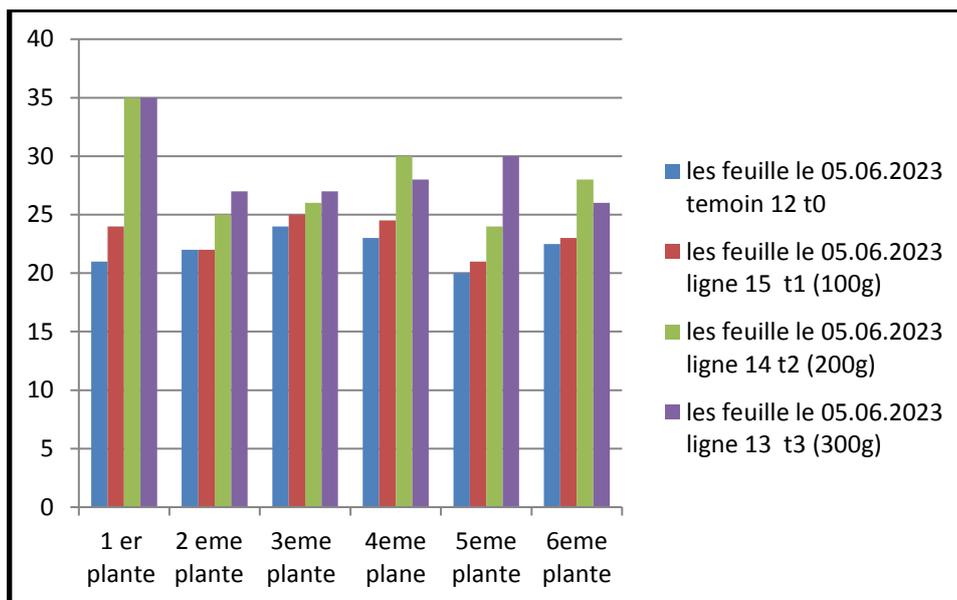


Figure N° 30 : Longueur des Feuilles

Le plant n°1 en histogramme de la **Figure n° 30** montre et les résultats en date du 05 juin 2023, que la mesure de la feuille des plants traités avec les doses du traitement T3 et T2 sont égaux en hauteur, alors qu'en plant 4 le T2 est supérieur en mesure de tige par rapport aux autres plants, le T0 est inférieur aux autres traitements sauf pour le plant 2.

Seule la dose de 200 grammes et 200 grammes donne de bon résultat pour le développement des plantes de la culture de tournesol.

En conclusion générale nous disons que le traitement T2 et T3 sont très efficace pour le développement des feuilles et la hauteur de la tige.

Chapitre II

II. 1.Résultat statistique

II.1.1. Analyse de la variance

II.1.1.1. Caractère longueur de la tige

Les mesures du caractère longueur de la tige de la culture de tournesol en fonction de différentes doses de composte sont reportées dans le tableau 1 et l’histogramme (**Figure**)

Tableau N° 04 :Les différentes doses de composte (tige).

