

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques  
Département des Sciences Agronomiques

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du diplôme de  
**Master en Sciences Agronomiques**  
**Option Sciences du Sol**

### Thème

**Contribution à l'étude des effets de deux grignons d'olives  
sur les caractéristiques du sol et le développement de la  
culture de radis (*Raphanus sativus* L)**

Présenté par :

RESSAD Lisa & TOUMI Thiziri

Devant le jury composé de

M. MERROUKI K.	Maitre de conférences B.	Président
M. CHERFOUH R.	Maitre de Conférences A.	Promoteur
M. DAOUDI L.	Maitre-Assistant A.	Co-promoteur
M. BOUDJEMA S.	Maitre-Assistant A.	Examineur

Date de soutenance :26 /06 /2024.

## Résumé

Dans cette étude, notre objectif est de contribuer à la connaissance des possibilités d'introduction des grignons d'olives dans les substrats de cultures. Ceci participe à la mise en place d'une voie de valorisation des grignons d'olives dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Comme signaler dans plusieurs publications scientifiques, cette approche permet d'atteindre deux objectifs : l'un agronomique consistant à valoriser les différents éléments nutritifs que renferme les grignons tels que le carbone, l'azote, le phosphore, le potassium et divers micro-éléments ; l'autre est environnemental par la répartition plus large des grignons dans le milieu et aussi développement des alternatives d'élimination des grignons autres que celles qui sont pratiquées actuellement telles que l'incinération ou l'abandon sur les berges des cours d'eau et rivières.

L'expérimentation réalisée est basée sur l'évaluation des effets de deux (02) grignons d'une même huilerie située dans la commune de Makouda, l'un récent de la campagne actuelle et l'autre un peu plus ancien de la campagne précédente. Les paramètres choisis comme indicateurs des effets des différentes doses se sont intéressés aux variations qui puissent se produire au sein du sol, dans les eaux de drainage et le développement de la culture de radis. Les cinq (05) doses adoptées dans le protocole expérimental sont concrétisées par des proportions de grignons par rapport au sol dans la composition du substrat .

L'évaluation des variations au niveau des propriétés du sol indiquent que les apports de grignons induisent des effets qui sont fonction de la nature (ou l'âge) du grignon et de la doses appliquées.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour l'utilisation des grignons des huileries dans les pratiques agricoles durables. En exploitant ces résidus de manière adéquate, il est possible de valoriser leur potentiel agronomique, réduire les impacts environnementaux et contribuer à la préservation des ressources naturelles.

## Abstract

In this study, our objective is to contribute to the knowledge of the possibilities of introducing olive pomace into crop substrates. This contributes to the establishment of a way of valorizing olive pomace in the wilaya of Tizi-Ouzou. As reported in several scientific publications, this approach makes it possible to achieve two objectives: one agronomic consisting of valorizing the different nutrients contained in the pomace such as carbon, nitrogen, phosphorus, potassium and various micro-elements; the other is environmental by the wider distribution of pomace in the environment and also development of alternatives for the elimination of pomace other than those currently practiced such as incineration or abandonment on the banks of watercourses and rivers. The experiment carried out is based on the evaluation of the effects of two (02)

pomace from the same oil mill located in the commune of Makouda, one recent from the current campaign and the other a little older from the previous campaign. The parameters chosen as indicators of the effects of the different doses focused on the variations that can occur in the soil, in the drainage water and the development of the radish crop. The five (05) doses adopted in the experimental protocol are materialized by proportions of pomace in relation to the soil in the composition of the substrate.

The evaluation of variations in soil properties indicates that the contributions of pomace induce effects that are a function of the nature (or age) of the pomace and the doses applied.

These results open up interesting perspectives for the use of pomace from oil mills in sustainable agricultural practices. By exploiting these residues adequately, it is possible to enhance their agronomic potential, reduce environmental impacts and contribute to the preservation of natural resources.

# Remerciements

Nous tenons à remercier tout d'abord le Dieu tout puissant de nous avoir donné la force et le courage pour accomplir ce travail.

Une grande part de notre reconnaissance s'adresse à monsieur **CHERFOUH R** Maître de Conférences A et monsieur **DAOUDI L** Maître-assistant classe A à l'UMMTO pour leur encadrement très précieux, leur disponibilité, leurs conseils, qu'ils trouvent ici notre reconnaissance et notre respect.

Nos vifs remerciements vont aussi à **Mr MERROUKI K** qui malgré sa lourde charge pédagogique, a accepté de présider le jury.

Nous tenons également à exprimer mes sincères remerciements à Mr **BOUDJEMAS S** d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Nous remercions également **Mr KADI S A** pour nous avoir accueilli et ouvert les portes de laboratoire pour pouvoir utiliser leurs matériels, réaliser une partie de nos mesures et aussi sa gentillesse et sa disponibilité.

Nous tenons à remercier chaleureusement **Mme LOUNAS F** Ingénieur de laboratoire de science du sol pour son aide précieuse, son expertise et ses conseils avisés nous ont été d'une grande aide pour la réalisation de ce travail.

Notre gratitude va aussi à tous ceux qui ont contribué à notre formation, particulièrement à l'ensemble des enseignants du département d'Agronomie.

Nous remercions toute personne ayant participé de loin et de près à la réalisation de ce travail.



# Dédicace

*Je dédie ce mémoire de fin d'étude : À mes chers parents, Ma très* **Dédicace**

*Je dédie ce mémoire de fin d'étude : À mes chers parents, Ma très chère mère Malha qui m'a toujours apportée son amour et son affection, Mon père Ramdane qui m'a toujours encouragée, conseillée et soutenue dans mon travail, que dieu les gardes pour moi.*

*À mon cher frère Mohammed arezki et à mes sœurs Yamina et Melissa bien aimés, vous avez été mes complices, mes conseillers et mes sources d'inspiration tout au long de ce voyage. Votre soutien inébranlable et vos encouragements joyeux ont illuminé chaque étape.*

*À la mémoire de mon Grand-père Mohammed arezki, qui m'a transmis son amour du savoir et son goût pour le travail bien fait. Grâce à toi, j'ai appris la persévérance et l'importance de poursuivre ses rêves. Tu as toujours crû en moi, même lorsque j'en doutais moi-même. Je t'aime et j'oublierai jamais.*

*À Thiziri mon amie et ma binôme extraordinaire, Merci d'avoir partagé cette aventure professionnelle avec moi. J'ai adoré travailler à tes côtés, rire avec toi et apprendre de toi. Notre amitié a rendu ce projet encore plus spécial. Tu es une personne formidable, une binôme hors pair et une amie précieuse. Je suis reconnaissante de t'avoir dans ma vie.*

*À mes amis fidèles : Vanis, Boussad, anis, samir, rachid, vous avez été mes confidents, mes alliés et mes compagnes de joie tout au long de cette expérience. Votre soutien précieux on rendu ce voyage plus significatif et plus agréable.*

*À chacun de vous, ce mémoire représente non seulement une réussite personnelle, mais aussi la reconnaissance de l'amour, du soutien et de l'inspiration que vous m'avez apportés. Merci du fond du cœur pour votre présence dans ma vie.*

LISA

Dédicace

**À mon père hamid, tu as toujours été pour moi un père respectueux, honnête, grâce a toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension. Je t'aime papa et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.**

**À ma mère kalima, Ton amour inconditionnel et ta force infinie sont la fondation sur laquelle je me suis construite. Ta patience infinie, ton écoute attentive et tes encouragements constants m'ont portée à travers les moments difficiles. Ce travail reflète notre lien indéfectible et la profonde admiration que j'ai pour toi. Merci d'avoir toujours cru en moi, même lorsque j'en doutais moi-même.**

**À mon frère cherif et à son épouse sabrina,**

**Votre soutien enthousiaste et vos encouragements chaleureux ont été une source de réconfort et de motivation constante. Votre présence joyeuse dans ma vie a rendu chaque étape de ce parcours plus lumineuse. Ce mémoire est également le vôtre, en reconnaissance de votre amitié indéfectible et de votre soutien sans faille.**

**A la mémoire de mon grand-père " Toumi cherif " qui étais un brave homme, connu par sa gentillesse, sa bienveillance et son courage.**

**A la mémoire de mon grands père "ouafi Mohammed ", un pilier de la famille, qui a toujours étais là pour moi, élever, éduquer et aider à franchir mes premier pas dans la vie.**

**A mes grands-mères " si moussi Fatima" et " oubouzar Fatima" que je remercie infiniment pour leurs aides et leurs soutient pendant toute mes étude.**

**A mes oncles, tantes, cousin et cousine qui m'ont toujours pousser à aller très loin et à dépasser mes limites.**

**A mon binôme lisa que je remercie pour son sérieux, et notre bonne entente. A qui je souhaite une bonne continuation.**

**Enfin je ne peux passer outre ma reconnaissance envers mes amis, leurs présence, leurs écoute, leurs confiance en moi et leurs soutient constant m'assure des base solide me permettant de me persévérer et de me surpassé. Je cite « yanis touri » « yanis smail » « anis sadoun » « samir abbar » « rachid menseur »**

**Thiziri toumi.**

## Table des matières

Liste des tableaux.....	4
Introduction générale .....	2
Partie 1 : Généralité sur les sols.....	3
I.1.1. Définition du sol .....	3
I.1.2. Composition du sol .....	4
I.1.2.1 La phase solide.....	4
a)Fraction minérale .....	4
b)Fraction organique .....	4
I.1.2. 2.La phase liquide .....	5
I.1.2.3. La phase gazeuse.....	5
I.1.3. Type du sol .....	6
I.1.3.1. Sol sableux.....	6
I.1.3.2. Sol limoneux .....	7
I.1.3.3 Sol argileux.....	7
I.1.3.4. Sol humifère.....	8
I.1.4. Propriétés physique du sol.....	9
I.1.4.1. Texture du sol.....	9
I.1.4.2. Structure du sol .....	10
I.1.4.3. Porosité .....	10
I.1.4.4. Perméabilité .....	10
I.1.5. Propriété chimique du sol.....	11
I.1.5.1. pH du sol.....	11
I.1.5.2. Conductivité électrique (CE) du sol .....	12
I.1.5.3. Teneur en matière organique (MO).....	13
Partie 2 : Grignon D'olive .....	14
I.2.1 Introduction.....	14
I.2.2 Définition.....	14
I.2.3 Caractéristiques physiques .....	15
I.2.4 Caractéristique chimiques .....	15
I.2.4.1 Composition chimique des grignons .....	15
I.2.5 Leurs impacts sur l'environnement.....	17
I.2.6 Valorisation du grignon d'olive .....	17