Dose	Longueur de la tige
T0	48,78333
T1	61,28333
T2	74,75000
T3	81,61667

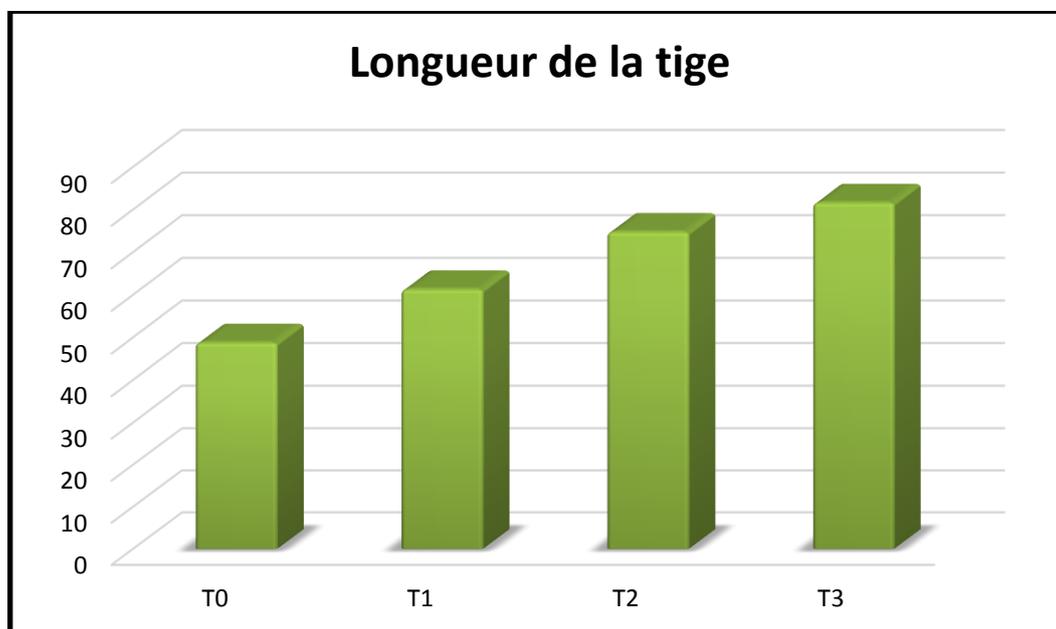


Figure N°31:L’ histogramme de longueur de tige

Le caractère longueur de la tige à fait l’objet d’une analyse de la variance à un facteur par le logiciel Statistique 10.2. Le résultat de cette analyse est montré dans le tableau suivant.

Tableau N° 05 : Résultat analyse de longueur

	SC	Degré. De Liberté	MC	F	p
Traitement	551529,1	4	137882,3	84,19875	0,00
Erreur	189959,4	116	1637,6		

Cette analyse se révèle statistiquement significatif. En conséquent, une comparaison multiple de moyennes selon la méthode de Newman-Keuls est effectuée. Les résultats de cette comparaison sont présents dans le tableau suivant

Tableau N° 06 : Les résultats comparaison de longueur de la tige .

Traitement	Longueur de la tige	1	2
T0	48,78333		****
T1	61,28333	****	****
T2	74,75000	****	
T3	81,61667	****	

Les résultats de cette dernière montrent l'existence de deux groupes de moyennes ; et que les doses T2 et T3 donnent des longueurs de tige différentes de ceux obtenus par la dose témoin T0. La dose T1 présente une moyenne intermédiaire qui fait chevaucher les deux groupes.

II.1.1.2. Le caractère longueur de feuille

Les longueurs de feuille de la culture de tournesol en fonction de différentes doses de composte sont reportées dans l'histogramme (**Figure 31**) .

Tableau N° 07: Les différentes doses de composte (feuilles).

Traitement	Longueur de feuilles
T0	16,81667
T1	19,85000
T2	21,66667
T3	21,80000

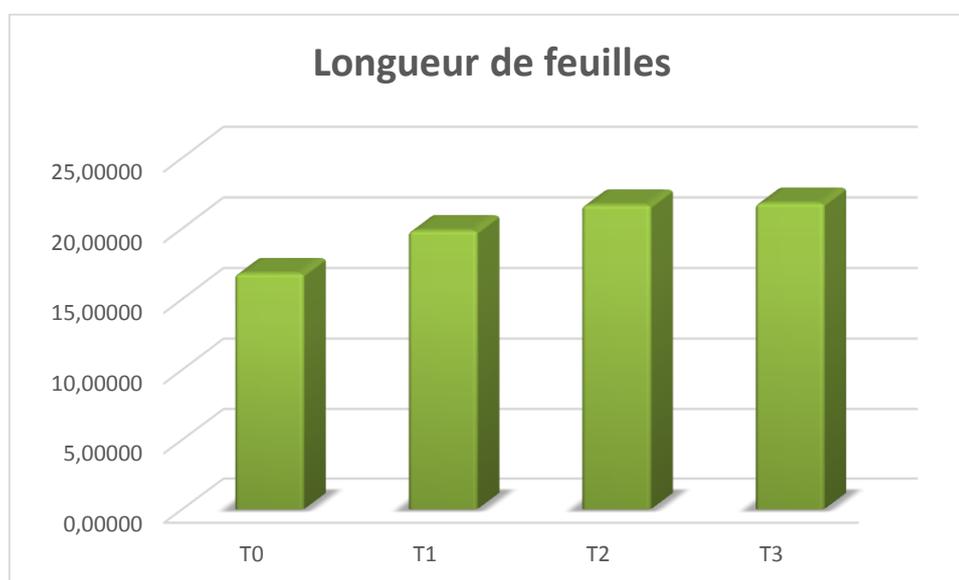


Figure N°32 :L’histogramme de longueur des feuilles .

Le caractère longueur de feuille à également fait l’objet d’une analyse de la variance à un facteur par le logiciel statistique 10.2. Le résultat de cette analyse est montré dans le tableau suivant.

	SC	Degré. de	MC	F	p
Traitement	48645,22	4	12161,30	513,4932	0,00
Erreur	2747,28	116	23,68		

L'analyse de la variance du caractère longueur de feuille s'est également révélé significatif. Une comparaison multiple de moyennes selon la méthode de Newman-Keuls est effectuée. Les résultats de cette comparaison sont présents dans le tableau suivant

Tableau N° 08 : Les résultats comparaison de longueur de feuille .

Traitement	Longueur de feuilles	1	2
T0	16,81667		****
T1	19,85000	****	
T2	21,66667	****	
T3	21,80000	****	

Cette comparaison multiple de moyennes dévoile l'existence de deux groupes de moyennes distantes. Les doses T1, T2 et T3 forment un même groupe donnent des longueurs de tige différentes de ceux obtenu par le témoin T0.

Chapitre III

III.1. Discussion

III.1.1. Effet de la dose du compost sur la partie aérienne de la plante

L'impact des différentes doses de compost surtout après la deuxième application sur l'expansion foliaire et la longueur de la tige est plus marqué, avec une augmentation de la longueur de feuilles et de la tige comme le montre la figure N°08,09,10 et 11, ceci est dû à l'apport d'un compost mur et la bonne décomposition de la matière (voir l'analyse du compost), car il regorge d'éléments minéraux directement assimilables par les plantes de tournesol