Partie 3: Raphanus sativus.....	19
I.3.1. Introduction	19
I.3.2. Historique .....	19
I.3.3 Origine du Radis .....	20
I.3.4. Description.....	21
I.3.5. Taxonomie de Radis: Végétal.....	22
I.3.6. FICHE TECHNIQUE .....	22
I.3.6.1. DESCRIPTION.....	22
I.3.6.2. Exigences .....	22
I.3.6.3. Semis .....	22
I.3.6.4 .Cultures associees .....	22
I.3.6.5 Entretien.....	22
I.3.6.6. Recolte .....	23
I.3.6.7. Conservation .....	23
I.3.7. Techniques culturales et entretiens du radis .....	23
I.3.8. Date de plantation le radis .....	23
I.3.9. Variétés végétales de radis .....	23
I.3.9.1. RadisR.sativus var radicula.....	24
I.3.9.2. Radis R. sativus var niger .....	24
I.3.9.3 Radis R.sativus var longipinnatus .....	24
I.3.9.4. RadisR. sativus var mougri.....	25
I.3.9.5. RadisR.sativus var oleifera .....	25
I.3.10. Irrigation .....	25
I.3.11. Ravageurs et maladies du radis :.....	25
I.3.11.1. Maladies Clubroot .....	25
●Symptômes: .....	25
I.3.11.2. Ravageurs : Chenilles mangeuses de feuilles .....	26
Contrôle: .....	26
I.3.12. Désherbage dans les fermes de radis : .....	26
I.3.13. Meilleur moment pour planter des radis :.....	26
I.3.14.Préparation du terrain pour la plantation de radis .....	26
I.3.15. Conditions climatiques nécessaires à la culture du radis.....	27
II.1. Introduction .....	28
II.2. Matériaux utilisés .....	28
II.2.1 La terre végétale .....	28

II.2.2 Le grignon d'olive .....	28
II .2. 3 Matériel végétal .....	29
II.3. Méthodes d'expérimentation.....	29
II.3.1. Préparation du sol .....	29
II.3.2. Préparation du grignon d'olive .....	30
.....	31
II.3.3. Préparation des mélanges .....	31
II.3.4. Les tests effectués .....	32
II.3.4.1. Test de pré germination de tomate.....	32
II.3.4.2. Test de pré germination du radis .....	32
II.3.4.3. Test de germination.....	32
II.3.5. Remplissage des Alvéoles .....	33
II.3.6. Semi .....	34
II.3.7. Arrosage .....	35
II.4. Mesures et observations .....	35
4.1. La levée des semis.....	35
II.4.2. Le taux de survie.....	35
II.4.3. Mesure de la hauteur des plantules .....	35
.....	36
II.4.4. Nombre de feuilles.....	36
II.4.5. La biomasse aérienne et racinaire .....	36
II. 4.5.1. Poids frais de la plante .....	37
II.4.5.2. Poids sec de la plante .....	37
II.5. Les analyses physico-chimique .....	37
II.5.1. pH du sol .....	37
II.5.1.2. PH d'eau .....	38
II.5.2. Conductivité électrique .....	39
II.5 .3. Teneur en matière organique du sol.....	40
III.1. Effets sur les propriétés du sol .....	41
III.1.1. le pH du sol .....	41
III.1.2. La conductivité électrique .....	42
III.1.3. La teneur en matière organique.....	44
III.2. effet sur les propriétés des eaux de drainages .....	46
III.2.1. le PH des eaux de drainage .....	46

III.2.2. CE de l'eau de drainage.....	46
III.2.3. Corrélation pH-CE dans l'eau de drainage.....	47
III.3. la croissance des plantes de radis .....	48
III.3.1. Croissance en hauteur.....	48
III.3.2. Elongation racinaire.....	49
III.3.3. Nombre de feuilles produites.....	50

## Liste des figures

Figure 1:presentation du sol .....	3
Figure 2: Répartitions des constituants des sols .....	4
Figure 3 : sol sableux .....	7
Figure 4 : Le sol limoneux .....	7
Figure 5: le sol argileux.....	8
Figure 6: Sol humifère .....	9
Figure 7: La texture du sol .....	10
Figure 8: Variation globale du ph du sol.....	11
Figure 9: grignon d'olive.....	14
Figure 10 : plante de Radis ( Raphanus sativus L),aspect des feuilles, des tiges, des fleurs et des gousses (Base de Données Nomenclaturale de la flore de France ,2011).....	20
Figure 11 : Descriptive d'une fleur et un fruit cylindrique .....	21
Figure 12 : Sativus var niger .....	24
Figure 13: Sativus var longipinnatus .....	24
Figure 14: R.sativus var oleifera.....	25
Figure 15: Echantillon du sol .....	28
Figure 16: grignon récent .....	29
Figure 17: grignon ancien .....	29
Figure 18: Radis rose d'hiver de chine.....	29
Figure 19: Radis rond écarlate.....	29
Figure 20: préparation du sol.....	30
Figure 21: traitement thermique du grignon récent .....	30
Figure 22: séchage du grignon récent a l'air libre.....	30
Figure 23: traitement thermique du grignon ancien.....	31
Figure 24: séchage de grignon ancien a l'air libre .....	31
Figure 25: Test de prégermination de tomate.....	32
Figure 26: Test de pré germination et test de germination du radis .....	33
Figure 27: remplissage des alvéoles .....	34
Figure 28: le semi de la culture .....	34
Figure 29: illustration de la levée du semis .....	35
Figure 30 : illustration de la mesure de la hauteur de la plante .....	36
Figure 31: illustration de la mesure de la biomasse aérienne et racinaire.....	36
Figure 32: illustration de la mesure du Ph.....	38

Figure 33: Eau de drainage.....	38
Figure 34: illustration de la mesure de la conductivité électrique .....	39
Figure 35: four a moufle.....	40
Figure 36: PH-eau du sol à la mise en place de l'expérimentation .....	41
Figure 37: PH-eau du sol à l'issue de l'expérimentation .....	42
Figure 38: CE des grignon testés et des traitements à la mise en place de l'expérimentation .....	43
Figure 39: CE des traitements à l'issue de l'expérimentation .....	44
Figure 40 : Teneur en matières organiques des échantillons de sol et des grignons à la mise en place de l'expérimentation .....	45
Figure 41: Teneur en matières organiques des échantillons de sol et des grignons à l'issue de l'expérimentation.....	45
Figure 42: Ph de l'eau de drainage dans les différents traitements .....	46
Figure 43: corrélation ph-CE dans l'eau de drainage.....	48
Figure 44: Croissance des plantules de radis en fonction des traitements .....	49
Figure 45: Elongation racinaires des plantules de radis en fonction des .....	50
Figure 46: Nombre de feuilles émises par les plantules de radis en fonction des traitements .....	51

## Liste des tableaux

Tableau 1: Composition chimique indicative des différents types de grignons .....	16
Tableau 2 Caractéristiques des grignons bruts issus de divers procédés .....	16
Tableau 3: Caractéristiques du grignon.....	17
Tableau 4: Dénomination et composition des différents traitements .....	31
Tableau 5: nombre de graines germées .....	33
Tableau 6: Conductivité électrique des eaux de drainage dans les différents traitements ..	47

# INTRODUCTION GENERALE



L'olivier, arbre typique des régions sèches et chaudes, constitue une composante familière des pays du bassin méditerranéen et représente pour beaucoup d'entre eux une des principales cultures traditionnelles. **(Halet, 1999)**

Au niveau national, la surface oléicole est passée de 165.000 hectares en 2000 à plus de 300.000 hectares en 2012, avec plus de 25.500.000 arbres complantés, dont un peu plus de 16 millions en production **(MARD, 2016)**. Cette surface est répartie notamment sur les zones Est et Centre-Est du pays en particulier Béjaia, Tizi Ouzou, Bouira, Bordj Bou Arreridj, Sétif et Jijel, qui représentent ensemble à elles seules près des 2/3 de la superficie totale.

Actuellement, cette filière se concentre dans certaines wilayas comme Béjaia, Tizi-Ouzou et Bouira qui ont produit, à elles seules en 2011-2012, plus de 180000 hectolitres sur une superficie de 102 893 ha, soit 51% de la production nationale et environ 44% du verger national oléicole. Durant la campagne 2011/2012, la production oléicole Algérienne était de 45000 tonnes d'huile soit 1,45% de production mondiale. **(FAO, 2012)**.

L'industrie oléicole engendre en plus de l'huile comme produit principal, de grandes quantités de sous-produits (grignon d'olive et margines), résidus lignocellulosiques dont les effets nocifs dérivent en grande partie de leur contenu en polyphénols. La valorisation de ces résidus est devenue une nécessité pour éviter une pollution de plus en plus cruciale.

La valorisation du grignon d'olive présente de nombreux avantages environnementaux et économiques. Elle permet de réduire la quantité de déchets générés par l'industrie oléicole, de valoriser des ressources naturelles et de créer de nouveaux produits biosourcés. La valorisation peut se faire par production de biocombustibles, amendement pour l'agriculture, alimentation animale, fabrication de matériaux de construction, production de charbon actif, de papier et de carton...

L'abandon des grignons d'olive dans la nature, une pratique malheureusement courante dans certaines régions oléicoles, représente un risque environnemental important. Ces déchets, riches en matière organique, peuvent avoir des effets néfastes sur les sols, l'eau et la biodiversité. Le grignon, résidu de l'industrie oléicole, en raison de sa richesse en matières organiques et nutriments est une source potentielle pour l'amendement des sols agricoles.

La faible teneur en matière organique (MO) est une caractéristique commune des sols des régions méditerranéennes, un caractère contribuant à la dégradation et la limitation de la productivité (Chehab et al., 2019), ainsi que l'instauration d'une incapacité à assurer une production durable (Hemmat et al., 2010).

L'introduction du grignon dans la composition des substrats de cultures pour la production de plants constitue une opportunité intéressante pour le remplacement des substrats commercialisés. Des expériences ont été déjà conduites pour tester les effets de substrats de

cultures à base de grignons (Boussaidi et al. 2022). En termes pratiques, des questions pertinentes doivent être posées à savoir : le type de grignon, la proportion à utiliser, quels impacts que les propriétés du sol, quels effets sur la croissance des plantules.

L'objectif de notre travail de mémoire est d'apporter des réponses à certaines de ces questions. Pour ce faire, nous avons conduit une expérimentation on utilisant des grignons de deux campagnes oléicoles produits par une huilerie de la wilaya de Tizi-Ouzou. Pour mesurer la réponse au niveau du végétal, nous avons opté pour la culture du radis avec deux variétés

Le radis cultivé, *Raphanus sativus* (du latin radix, radicis, « racine, raifort », est une espèce de plante potagère, annuelle ou bisannuelle, de la famille des Brassicacées, principalement cultivée pour son hypocotyle charnu, souvent consommé cru, comme légume.

Le radis (*Raphanus sativus*), a été choisi en raison de son utilisation comme plante modèle pour les études toxicologiques en laboratoire de divers polluants (Forbes et al., 1997). De plus, l'utilisation de *Raphanus sativus* présente de nombreux intérêts : croissance rapide, biomasse importants et sensibilité aux métaux lourds (Khan et Frankland, 1983).

Au cours de ce travail de recherche, nous avons choisi d'étudier les effets de différents types de grignon sur le sol agricole et la plante du radis (*Raphanus sativus* L).

Notre travail est subdivisé en trois chapitres sont :

-chapitre I : présente une synthèse bibliographique qui retrace des généralités sur le sol en première partie, pour la deuxième partie on trouve les généralités sur le grignon d'olive et la troisième partie traite la plante *Raphanus sativus* L.

-chapitre II : matériel et méthode ou sont décrits le matériel utilisé, le protocole expérimental et les différentes techniques d'analyse.

-chapitre III : présente les résultats obtenus et une discussion de ces résultats.

Et on termine par une conclusion générale.

A decorative border resembling a scroll, with a dark blue outline and rounded corners. The top and bottom edges are slightly curved, and the left and right sides have small circular details at the top and bottom respectively, suggesting a rolled-up document.

# **Chapitre I**

## **Synthèse Bibliographique**

## Partie 1 : Généralité sur les sols

### I.1.1. Définition du sol

Le sol est la partie vivante de la géosphère, constituant la couche la plus externe de la croûte terrestre, résultant de l'interaction entre la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère. Il résulte de la transformation de la couche superficielle de la roche-mère, dégradée et enrichie en apports de matières organiques par les processus vivants de pédogenèse. Hors des milieux marins et aquatiques d'eau douce, il est ainsi à la fois le support et le produit du vivant. Le sol est aussi un des puits de carbone planétaires, mais semble actuellement perdre une partie de son carbone, de manière accélérée depuis au moins 20 ans. Il peut contenir et conserver des fossiles, (Marc-André, 2010) des vestiges historiques et les traces d'anciennes activités humaines.



**Figure 1: présentation du sol**

Le sol est vivant et constitué de nombreuses structures spatiales emboîtées (horizons, rhizosphère, macro- et micro-agrégats, etc.). Cette dimension fractale autorise la coexistence de très nombreux organismes de tailles très diverses et fait du sol un réservoir unique de biodiversité microbienne, animale et végétale. Il est nécessaire à la grande majorité des champignons, des bactéries, des plantes et de la faune. La biodiversité d'un sol est le fruit de l'action d'un ensemble de facteurs, naturels (par exemple pédogenèse) et anthropiques (occupation des sols, pratiques de gestion...) agissant sur de longues périodes.

Tous les sols qui prennent ou ont pris naissance à la surface de la lithosphère forment la pédosphère.

### I.1.2. Composition du sol

Le sol est un milieu poreux où se déroulent de nombreux processus physiques, chimiques et biologiques (Davet, 1996). C'est un système multi-composant ouvert formé par trois phases : solide, liquide et gazeuse.

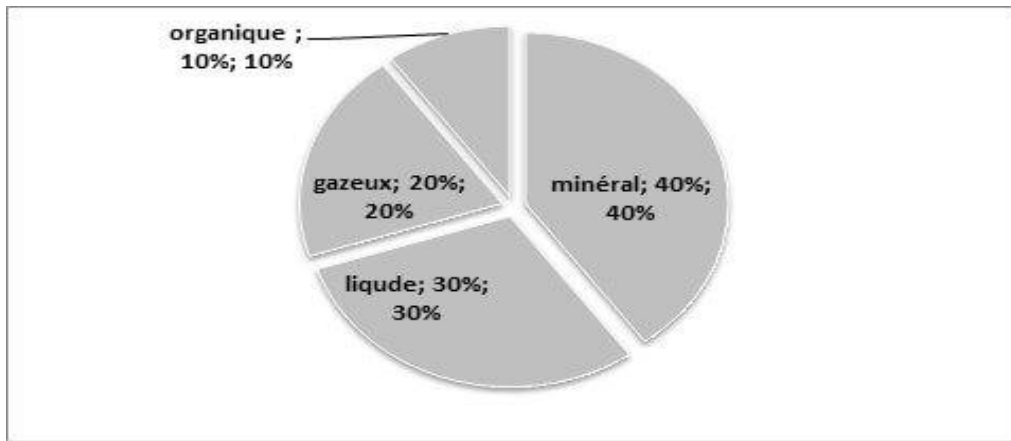


Figure 2: Répartitions des constituants des sols

#### I.1.2.1 La phase solide

Elle est constituée par des minéraux et des matières organiques en proportions variables. On pourrait considérer les organismes vivants du sol comme une partie de la phase solide, puisqu'ils ne sont ni gazeux ni liquides (Mermoud, 2006).

##### a) Fraction minérale

Les minéraux constituent, en général, de 95 à 99% du sol. La composition minérale dépend de la nature de la roche-mère. La nature des minéraux peut être extrêmement diverse avec des tailles granulométriques différentes

Sable ( $\varnothing = 2000$  à  $50 \mu\text{m}$ ). Limon ( $\varnothing = 50$  à  $2 \mu\text{m}$ ). Argile granulométrique ( $\varnothing < 2 \mu\text{m}$ ).

##### b) Fraction organique

La fraction organique d'un sol est constituée à plus de 80% de matière organique morte (résidus de plantes et d'animaux en état de décomposition naturelle)

On trouve aussi des organismes vivants : des bactéries dont beaucoup d'actinomycètes, des champignons et une microfaune formée de protozoaires, nématodes, insectes, vers de terre.

Le sol est un habitat généralement favorable à la prolifération des microorganismes, leur

nombre est supérieur à celui trouvé dans les eaux douces ou marines : la population microbienne s'élève à des valeurs comprises entre  $10^6$  et  $10^9$  bactéries par gramme de sol.

### I.1.2. 2. La phase liquide

La phase liquide du sol n'est pas de l'eau pure mais une solution dont la composition est complexe et très variable. On la désigne par l'expression « solution du sol ». Elle contient de très nombreuses substances dissoutes organiques et inorganiques, ionisées et non. D'une façon générale, la solution du sol est difficile à décrire et à étudier en raison de sa très grande variabilité spatiale et temporelle, de sorte qu'il n'existe pas de composition type. On peut cependant donner quelques indications générales en distinguant deux catégories de solutés:

- Les micro éléments dont la concentration est inférieure à  $1 \text{ mmol/m}^3$ , beaucoup d'éléments traces métalliques entrent dans cette catégorie.

- Les macroéléments dont la concentration est supérieure à cette limite; les éléments les plus fréquents et les composés chimiques correspondants sont: C ( $\text{HCO}_3^-$ ), N ( $\text{NO}_3^-$ ), Na ( $\text{Na}^+$ ), Mg ( $\text{Mg}^{2+}$ ), Si ( $\text{Si(OH)}_4$ ), S ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Cl ( $\text{Cl}^-$ ), K ( $\text{K}^+$ ), Ca ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et  $\text{O}_2$ .

La phase liquide du sol (encore appelée solution du sol), est principalement constituée par l'eau, dans laquelle sont présents les ions minéraux et des molécules organiques. Sa composition dépend essentiellement du milieu géologique avec lequel elle est en contact, mais aussi des eaux de pluie et de l'eau de surface.

### I.1.2.3. La phase gazeuse

La phase gazeuse du sol est souvent appelée l'atmosphère du sol. Sa composition est souvent voisine de celle de l'air mais elle peut être très variable dans l'espace et dans le temps. Elle dépend principalement de deux facteurs, la proximité de l'atmosphère, c'est-à-dire la profondeur dans le sol et l'activité biologique.

L'air du sol contient en général les mêmes substances que l'air atmosphérique mais sa composition peut être très différente en raison, en particulier, de l'activité biologique.

Les sols bien aérés contiennent environ 180 à 205 ml d' $\text{O}_2$  par litre d'air mais cette teneur peut être abaissée à 100 ml ou moins dans les sols inondés et dans des microenvironnements alentours des racines des plantes.

La teneur en CO<sub>2</sub> est généralement comprise entre 3 et 30 ml par litre de sol et peut atteindre 100ml par litre d'air en profondeur ou au voisinage des racines et en milieux saturés en eau (Mermoud 2001).

L'air du sol contient également d'autres substances, telles que NO, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S et, parfois, des composés organiques volatils.

### **I.1.3. Type du sol**

Le sol est la couche superficielle de la croûte terrestre qui peut être modelée et sur laquelle les végétaux poussent.