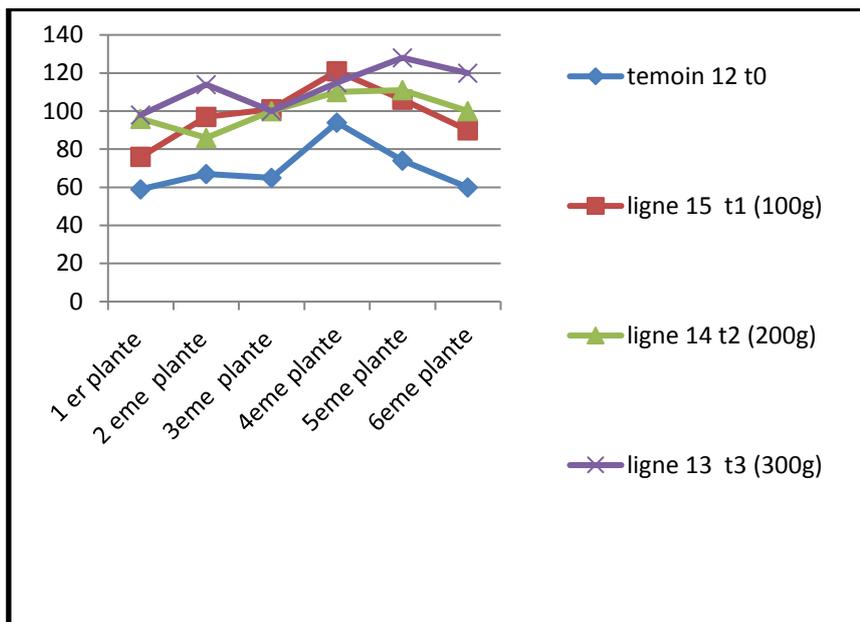


Figure N° 33 : longueur de la tige

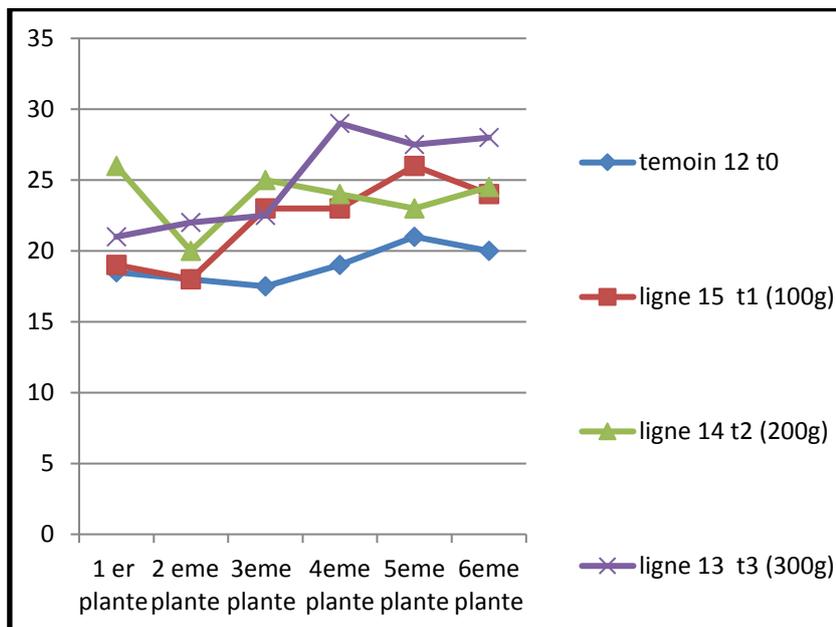


Figure N° 34 : longueur des feuilles

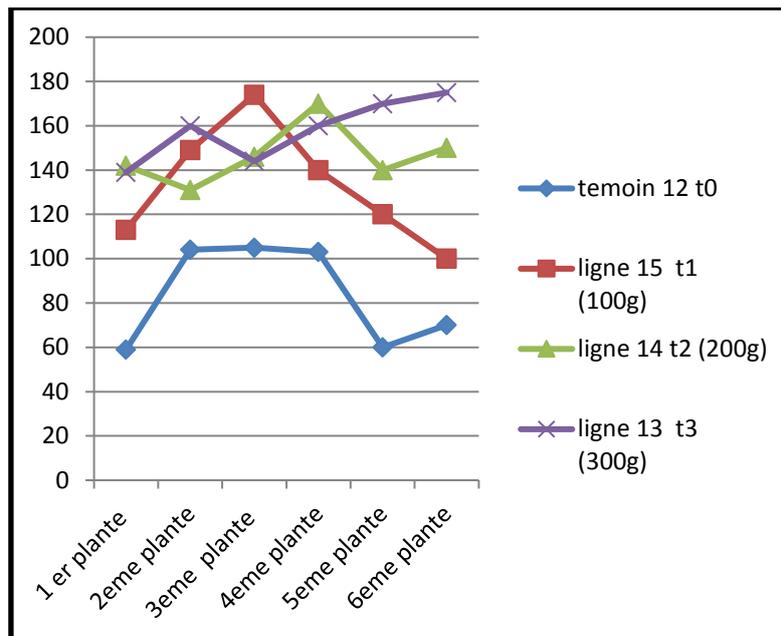


Figure N° 35 :Longueurs de tige

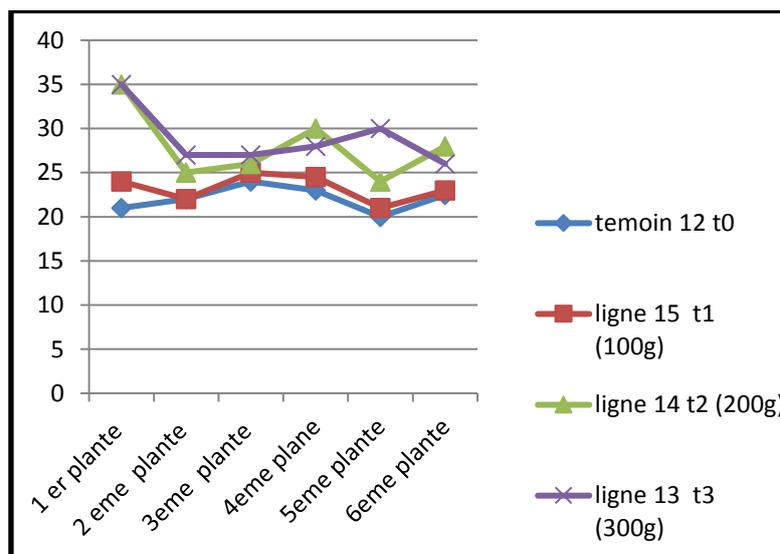


Figure N° 36:Longueur des feuilles

Partie IV : Résultat et discussion

La dose de compost de T2 et T3 respectivement 200 grammes et 300 grammes affecte positivement la surface foliaire et la longueur de tige.