Sans le sol, la vie telle qu'on la connaît sur Terre ne serait pas possible. Le sol rend possible l'agriculture, retient les eaux de pluie et constitue un habitat pour de nombreuses espèces animales. De plus, il sert de support pour permettre aux êtres vivants de se déplacer et de se nourrir ainsi que pour assurer les fondations des bâtiments et des routes. Puisque chaque type de sol peut servir à un usage particulier, il est important de définir ses caractéristiques et son évolution.

On peut regrouper les sols en quatre grands types :

☞ Sol sableux ☞ Sol limoneux ☞ Sol argileux ☞ Sol humifère

#### **I.1.3.1. Sol sableux**

Les sols sableux sont souvent secs, pauvres en substances nutritives et très drainants. Ils sont peu (ou pas du tout) aptes à transporter l'eau jusqu'aux couches profondes par capillarités. Par conséquent, le travail des sols sableux au printemps, doit être réduit au minimum pour conserver l'humidité dans le lit de semences. La capacité des sols sableux à retenir les substances nutritives et l'eau peut être améliorée par un apport en matière organique.



**Figure 3 : sol sableux**

### **I.1.3.2. Sol limoneux**

Ces sols sont différents des sols sableux par leur facilité à former une croûte, souvent très dure. S'ils sont trop travaillés, ils peuvent devenir compacts ce qui réduit leur capacité d'infiltration d'eau lors des périodes humides. Par temps sec, ils peuvent durcir et être difficiles à travailler. Cependant, ils sont généralement plus faciles à travailler et peuvent stocker des volumes d'eau considérables. Ils exigent une bonne consolidation, mais il faut éviter de les travailler par temps humide.



**Figure 4 : Le sol limoneux.**

### **I.1.3.3 Sol argileux**

Un sol argileux est pourvu de particules d'argiles extrêmement petites (moins de deux micromètres). Cette finesse particulière, permet donc aux micro-organismes d'ingérer plus facilement les éléments nutritifs. Ceci fait la grande qualité d'un sol argileux : il est très fertile.

En saison estivale, cette terre est un atout car elle est peu drainante, beaucoup moins perméable, par conséquent elle sera retenir l'eau, elle sera donc préférable durant les périodes de fortes chaleurs.



**Figure 5: le sol argileux.**

#### **I.1.3.4. Sol humifère**

Un sol humifère est riche en humus, qui est un sol acide, meuble, léger et qui retient bien l'eau, il est d'ailleurs spongieux lorsqu'il est mouillé. Il est composé de sable, d'argile et d'au moins 10% d'humus, végétaux plus ou moins décomposés et donc riche en azote. Un sol humifère est très fertile car l'activité microbienne y est intense.

On le trouve notamment dans les sous-bois, du fait de la quantité importante de végétaux qui s'y retrouvent au sol et se décomposent lentement. Cet humus rend la terre noire ou très brune, chargée en débris végétaux de toutes sortes. Les plantes qui peuvent pousser naturellement dans un sol humifère sont la bruyère, la digitale, les fougères, le genêt, l'ortie, le mouron blanc, ...

Les plantes de terre de bruyère apprécient ce type de sol, mais aussi les lis, lupins, lierre, iris, géranium vivace, hosta, pervenche, les magnolias, eucalyptus, saules, peupliers, les framboisiers, pommiers, et en légumes, les tomates, les poireaux, les pommes de terre, les carottes, les fraises, l'ail, ...



**Figure 6: Sol humifère**

#### **I.1.4. Propriétés physique du sol**

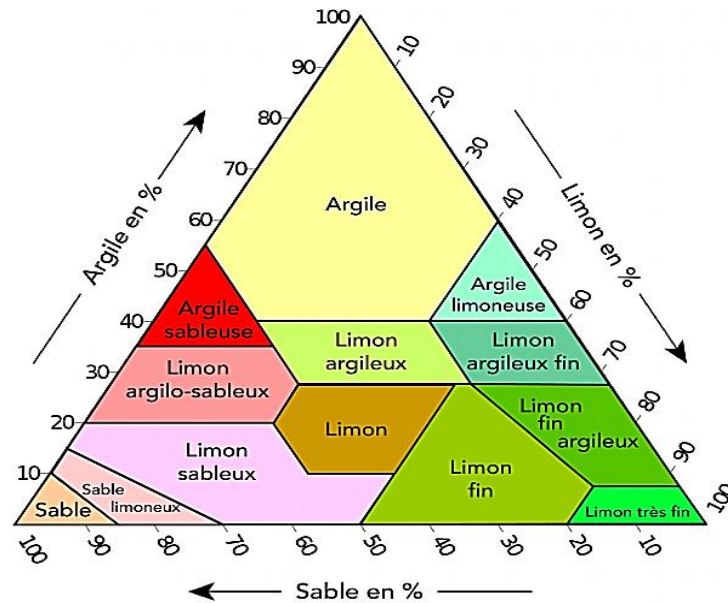
La physique du sol est exprimée comme une science naturelle appliquée, dans laquelle le sol est considéré comme un milieu multiphasique, et sa composition change avec l'espace et le temps (Musy, Soutter, 1991). En fournissant une description de son processus, la physique du sol constitue un outil indispensable à la bonne gestion des sols, leurs protections et conservation mais elle contribue également à l'amélioration de la production végétale (Musy, Soutter, 1991).

Le développement de la technologie de recherche en physique des sols implique la connaissance des lois qui contrôlent les propriétés physique du sol. Ces lois sont liées à la grande complexité, l'hétérogénéité et les caractéristiques tri-phasiques du sol (Lanz, 2004).

Les propriétés physiques les plus importants du sol sont sa texture et sa structure, ces deux derniers déterminent la porosité du sol (Van leeuwen, 2004), permettant à l'eau et à l'air de s'écouler à travers les macropores (Seguin, 1986).

##### **I.1.4.1. Texture du sol**

La texture du sol indique l'abondance relative, dans le sol, de particules de dimensions variées: sable, limon ou argile. De la texture dépendent la facilité avec laquelle le sol pourra être travaillé, la quantité d'eau et d'air qu'il retient (Musy, Soutter, 1991), et la vitesse à laquelle l'eau peut entrer et circuler dans le sol.



**Figure 7: La texture du sol**

#### I.1.4.2. Structure du sol

Selon (Maignien, 1969) Une structure du sol est un mode d'organisation des différentes particules de sable, de limon et d'argile entre elles pour former des agrégats, elle est décrite en terme de degré de structure (intensité d'agrégation), classe (taille moyenne des agrégats) et type de structure (forme de l'agrégation), ainsi que par la nature et la distribution des pores et canaux capillaires.

La structure du sol fait référence à la façon dont les particules du sol se regroupent pour former des agrégats. Ces agrégats varient en taille et en forme, des petites miettes aux gros blocs (Duval, 1993).

#### I.1.4.3. Porosité

La porosité du sol exprime le volume des espaces vides du sol comme étant le rapport en pourcentage du volume total. Cette propriété physique affecte directement la dynamique de la phase liquide et l'état gazeux dans le sol et, indirectement, la fertilité chimique.

#### I.1.4.4. Perméabilité

La perméabilité du sol décrit comment l'eau (ou un autre liquide) et l'air peuvent se déplacer à travers le sol. Dans le cas de précipitations ou d'irrigation, l'eau se déplace très facilement à travers des sols très perméables et très lentement à travers des sols à faible perméabilité. La perméabilité d'un sol est une mesure de la capacité du sol à laisser passer l'eau. Il est

généralement représenté par la lettre « k » et est mesuré comme le volume d'eau ( $m^3$ ) qui peut traverser une zone ( $m^2$ ) par seconde ( $m^3/m^2/s$ , ou plus simplement  $m/s$ ).

### I.1.5. Propriété chimique du sol

Les propriétés chimiques du sol sont un ensemble de caractéristiques, en fonction de phénomènes chimiques ou physico-chimiques, en relation étroite avec le climat et surtout les organismes vivants, qui se combinent pour définir l'un des aspects de la fertilité d'un sol, affectant la virtualité productive des plantes cultivées. Qui se permettent d'identifier une substance pure à l'aide d'une réaction chimique qui changera la nature de la substance.

La composition chimique de sol dispose de mécanismes de stabilisation qui tendent à l'instauration d'un équilibre entre les ions solubilisés et les ions échangeables fixés sur la fraction organominérale. Les éléments nutritifs absorbés par les plantes à travers leur système racinaire proviennent essentiellement de la solution du sol.

#### I.1.5.1. pH du sol

Le pH du sol est une mesure de l'acidité ou de la basicité (alcalinité) d'un sol. Le pH est défini comme le logarithme négatif (base 10) de l'activité des ions hydronium ( $H^+$  ou, plus précisément,  $H_3O^{+aq}$ ) dans une solution. Dans les sols, il est mesuré dans une boue de sol mélangée à de l'eau (ou une solution saline, telle que 0,01 M  $CaCl_2$ ), et se situe normalement entre 3 et 10, 7 étant neutre (Itab, 2002).

Les sols acides ont un pH inférieur à 7 ; Les sols à basique ont un pH supérieur à 7 ; Les sols neutres ont un pH égal à 7.

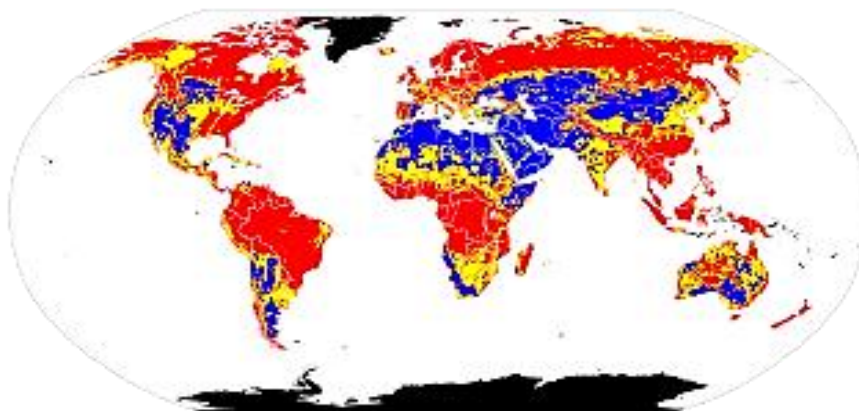


Figure 8: Variation globale du pH du sol

Le pH du sol est considéré comme une variable maîtresse dans les sols car il affecte de nombreux processus chimiques. (Selessarev, Johson, 2016) Il affecte spécifiquement la disponibilité des nutriments des plantes en contrôlant les formes chimiques des différents nutriments et en influençant les réactions chimiques qu'ils subissent. La gamme optimale de pH pour la plupart des plantes se situe entre 5,5 et 7,52 (Itab, 2002). Cependant, de nombreuses plantes se sont adaptées pour prospérer à pH valeurs en dehors de cette plage.

Le pH d'un sol naturel dépend de la composition minérale du matériau d'origine du sol et des réactions d'altération subies par ce matériau d'origine. Dans les environnements chauds et humides, l'acidification du sol se produit au fil du temps, car les produits de l'altération sont lessivés par l'eau se déplaçant latéralement ou vers le bas dans le sol. Dans les climats secs, cependant, l'altération et le lessivage du sol sont moins intenses et le pH du sol est souvent neutre ou alcalin<sup>3, 4</sup>.

#### **I.1.5.2. Conductivité électrique (CE) du sol**

La conductivité est la mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique. La conductivité varie en fonction de la température. Elle est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes. En général, les sels minéraux sont de bons conducteurs par opposition à la matière organique qui conduit peu. Par conséquent, dans le cas des eaux usées fortement chargées en matière organique, la conductivité ne donnera pas forcément une idée immédiate de la charge du milieu. Dans les autres cas, elle permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation d'une eau et d'estimer le volume d'échantillon nécessaire pour certaines déterminations chimiques.

La CE d'un sol ou un sédiment est une mesure de la quantité d'ions présents et qui pourraient se dissoudre en présence d'eau. Cette méthode permet de déterminer la salinité dans des sols qui ont été contaminés que ce soit lors de l'entreposage non adéquat de sel de déglacage, lors de l'entreposage de neige usée, ou lors de l'épandage de sel pour l'entretien hivernal des routes. Cette problématique affecte aussi les sédiments du fleuve au niveau de l'estuaire ou du golf du Saint-Laurent, qui contiennent des quantités non négligeables de sel (Na, Cl, Ca, Mg, SO<sub>4</sub>). Leur dépôt en milieu terrestre dans des zones non protégées ou non adéquates peut représenter des impacts sur le milieu récepteur. Des concentrations importantes de sels peuvent avoir des impacts au niveau de la végétation, de la qualité de l'eau souterraine et même de la structure des sols.

### I.1.5.3. Teneur en matière organique (MO)

Le terme «matières organiques du sol» regroupe l'ensemble des constituants organiques morts ou vivants, d'origine végétale, animale ou microbienne (Mustin, 1987), transformés ou non, présents dans le sol. Elles représentent en général 1 à 10 % de la masse des sols (Davet, 1996).

Elles se répartissent en trois groupes :

- Les Matières Organiques Vivantes (MOV), animale, végétale, fongique et microbienne, englobent la totalité de la biomasse en activité (racines, vers de terres, microsores du sol...).
- Les débris d'origine végétale (résidus végétaux, exsudats), animale (déjections, cadavres), fongique et microbienne (cadavres, exsudats) appelés «Matières Organiques fraîches ». Associés aux composés organiques intermédiaires issus de l'activité de la biomasse microbienne, appelés produits transitoires (évolution de la matière organique fraîche), elles composent les MO facilement décomposables (Paradis, 2016).
- Les composés organiques stabilisés (« MO stable »), les matières humiques ou humus, provenant de l'évolution des matières précédentes. La partie humus représente 70 à 90 % du total (Brady, 2008).

## Partie 2 : Grignon D'olive

### I.2.1 Introduction

L'industrie oléicole, en plus de sa production principale qui est l'huile (huile d'olive vierge et huile de grignons) laisse deux résidus l'un liquide (les margines) et l'autre solide (les grignons). De plus, en adoptant la moyenne de 35% de grignons bruts (avec une humidité de 25-27 %) qui, après épuisement (extraction de l'huile résiduelle) par solvant donnent 25-26 kg de grignon épuisé (avec une humidité de 15 %) constitue de plus 13 à 14 kg de coque et de plus 12 à 13 kg de pulpe (avec une humidité de 5 à 8 %).

Par rapport aux olives traitées, d'après , la production mondiale de grignons bruts est environ de 2,9 millions de tonnes sachant qu'en moyenne 100 kg d'olives traitées engendrent 100 litres de margines, la production mondiale de margine serait de 8,4 millions de mètres cubes.

La valorisation de ces résidus est devenue une nécessité pour éviter une pollution de plus en plus sérieuse.

### I.2.2 Définition

Le grignon d'olive est un sous-produit résultant de l'extraction de l'huile à partir des olives entières broyées. Il est constitué par un agrégat de pulpes, de pellicules du fruit, de coques, noyaux fragmentés et de l'amandon.



Figure 9: grignon d'olive

### I.2.3 Caractéristiques physiques

Les grignons bruts renferment la coque du noyau réduite en morceaux, la peau et la pulpe broyée de l'olive, environ 25% d'eau et encore une certaine quantité d'huile environ 9,1%.

Les grignons épuisés diffèrent essentiellement par une plus faible teneur en huile et une teneur en eau réduite du fait qu'ils ont été déshydratés au cours du processus de l'extraction. Les grignons épuisés partiellement dénoyautés sont constitués essentiellement par la pulpe (mésocarpe) et contiennent encore une petite proportion de coques qui ne peuvent être séparées complètement par les procédés de tamisage ou de ventilation utilisés. (<http://www.fao.org>)

## **I.2.4 Caractéristique chimiques**

### **I.2.4.1 Composition chimique des grignons**

La composition chimique du grignon d'olive varie dans de très larges proportions, non seulement d'un produit à un autre mais également d'un échantillon à l'autre pour un même sous-produit. Elle dépend des facteurs inhérents au fruit (variété, stade de maturité, au procédé de l'extraction de l'huile et aussi de l'épuisement par solvant). (IBOU KHOULEF. H)

Les procédés technologiques modifient les proportions relatives des différents composants des grignons (épicarpe, mésocarpe, endocarpe et amandon) qui ont des compositions chimiques différentes.

Depuis longtemps on a cru que la valeur nutritive limitée des grignons serait due à la présence des substances phénoliques. Les dosages ont montré que ces teneurs ne dépassent guère le 1% de la MS (matière sèche). (NEFZAOUI. A, 1991) Les polyphénols de l'olive sont éliminés dans les margines qui sont caractérisées par leur forte coloration (forte concentration en polyphénols : 4 à 12 g/l). (ETAHIRI. S, mai 2006) Ceci est consolidé par le fait que les grignons contiennent peu de produits de nature phénolique alors que les margines et l'huile en contient des quantités appréciables. (NEFZAOUI. A, 1991)

Le grignon d'olive peut contenir jusqu'à 2.5% de polyphénols comme le montre le tableau II.2 (Dr TRIGUI. A, décembre 2008)

Contrairement aux autres tourteaux oléagineux les grignons bruts sont pauvres en matières azotées et riches en cellulose brute. Ils restent relativement riches en matières grasses. L'épuisement par les solvants diminue la teneur en matières grasses et augmente relativement les autres teneurs. Le dénoyautage partiel par tamisage ou ventilation réduit les teneurs en cellulose brute. Les pulpes, du fait de la séparation totale du noyau avant pression, ont la valeur la plus faible en cellulose brute. (<http://www.fao.org>).

**Tableau 1: Composition chimique indicative des différents types de grignons**

		% de la Matière Sèche			
Type	Matière Sèche	Matières minérales	Mat. Az. Totales	Cellulose brute	Matières Grasses
Grignon brut	75-80	3-5	5-10	35-50	8-15
Gr. Gras part. dénoyauté	80-95	6-7	9-12	20-30	15-30
Grignon épuisé	85-90	7-10	8-10	35-40	4-6
Gr. épuisé part. dénoyauté	85-90	6-8	9-14	15-35	4-6
Pulpe grasse	35-40	5-8	9-13	16-25	26-33

**Tableau 2: Caractéristiques des grignons bruts issus de divers procédés d'extraction de l'huile**

Paramètres	Extraction par	Système continu a	
	Pressage	3-phases	2-phases
Humidités en %	27.2	50.23	56.8
Huile	8.72	3.89	4.65
Composés Phénoliques %	1.14	0.326	2.43
Protéines %	4.77	3.43	2.87
Sucre totaux %	1.38	0.99	0.83
Cellulose %	24.1	17.37	15.54
Hémicellulose %	11.0	7.92	6.63
Carbone total %	42.9	29.03	25.37
Cendres %	2.36	1.7	1.42
Azote %	0.71	0.51	0.43
Phosphore P2O5	0.07	0.05	0.04

Lignine	14.1	10.21	8.54
---------	------	-------	------

Le grignon d'olive contient **30,7%** d'hémicelluloses. Ce que nous pouvons voir dans le tableau 3 : (Derriche. R, 2007).

**Tableau3: Caractéristiques du grignon**

Matière organique(%)	Humidité(%)	Hémicellulose(%)	Cellulose(%)	Lignine(%)
2.6	4.8	30.7	36.9	18.5

### I.2.5 Leurs impacts sur l'environnement

La majorité des grignons sont rejetés dans la nature et sont source de pollution soit parce qu'ils sont contaminés par des champignons, soit parce qu'ils rejettent des substances toxiques dans l'environnement. Les toxines fongiques ou les composés polyphénoliques qui résistent à la dégradation bactérienne peuvent alors se lixivier, menaçant ainsi la santé humaine et l'environnement. Certaines sources d'eau ont été polluées.