Le traitement T0 sans compost montre un faible développement des plantes sur les figures citer au par avant est ceci au faible d'éléments nutritifs qui sont en sol, épuisement da la matière organique existante en sol.

CONCLUSION

CONCLUSION

Le suivi de fertilisation qui a été réalisé à la station des grandes cultures de la wilaya de Sidi Bel Abbès (ITGC) sur les différentes doses de compost (T1=100g ; T2= 200g ; T3= 300 g et T témoin sans fertilisation), l'ensemble des performances de la culture de tournesol sur son potentiel de rendement en fertilisation naturelle n'est donc pas connu. En effet, la culture de tournesol devra encore être étudiée pendant plusieurs années, afin d'identifier son potentiel en rendement avec un compost spécifique et des doses bien définies, car notre essai c'est un travail préliminaire qui ouvre d'autres perspectives pour d'autres recherches en fertilisation naturelle.

Néanmoins, l'essai réalisé à la station des grandes cultures de Sidi Bel Abbès a démontré des effets significatifs sur les facteurs étudiés (longueur de tige et longueur des feuilles). Une croissance de la tige et des feuilles a été observée le long de la période des amendements de compost allant de T0, T1, T2 à T3, les résultats se sont révélés positifs tout au long des notations prises chaque semaine, les histogrammes obtenus le montrent clairement en termes de développement de la culture, par rapport au témoin sans compost.

Du point de vue amendement en différentes doses de compost apporté à la culture de tournesol, les résultats sont prometteurs, surtout pour la dose T2 et T3. C'est pourquoi, dans le futur il serait intéressant de préparer d'autres composts avec d'autres déchets animaux et appliquer d'autres doses de fertilisation car la culture change les sols changent et la chose la plus intéressante ; le contexte climatique étant actuellement en plein changement.

En outre, les outils utilisés pour effectuer tout le processus de fermentation, dégradation et décomposition des éléments mélangés n'étaient pas représentatifs des modèles utilisés en agro-industrie.

Pour conclure, l'objectif général de ce travail est d'aider au développement de la filière du tournesol est d'avoir des rendements si élevés avec un fertilisant naturel, non polluant qui est le compost. Il ouvre à présent de nouvelles perspectives pour de futurs essais, qui devraient permettre de donner des indications aux futurs agriculteurs et entrepreneurs voulant se lancer dans cette nouvelle filière agricole qui est la préparation d'un fertilisant naturel « Le compost ».

Références Bibliographique

Références Bibliographique

- Ayerdi Gotor A. (2008). Etude des variations des teneurs et de la variabilité des compositions en tocophérols et en phytostérols dans les akènes et l'huile de tournesol (*Helianthus annuus* L.) Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, France. 196p.
- Blackman, S. A., Obendorf, R. L., & Leopold, A. C. (1992). Maturation proteins and sugars in desiccation tolerance of developing soybean seeds. *Plant Physiology*, 100(1), 225-230.
- Dupont, C., & Bessou, C. (2019). Environmental impacts and cost-benefit analysis of biofuels. In *Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems* (pp. 89-123). Springer, Cham.
- Ebrahimi A. (2008). Contrôle génétique de la qualité des graines chez le tournesol (*Helianthus annuus* L.) soumis à la sécheresse. Thèse de doctorat, Université de Toulouse, France. 177p.
- Fernández-Martínez, J. M., Pérez-Vich, B., Velasco, L., & Fernández-Martínez, J. (2009). Sunflower breeding for oil and non-oil uses: past, present, and future. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(4), 913-930. <https://doi.org/10.5424/sjar/2009074-1243>.
- J. J. Baudet, C. Ledermann, D. Rivaud, Matté is, L. Lot, F. Kay, P. Montigny ET UNIP. Des grains aux huiles et protéines végétales, Filière française des huiles et protéines végétales, PROLEA, Paris, 2012
- Giraud, H., & Laplace, D. (2009). Sunflower (*Helianthus annuus* L.). In *Genetic Improvement of Vegetable Crops* (pp. 281-318). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9699-9_9
- Gulya, T. J., & Rashid, K. Y. (Eds.). (2013). *Sunflower production and technology*. American Society of Agronomy.
- Linnaeus, C. (1753). *Species Plantarum*, Tomus II: 904. Holmiae: Impensis Laurentii Salvii.
- M. Philippe EVON, nouveau procédé de bioraffinage du tournesol plante entière par fractionnement thermo-mécano-chimique en extruder bi-vis : étude de l'extraction aqueuse des lipides et de la mise en forme du raffinat en