Le pouvoir polluant des margines est dû à des causes diverses parmi lesquelles nous pouvons citer :

- Le pH qui la première cause directe de la mort des poissons lorsque la margine est déversée dans le lit des fleuves.
- La teneur en matière grasse qui provoque la formation d'une couche à la surface de l'eau empêchant sa correcte oxygénation et le passage de la lumière solaire et faisant obstacle au développement normal de la faune et la flore au sein des fleuves.
- Les substances phénoliques contenues dans les margines sont potentiellement toxiques et inhibent le développement des micro-organismes(Triaud J, 1998) ,leur teneur élevée dépassant dix fois plus celle de la phase huileuse (Francesco GL, 1993) .D'une part, ces composés sont difficilement biodégradables.

### I.2.6 Valorisation du grignon d'olive

Les grignons d'olive constituent le résidu de l'extraction de l'huile ; majeure partie de cette production en Algérie est abandonnée sur place ou brûlée. Pour cela, la valorisation des sous produits oléicoles constitue une source potentielle de revenu complémentaire susceptible

de contribuer à l'amélioration de la rentabilité des exploitations oléicoles(<http://www.fao.org>), à savoir :

- Alimentation des animaux,
- Fabrication des panneaux à particules dans l'industrie du bois ; la coque peut servir aussi au polissage de certaines surfaces métalliques,
- Les cendres qui peuvent servir comme engrais en raison de leurs teneurs élevées en oxyde de potassium et en phosphore,
- Elaboration du furfural destiné à l'industrie du plastique et aussi des alcools après saccharification de la cellulose,
- Récupération des composés phénolique par extraction par solvants,
- L'utilisation des coques ou des grignons épuisés dégraissés comme combustible.

## Partie 3: *Raphanus sativus*

### I.3.1. Introduction

Les radis sont des légumes-racines, plus faciles à cultiver. Les plantes ont des racines pivotantes rondes (bulbe), en forme d'œuf ou allongées roses, rouges, blanches ou noires. Légumes annuels ou bisannuels consommés crus. Son goût piquant provient de substances végétales appelées glucosinolates. Le mot « radis » est apparu dans la langue du XVI<sup>e</sup> siècle. Il vient du latin "radix" qui signifie "racine".

Est son importance est appelé le nom de la main radis alro dans certains pays arabes et le nom scientifique *Raphanus sativus* L suivi par la famille et les croisades crucifères.

Le radis est une culture légumière bien connue dans la plupart des pays du monde et cultivée dans le monde arabe mais il est moins important que la destination économique des autres principaux légumes.

### I.3.2. Historique

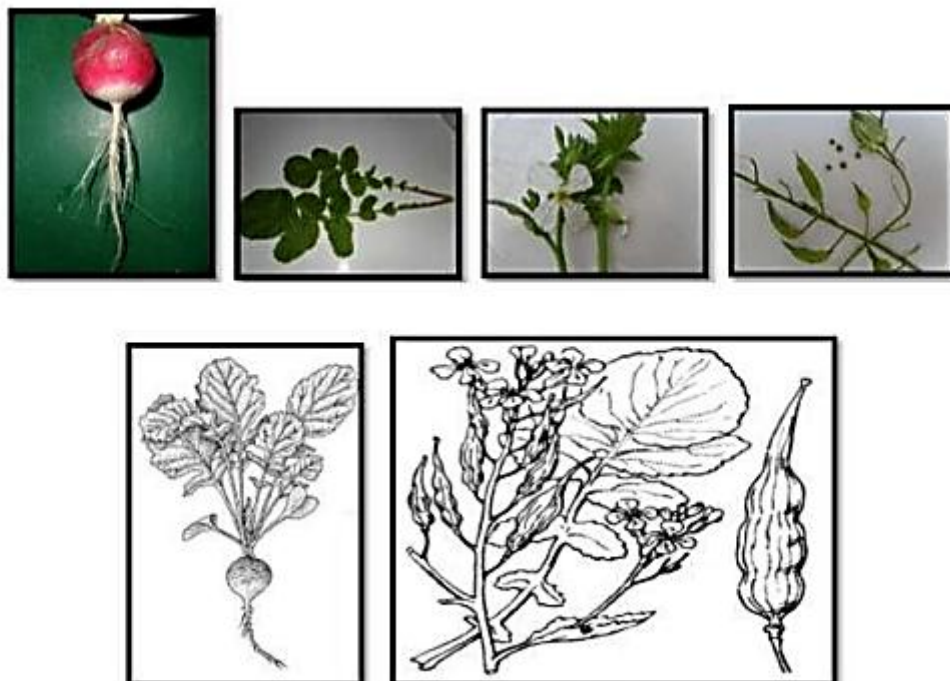
L'origine primitive des radis cultivés reste controversée. On n'a pas encore trouvé de plante sauvage pouvant être considérée comme la source de nos radis cultivés. Une hypothèse suivant laquelle les radis proviendraient du *Raphanus raphanistrum* L. ne semble pas sérieuse. C'est plutôt vers les pays asiatiques qu'il faudra chercher l'origine du radis. Il existe en effet deux formes de radis à siliques non articulées, charnues et comestibles d'origine asiatique, voisines de *R. sativus* L. : le Radis de Madras et le Mougri de Java ou encore appelé Radis Serpent. Le radis cultivé est un légume d'origine très ancienne. Sous le nom de noon, il figure dans les hiéroglyphes qui nous indiquent que le radis noir ou type Niger était une importante source de nourriture en Egypte 2000 ans avant J.C. On pense qu'il s'est répandu en Chine vers 500 ans avant J.C. Puis il s'est propagé au Proche-Orient, en Grèce et en Italie bien avant l'ère chrétienne. L'empire romain répand les radis noirs dans toute l'Europe. Au Japon, il est apparu 700 ans après J.C.[1].

Contrairement au type *R. sativus* var. *niger* L., le type *R. sativus* var. *radicule* L. ou radis de tous les mois doit être plus récent; son origine reste inconnue. Bien que l'hybridation radis noir radis rond se fasse aisément, il n'est pas certain que ces deux légumes descendent d'un ancêtre commun, ni même que le type *radicula* provienne du type *niger*. La forme blanche et longue est apparue en Europe à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, les formes rondes furent développées, tout d'abord blanches puis plus tardivement rouges. ( boucourt, 1994).

### I.3.3 Origine du Radis

Origine du radis Bien que ses origines soient encore assez obscures, le radis vient du Proche-Orient ou d'Asie du Sud-Ouest. Il était déjà connu en Egypte avant de construire les pyramides, c'est-à-dire il y a plus de 5 000 ans. Cependant, il était probablement cultivé principalement pour ses graines, qui produisaient une huile comestible de haute qualité

Les Grecs et les Romains l'appréciaient et en cultivaient plusieurs variétés. Au Moyen Âge et à la Renaissance, c'était le légume racine le plus commun dans le Nord de l'Europe et en Angleterre, d'autant plus qu'on lui prêtait de nombreuses propriétés médicinales. Toutefois, il faudra attendre le XVIIIe siècle avant que n'apparaisse le petit radis rond et rouge que l'on connaît aujourd'hui. Les radis que l'on mangeait couramment étaient généralement blancs ou noirs, beaucoup plus gros et de forme allongée. Le radis a été introduit en Amérique dès les premières années de la colonisation et n'a jamais perdu sa popularité. On en consomme cependant beaucoup moins que nos ancêtres et le choix de variétés est aujourd'hui relativement restreint. En effet, au XIXe siècle, dans les potagers du Canada et des États-Unis, on cultivait le radis noir, le daikon et divers types de radis chinois. On faisait aussi pousser une variété dite « radis de Madras » ou « radis-serpent », qui a pour particularité de monter rapidement en graines et de former des gousses comestibles. ( DENTON, 2004).



**Figure 10 : plante de Radis ( *Raphanus sativus* L),aspect des feuilles, des tiges, des fleurs et des gousses (Base de Données Nomenclaturale de la flore de France ,2011),**

### I.3.4. Description

Plante herbacée annuelle érigée jusqu'à 100 cm de haut; la partie supérieure de la racine pivotante et l'hypocotyle renflées, tubérisées, globuleuses, cylindriques ou fuselées, très variables en taille (jusqu'à 100 cm de long), en forme et en poids (de quelques g à 2,5(-20) kg), rouges à blanches, parfois grises à noires, chair blanche, parfois rouge. Feuilles alternes, glabres à légèrement hispides, feuilles inférieures en rosette radicale; stipules absentes; pétiole de 3-5,5 cm de long; limbe oblong, oblong-ovale à lyré- pinnatifide, 3-5-jugule avec un lobe terminal ovale ou arrondi, de 5-30 cm de long ; feuilles supérieures bien plus petites, munies d'un pétiole court, lancéolées-spatulées, plus ou moins dentées. Inflorescence: grappe terminale, érigée, longue, à nombreuses fleurs. Fleurs bisexuées, 4-mères, d'environ 1,5 cm de diamètre, odorantes, blanches à lilas; pédicelle jusqu'à 2,5 cm de long; sépales libres, oblongs-linéaires, de 6-10 mm de long; pétales libres, spatulés, munis d'un onglet, de 1-2 cm de long; étamines 6, 4 longues et 2 courtes; ovaire supère, style de 3-4 mm de long.

Fruit cylindrique, jusqu'à 10(-60) cm x 1,5 cm, consistant en 2(-plusieurs) articles superposés, l'article inférieur très court et dépourvu de graines, le supérieur plus grand, cylindrique, spongieux et divisé en 2-12 compartiments contenant chacun une graine, indehiscent, avec un long bec dépourvu de graines. Graines ovoïdes globuleuses, d'environ 3 mm de diamètre, jaunâtres.

Selon la couleur il existe trois types de radis : le Daikon ou japonais, long, conique et blanc, qui vient d'Asie - le noir, long et trapu, originaire d'Europe de l'Est, récolté entre septembre et mars uniquement le petit, appelé aussi "radis de tous les mois", dont la couleur diffère selon la variété. (mohamed, 2014/2015).



**Figure 11 : Descriptive d'une fleur et un fruit cylindrique**

### **I.3.5. Taxonomie de Radis: Végétal**

**Règne:** Sous-règne: Trachéophytes Spermaphytes

**Embranchement:** Angiospermes

**Sous Embranchement :** Dicotylédon E

**Classe:** Dialypétales

**Sous-classe:** Brassicales

**Ordre: Famille :** Brassicacees

**Genre:** Raphanus

**Espèce:** Sativus

### **I.3.6. FICHE TECHNIQUE**

**RADIS Raphanus sativus**

#### **I.3.6.1. DESCRIPTION**

- Famille des Brassicacées (Crucifères)
- Plante annuelle. - Faculté germinative : 6 ans

#### **I.3.6.2. Exigences**

- Sol frais, léger, sans cailloux, adore le terreau forestier, peu calcaire
- Ph: 5,8-6,5
- Exposition :mi-ombre
- Le radis redoute les excès de froid ou de chaleur

#### **I.3.6.3. Semis**

- Date: dès février sous abri. En pleine terre, attendez avril ou mai
- Recouvrir les graines de 1cm de terreau
- Tasser fortement, à la main, avec une planche ou avec le dos du râteau
- Arroser en pluie fine
- Semer tous les 15 jours

#### **I.3.6.4 .Cultures associees**

- Associer avec : carotte, laitue, oignon et à un degré moindre: chou, concombre,cresson, épinard, fraise, haricot, persil ou pois.
- Eloigner de cerfeuil et hysope

#### **I.3.6.5 Entretien**

- Biner, pailler les radis d'hiver
- Arroser fréquemment pour maintenir le sol frais en permanence

- Surveiller escargots, limaces, mulots...

#### **I.3.6.6. Recolte**

-Date: mars à décembre

- Production moyenne : 1 à 1,5 kg/m<sup>2</sup>

#### **I.3.6.7. Conservation**

-Les radis ne se conservent pas en terre, il faut les consommer rapidement

-Source Association Plaine de Vie, GNIS

#### **I.3.7. Techniques culturelles et entretiens du radis**

Son nom latin et dérivé du grec Raphanos signifiant (qui lève facilement), et fait référence au fait que ce légume pousse sans difficulté.

Le radis est une plante potagère facile à cultiver, Tous type de sol peuvent accueillir le radis, Optez de préférence pour un sol léger et bien ameubli. Un mélange de terreau sableux avec du compost est l'idéal. Il permet à la racine de bien se développer, le radis aime l'exposition plein soleil ou mi-ombre, Et nécessite un arrosage copieux et régulier. Le cycle de croissance du radis est rapide et le met à l'abri des insectes ravageurs et des maladies ce qui facilite son entretien. Le semis du radis peut s'étaler sur plusieurs mois, et peut être répété à volonté pour obtenir des récoltes à longueur d'année.

La levée apparaît après seulement trois à quatre jours. Pour avoir des graines de radis il suffit de laisser monter les radis qui font de longues tiges puis des fleurs blanches à 4 pétales, chaque fleur fait un fruit type haricot vert court et gonflé (Schippers,2004).

#### **I.3.8. Date de plantation le radis**

Communal est cultivé toute l'année. Les meilleures graines sont celles qui sont semées de septembre à fin février lors de températures modérées et de jours courts.

Les plantes qui sont plantées plus tard ont tendance à fleurir avant d'avoir des racines économiques donc elles décollent alors qu'elles sont encore jeunes pour ne pas utiliser que leurs feuilles. Quant aux variétés étrangères de radis cultivées uniquement pour leur racines leur culture est limitée à la période de septembre à février dernier, c'est la période appropriée pour la croissance et la formation des racines avant que les plantes ne se dirigent vers la floraison. La plantation peut être un peu plus retardée que dans les zones côtières opérations de services agricoles.

#### **I.3.9. Variétés végétales de radis**

Il existe plusieurs variétés végétales de radis qui sont les suivantes :

### I.3.9.1. Radis *R. sativus* var *radicula*

Ses racines sont petites et il atteint le stade de maturité propice à la récolte après une courte période de croissance et la plupart des variétés commerciales connues de radis lui appartiennent.

### I.3.9.2. Radis *R. sativus* var *niger*

Ses racines sont grosses et il en existe des variétés commerciales à grosses racines qui se consomment fraîches ou cuites sa culture est répandue en Chine et au Japon et elle a encore une certaine importance en Allemagne comme la photo suivante.



Figure 12 : *Sativus* var *niger*

### I.3.9.3 Radis *R. sativus* var *longipinnatus*

Certaines variétés commerciales appartenant à cette variété végétale sont cultivées commercialement en Chine au Japon et en Asie. Ces variétés produisent de énormes racines blanches cylindriques le poids de chaque racine peut atteindre 2.5kg et dans certaines variétés japonaises il atteint 18 à 22kg ces racines sont consommées fraîches ou cuites.



Figure 13 : *Sativus* var *longipinnatus*

#### I.3.9.4. Radis *R. sativus* var *mougri*

Variété végétale à racines non renflées cultivée pour ses feuilles et ses gousses qui se consomment encore tendres et dont la longueur varie généralement entre 20 et 100 cm culture du suicide dans les pays d'Asie du sud-est.

#### I.3.9.5. Radis *R. sativus* var *oleifera*

Cette variété végétale n'a pas de racines élargies et est cultivée pour être utilisée comme fourrage ou engrais vert. Sa culture est répandue dans les pays d'Europe du nord. (almounim, 1990).



Figure 14 : *R. sativus* var *oleifera*

#### I.3.10. Irrigation

Le radis a besoin de la disponibilité continue de l'humidité dans le sol en effet les plantes sont exposées à la soif ce qui entraîne

- A. Une diminution de la vitesse de croissance et une diminution du rendement.
- B. Augmenter la combustion des racines.
- C. Augmenter le phénomène de formation d'entrefers au centre de la racine.
- D. Une augmentation de la tendance à la floraison rapide. (almounim, 1990).

#### I.3.11. Ravageurs et maladies du radis :

Voici les principaux ravageurs et maladies rencontrés dans la culture du radis :

##### I.3.11.1. Maladies Clubroot

###### •Symptômes:

- gonflement/déformation de la racine principale et latéral retard de croissance contrôler
- Augmenter le pH du sol avec un pansement à la chaux épaisse
- Éviter la coupe continue de la croix
- Gardez le champ libre de moutarde sauvage

### **I.3.11.2. Ravageurs : Chenilles mangeuses de feuilles**

**Contrôle:** appliquer du chlorofluzoran, du quinalphos, du profénophos, de l'étofenprox ou de l'extrait d'eau de graines de neem (hassan, 2020).

### **I.3.12. Désherbage dans les fermes de radis :**

Le désherbage régulier des plantations de radis est essentiel pour voir la croissance des mauvaises herbes. Pendant la saison des pluies, deux mauvaises herbes seront nécessaires pour contrôler la croissance des mauvaises herbes. Tok E-25 (Nitrofan 25%) est appliqué en prélevée et contrôle à la fois les monocotylédones et les mauvaises herbes des champs de radis. La mise à la terre une fois et le désherbage pendant les premiers stades de croissance du radis sont essentiels pour le développement des racines. Les radis ont tendance à gonfler du sol à mesure qu'ils grandissent. Par conséquent, une couverture complète par mise à la terre est recommandée pour produire des racines de haute qualité. Pour une culture de semences, une deuxième mise à la terre est recommandée pendant la floraison et la fructification pour éviter d'abriter des plants de radis. (hassan, 2020).

### **I.3.13. Meilleur moment pour planter des radis :**

Le radis étant une culture de saison fraîche, sa culture se prépare durant l'hiver dans les plaines. Il peut être semé à tout moment entre septembre et janvier dans les plaines du nord où il n'est pas affecté par le gel ou le gel. Il se sème de mars à août dans les collines. Dans les régions où l'été est doux, il peut être cultivé toute l'année, sauf quelques mois en été. À Bangalore, les racines de radis sont disponibles pendant 8 à 10 mois par an, mais les meilleures racines comestibles ne sont disponibles que de novembre à décembre. Les espèces tempérées ne sont généralement pas plantées avant octobre.

### **Sol adapté à la culture du radis**

Les radis poussent dans tout type de sol meuble et sec. Labourez le sol à une profondeur de 6 à 8 pouces pour le rendre meuble et plus adapté à la croissance des radis. Ajoutez une couche de fumier de ferme (FMY) ou de compost de jardin pour l'enrichir en matière organique. Un sol avec un pH de 6,0 à 7,5 convient mieux à la reproduction des radis. (hassan, 2020).

### **I.3.1.4. Préparation du terrain pour la plantation de radis**

Le sol pour le raifort est bien préparé afin qu'il n'y ait pas de grumeaux qui interfèrent avec la croissance des racines. Le sol ne doit contenir aucune matière organique non décomposée car cela peut entraîner une fissuration des racines ou une déformation des racines. En général, le premier labour, d'environ 30 cm de profondeur, est effectué avec une charrue à retournement du sol, et les 5 à 10 labours restants sont effectués avec une charrue spéciale. Tout labour doit être suivi de bardeaux. Il est préférable d'utiliser le fumier de ferme lors des premiers labours.

Le sol est important pour une culture de racines de radis, et les radis préfèrent généralement les sols fertiles, bien drainés, sablonneux (profonds) avec une bonne matière organique. C'est toujours une bonne idée d'ajouter du compost si vous cultivez des radis dans des pots/pots. Les radis nécessitent au moins un pouce d'eau par semaine en fonction de l'humidité du sol, et ne pas trop arroser ou laisser le sol se dessécher complètement. La raison pour laquelle le radis s'est fendu est que vous l'avez laissé au sol trop longtemps.

Outre les micronutriments, le radis nécessite un N:P:K bien équilibré (azote, phosphore et potassium). (hassan, 2020).

### **I.3.15. Conditions climatiques nécessaires à la culture du radis**

Les radis sont généralement une culture fraîche, mais les variétés asiatiques peuvent supporter plus de chaleur que les variétés européennes ou tempérées. Vous obtenez la meilleure saveur, texture et volume à 10 à 15°C. De longues journées ainsi que des températures élevées entraînent un enfermement sans formation suffisante de racines. Par temps chaud, la racine devient dure et piquante avant d'atteindre la taille comestible, ainsi, la récolte doit être récoltée petite et compacte. Le radis devient plus piquant lorsque la température augmente. L'intensité de la piquûre diminue avec la diminution de la température. (hassan, 2020).