agromatériaux par thermomoulage, thèse de doctorat, Université de Toulouse, 2008

- Mirleau-Thebaud V. (2012). Effet des contraintes mécaniques du sol sur la limitation des rendements du tournesol. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, France. 282p.
- Moliterni, V. M. C., Cattivelli, L., Ranieri, A., & Giannino, D. (2019). Physiological and biochemical responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants to drought stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(22), 5579. <https://doi.org/10.3390/ijms20225579>
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. (2018). Etude sur la filière du tournesol en Algérie. Récupéré sur https://www.agriculture.gov.dz/pdf/Etude_fil_tournesol.pdf
- Nouri L. (2011). Identification de marqueurs physiologiques de la tolérance à la sécheresse chez le tournesol (*Helianthus annuus* L.). Thèse de doctorat, Université des Frères Mentouri Constantine, Algérie.
- Stevens, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since]. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.
- Sérieys H. (1993). Les voyages du tournesol. *La garance voyageuse*, 29, 13-17.
- Seiler, G. J., & Gulya, T. J. (Eds.). (2017). *Sunflower: Chemistry, Production, Processing, and Utilization*. AOCS Press
- Temagoult M. (2009). Analyse de la variabilité de la réponse au stress hydrique chez des lignées recombinantes de Tournesol (*Helianthus annuus* L.). Mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère en Biotechnologies Végétales, Université de Mentouri, Constantine, Algérie. 106p.
- Ademe, 2000. *La composition des ordures ménagères en France*. Ademe Editions, Paris, France.
- Ben Kheder M. (1998). Fertilisation Des Culture De Primeur. Journées d'information CFRA JEMMAL 9/101998. P 4-5.
- CRAAQ. Guide de référence en fertilisation, 2003b.
- FAO. 1980. *A manual of rural composting*. FAO/UNDP Regional Project RAS/75/004 Field Document No. 15. Rome.

- Hacala S. (1998). Le compostage du fumier en exploitation d'élevage. Recueil Des interventions du 15 decembre 1998. Paris. ACTA/ADEME/Ministère de L'Agriculture et de la Pêche : 28-43
- Hacala S., Farruggia A., Le Gall A., Pfimlin A. (1999). Le compost, mieux qu'un Engrais de ferme. Technipel editions, 12 pages. Halberg N. (1999). Indicators of ressources use and environmental impact for Use in a decision aid for Danish livestock farmers. Cité par ITAB (2001). Guide Des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001.
- Hokinck H.A.J. (1995). The Composting Process. Cité par ITAB (2001). Guide des Matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001.
- ITAB (2001). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001 p 22-23.
- ITAB (2001f). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001 p115-119.
- Inckel M, Peter DS, Tersmette T, Veldkamp T, 2005. La fabrication et l'utilisation du compost. Agrodok, 8. p 73.
- Golden B. (1986). Etude du processus de compostage du fumier de bovin. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université Libre de Bruxelles. Laboratoire de microbiologie, 136 pages+annexes
- Leclerc, 2001. Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains: influence de la nature des déchets et du procédé de compostage - recherche d'indicateurs pertinents.
- Leclerc B., George P., Cauwel B., Lairon D. (1995). A five year study on nitrate leaching under crops fertilized with mineral and organic fertilizers in lysimeters. Cité par ITAB (2001). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001
- Lorthios P. (1998). Hygénisation des fumiers d'ovins lors du compostage. Recueil des interventions du 15 decembre 1998. Paris. ACTA/ADEME/Ministère L'Agriculture et de la Pêche : 91-95
- Le Houérou B. (1993). Les dépôts de fumiers au champ : pertes en azote par Percolation des jus sous les tas. In Uget 13, Dossier Ruralité Environnement Développement. Luxembourg, 18 novembre 1992. P 73-83.

- Mustin et al., 1987. Le Compost, gestion de la matière organique.F. Dubuse. p 954.
- Manickam, T.S. 1967. Chemistry of fertilizers and manures. Coimbatore, India, Division of Soil Science and Agricultural Chemistry, Agricultural Research Institute.
- On-Farm Composting Handbook (NRAES-54) Guide sur le compostage élaboré par R. Rynk, 1992 <http://www.nraes.org/publications/nraes54.html>
- Ragdale J.V., Stasis P., Rudd M.J., Bradsha W. (1992). Mulch production from yardtrash. Biocycle. Cité par ITAB (2001). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001.
- Zohary, D., & Hopf, M. (2000). Domestication of plants in the Old World: The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley (No. 3). Oxford University Press.

Annexes

LABORATOIRE BOUZIDI D'ANALYSE DE LA QUALITE B.A.Q
AUTORISATION MINISTERIEL N°47 DU 17/01/2019

Analyses physico-chimiques et microbiologiques des eaux, Agroalimentaires, Produits Cosmétiques et Détergents

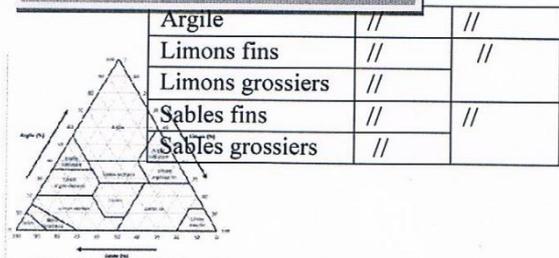


ANALYSE DE TERRE
 Bulletin d'analyse

Pour le compte du :
 DJIHANE BOURTAL ZARAAT
 Sidi Bel Abbes

Surface	Profil pro	commune	prélèvement	Prélevé le	Arrivée labo	Sortie labo
/	Préparation du Compost (le purin d'ortie -le fumier de ovin)	Sidi Bel Abbes	Le client	21/05/2023	21/05/2023	28/05/2023

ANALYSE GRANULOMETRIQUE



Analyse Chimique

Paramètres	Résultats	Références et méthode d'analyse
pH	7.55	ISO 10390 (1994)
Humidité	68.75 %	NF EN 12 880
La proposition Carbone / Azote	37.01	Calcul

MATIERE ORGANIQUE .C/N ET LE BILAN HUMIQUE

Paramètres	Résultats	Normes	Références et méthode d'analyse
M O %	28.01 %	2.30.-3%	XP U 44 - 162
Carbone %	16.28 %	1.3 %	calcul
Azote Total N%	0.44%	0.21 %	NF U 42- 191

ANALYSE NEMATOLOGIQUE

Nématode	Taux
nématodes	//

Les analyses nématologiques relevé // nématodes .

ELEMENTS MAJEURS

Paramètres	Résultats	Normes
P ₂ O ₅	236mg/kg	30 - 80 mg/ kg
K ₂ O	909mg / kg	150 - 300 mg/kg

- La Salinité

Déterminations	Résultats	Références et méthodes d'analyse
Conductivité	5220 µS/cm	ISO 11265 (1994)

	Résultat	Norme	Très Faible	Faible	Satisfaisante	Elevé
CEC meq/100g	//	//	[Bar chart showing CEC result in the 'Satisfaisante' range]			
Taux de Saturation %	//	//	[Bar chart showing Saturation % result in the 'Satisfaisante' range]			
Ca/CEC %	//	//	[Bar chart showing Ca/CEC % result in the 'Satisfaisante' range]			

N.B/ les Résultats d'analyse ne concerne que l'échantillon reçu.

La directrice du laboratoire
 Directrice du Labo.
 BOUZIDI . F



Tél : 07.75.59.04.65

Siège : 34, Cité 40 villa ou cité des cadres, Ain Temouchent.

Email: laboratoire.baq@gmail.com
 : laboasev@yahoo.fr

Bulletin d'analyse

Client : DJIHANE BOURTAL ZARAAT

SIDI Bel Abbès

Dénomination <i>Eau d'irrigation</i> <i>Paramètres demandés</i> <i>Par le client</i>	Type d'analyse <i>Physico-chimie</i>	Lieu de prélèvement <i>puits</i>	Reçu le <i>30/05/2023</i>	Observation <i>Echantillon prélevé</i> <i>par le Client .</i>
--	--	--	-------------------------------------	--

DETERMINATION	Ref, METHODE	RESULTAT
<i>conductivité électrique 20°C</i>	<i>NA 749</i>	<i>3150 µS/cm</i>
<i>Minéralisation</i>	<i>Calcul</i>	<i>2236 mg/l</i>
<i>PH à 20°C</i>	<i>NA 751</i>	<i>7.8</i>

Conclusion et interprétation : //

NB: Cette analyse ne concerne que échantillon reçu
Bulletin établi le 31/05/2023

La directrice du laboratoire



Tél : 07.75.59.04.65
Siège : 34, Cité 40 villa ou cité des cadres, Ain Temouchent.

Email: laboratoire.baq@gmail.com
: laboasev@yahoo.fr

	temoin 12 T0	ligne 15 T1 (100g)	ligne 14 T2 (200g)	ligne 13 T3 (300g)
1 ere plante	16	17	22	20
2 eme plante	18	17	18	23
3eme plante	23	23	18	19.5
4 eme plante	27	24	26	23
5eme plante	16	21	26	25
6eme plante	16	24.5	18.5	24

Annexes N° 01 Longueur de la tige

	témoin ligne 12 T0	ligne 15 T1 (100g)	ligne 14 T2 (200g)	ligne 13 T3 (300g)
1 er plante	8,5	12	15	13
2 eme plante	11	14	13	13.5
3eme plante	11	14	12	13
4eme plante	12	12	14.5	15
5eme plante	11	14.5	17	14.5
6eme plante	11.5	12.5	13.5	14

Annexes N° 02 Longueur de feuilles

Annexes N° 03 Longueur de feuilles

Plants	temoin 12 T0	ligne 15 T1 (100g)	ligne 14 T2 (200g)	ligne 13 T3 (300g)
1 er plante	23	27.5	39	38
2eme plane	25	28.5	25	41
3 -ème plante	23	39	33	36
4 -ème plante	34	44	45	44
5 -ème plante	21	40	46	52
6eme plante	25.5	30	40	38

Annexes N° 04 Longueur de la tige

	temoin 12 T0	ligne 15 T1 (100g)	ligne 14 T2 (200g)	ligne 13 T3 (300g)
1 er plante	13.5	16	22	21
2 eme plante	15	18	20.5	18.5
3eme plante	13.5	21	19.5	13
4 eme plante	15.5	20	20	21.5
5eme plante	13.5	22	21	20
6 eme plante	14	19	18	19

Annexes N° 05 Longueur des feuilles

	temoin 12 T0	ligne 15 T1 (100g)	ligne 14 T3(200g)	ligne 13 T4(300g)
1 ere plante	40	50	68	67
2eme plante	43	59	55	74
3eme plante	42	75	63	64
4eme plante	64	82	78	77
5eme plante	45	75	75	90
6 eme plante	42	70	65	80

Annexes N° 06 Longueur de la tige

	témoin 12 T0	ligne 15 T1 (100g)	ligne 14 T2 (200g)	ligne 13 T3 (300g)
1 ere plante	15	18	26.5	20.5
2 eme plante	19	19.5	23	21
3eme plante	18	23	21.5	24
4eme plante	19.5	20.5	20	23
5eme plante	18.5	24	23	23.5
6eme plante	18	23	20	22

Annexes N° 07 Longueur de feuilles

	temoin 12 T0	ligne 15 T1 (100g)	ligne 14 T2 (200g)	ligne 13 T3 (300g)
1 ^{er} plante	59	76	96	98
2 ^{eme} plante	67	97	86	114
3 ^{eme} plante	65	101	100	100
4 ^{eme} plante	94	121	110	115
5 ^{eme} plante	74	106	111	128
6 ^{eme} plante	60	90	100	120

Annexes N° 08 Longueur de la tige

	temoin 12 T0	ligne 15 T1 (100g)	ligne 14 T2 (200g)	ligne 13 T3 (300g)
1 ^{ere} plante	59	113	142	139
2 ^{eme} plante	104	149	131	160
3 ^{eme} plante	105	174	146	144
4 ^{eme} plante	103	140	170	160
5 ^{eme} plante	60	120	140	170
6 ^{eme} plante	70	100	150	175