# **MATERIE ET METHODES**



## II.1. Introduction

Les matières végétales utilisées lors de notre étude sont au nombre de trois : Le grignon d'olive ancien et récent récupérés en mars 2023 et octobre 2024 d'une huilerie moderne qui fonctionne avec un système de centrifugation à trois phase, située à Thala Bouzrou, Makouda, un sol récupéré d'une parcelle situé à Boumerdes ainsi que deux variétés de graines d'une culture.

## II.2. Matériaux utilisés

### II.2.1 La terre végétale

Cette terre à été prélevée d'une parcelle de la région de Boumerdes, présent des caractéristique physico-chimiques globalement adéquats à l'activité agricole



Figure 15: Echantillon du sol

### II.2.2 Le grignon d'olive

Le grignon d'olive ramené de l'huilerie de Mr Hamel, qui a été utilisé dans notre expérimentation est de deux types : L'ancien d'un an ayant été conservé en plein air, et le récent nouvellement produit en Janvier 2024. Elle se situe au village takharoubt tala bouzrou, Commune makouda. Cette l'huilerie et modérée , son système continue d'extraction avec centrifugation à trois phase (huile, margine , grignon )



**Figure 16 : grignon récent**



**Figure 17 : grignon ancien**

### **II .2. 3 Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé dans cette expérimentation est deux variétés du radis (*Raphanus sativus* L) de la famille Brassicacés (radis rose d’hiver de chine et rond écarlate), la plante a été choisi pour son meilleur taux de germination rapide et sa biomasse importante.



**Figure 18: Radis rose d’hiver de chine**



**Figure 19 : Radis rond écarlate**

## **II.3. Méthodes d’expérimentation**

### **II.3.1. Préparation du sol**

Le sol employé a été broyé afin d’éliminer les mottes de terre et les résidus végétales restées dans les échantillons pour ainsi avoir un sol homogène. Nous lui avons, par ailleurs, effectué un traitement thermique à 60C° par le bain de sable pour éliminer les champignons et l’adapter correctement à notre étude.



Figure20: préparation du sol

### II.3.2. Préparation du grignon d'olive

Nous avons, tout d'abord, commencé par étaler le grignon d'olive sur des journaux afin de diminuer l'humidité. Ensuite, on a effectué le traitement thermique en deux fois à 80 C° par un bain de sable.



Figure 21 : traitement thermique  
du grignon récent



Figure 22 séchage du grignon récent à l'air  
libre



**Figure 23 : traitement thermique du grignon ancien**



**Figure 24 : séchage du grignon ancien a l'air libre**

préparation de

Les mélanges sont composés de deux parties : une partie terre végétale et une partie grignon d'olive.

Le tableau suivant résume les dénominations et la composition des différents mélanges testés :

**Tableau 4: Dénomination et composition des différents traitements**

Traitement	Sol	Grignon ancien et récent
Traitement : T (témoins)	Terre Végétale 60gr	/
Trait 2 : T2	50 gr de terre végétale	10 gr de grignons d'olives
<b>Trait 3 : T3</b>	45 gr de terre végétale	15 gr de grignons d'olives
<b>Trait 4 : T4</b>	40 gr de terre végétale	20 gr de grignons d'olives
<b>Trait 5 : T5</b>	35 gr de terre végétale	25 gr de grignons d'olives
<b>Trait 6 : T6</b>	30 gr de terre végétale	30 gr de grignons d'olives

Ces substrats ont été pesé, mélangé et versé dans des boites d'aluminium au nombre de 5 répétitions pour chaque échantillon.

Afin d'éliminer tous parasites et champignons, et après avoir remplis toutes les boites, nous les avons placés dans une étuve à 75C° pendant 24h.

## II.3.4. Les tests effectués

### II.3.4.1. Test de pré germination de tomate

Nous avons mis 05 graines de tomates de chaque variétés (hybrides et Heinz) dans des boites de pétries où nous avons constaté que les graines n'ont pas germés. Par conséquent, nous avons effectué un second test pré germination de deux autres variétés de tomate qui sont la Cerise et la Marmande, sauf qu'elles n'ont, également, pas germés.



Figure 25 : Test de pré germination de tomate

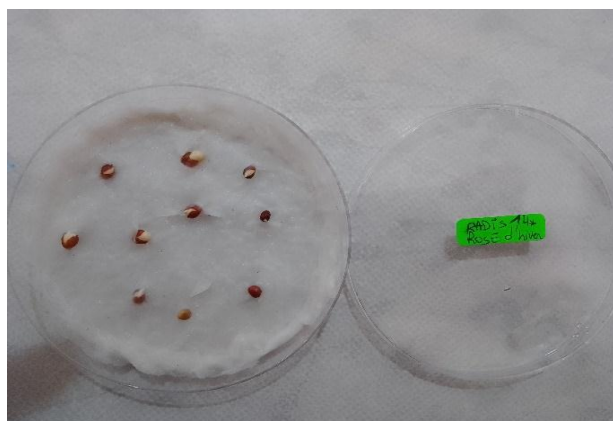
### II.3.4.2. Test de pré germination du radis

Après l'échec du premier test, nous avons opté pour une autre espèce qui est le Radis sous ses deux variétés : Radis rose d'hiver de Chine et Radis rond écarlate, où nous en avons placés 05 graines de chaque espèce, par boîte de pétrie.

### II.3.4.3. Test de germination

Ce test est une opération qui permet de contrôler les effets d'une mauvaise germination et d'évaluer la qualité germinative des semences.

Nous avons, tout d'abord, déposé 130 graines de manière homogène sur du coton placé dans des boîtes de pétris. Ensuite, nous les avons humidifiés avec de l'eau distillé grâce à une pissette puis nous les avons placés loin de la lumière à température ambiante.



**Figure 26 : Test de pré germination et test de germination**

Au tableau suivant, nous allons retracés les résultats obtenus après avoir compté les plantules :

**Tableau 5 : nombre de graines germées**

Variété	24 H	48 H	72 H	96 H
Variété 1	99	120	125	/
Variété 2	24	82	95	107

### II.3.5. Remplissage des Alvéoles

Nous avons saisi trois alvéoles de 20 pour chaque variété. Par la suite, nous avons placé du papier au fond de chacune et nous les avons remplis, en laissant un centimètre, par les substrats préalablement préparés. Toutefois, nous avons également placé des gobelets en dessous de ces dites alvéoles pour but de récupérer l'eau de drainage.



**Figure 27: remplissage des alvéoles**

### II.3.6. Semi

Nous avons commencé par humidifier les substrats, ensuite, au lendemain, les graines jugées saines de la variété ont été semis le dimanche 24 mars 2024. Deux de ces graines ont été placés dans les alvéoles à une profondeur d'un centimètre.



Figure 28 : le semi de la culture

Quant à la seconde variété, celle-ci à été semis le mardi 26 mars 2024, en suivant bien évidemment, le même protocole de la première variété.

### II.3.7. Arrosage

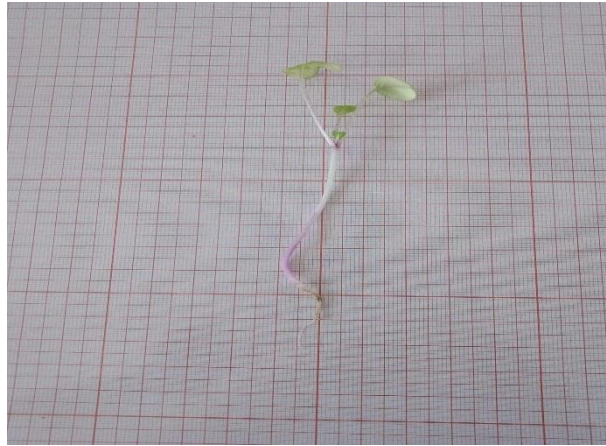
Il s'effectue manuellement à l'aide d'une pissette, deux fois par jour durant la matinée, et sous un contrôle régulier. Cependant et à la constatation d'un excès d'eau sur la surface des alvéoles, le nombre d'arrosage est réduit à une fois par deux jours.

## II.4. Mesures et observations

### 4.1. La levée des semis

On parle de la levée dès qu'il ya apparition d'une plantule de RADIS, a chaque fois une plantule apparaisse on la compte, jusqu'au dernière levée, soit environ 22 jours (du 24/03/2024 au 14/04/2024) .





#### II.4.2. Le taux

Il représente le nombre total des plantules en vie par rapport au nombre total des graines ayant levées.

#### de survie

le nombre total des

#### II.4.3. Mesure de la hauteur des plantules

Elle a été effectuée 24 jours après le semis une fois retiré du sol. A l'aide d'une feuille millimètre graduée en (cm) on a mesuré la hauteur des plantes (la partie aérienne et partie racinaires).

Figure 130 : illustration de la mesure de la hauteur de la plante

#### II.4.4. Nombre de feuilles

L'estimation du nombre de feuilles est un bon indicateur des capacités assimilatrices de la plante et de sa production en biomasse (Fishesser et Dupuitate, 1996).

Le calcul du nombre de feuilles a été effectué 24 jours après le semis.

#### II.4.5. La biomasse aérienne et racinaire

Enfin d'expérimentation nous avons mesuré la biomasse aérienne et racinaire des plantes de la manière suivante : Le pot est d'abord séparé, la plante est ensuite démontée soigneusement. Pour garder le maximum de masse racinaire, on lave la partie racinaire pour éliminer toutes les particules susceptibles de fausser les résultats. Et on les a mis dans des petits sachets.

Pour la mesure de la biomasse, nous avons utilisé une balance de précision de 1/100.

Figure 31 : illustration de la mesure de la biomasse aérienne et racinaire

##### II. 4.5.1. Poids frais de la plante

Avant le passage de la plante à l'état sec, on pèse son poids frais à l'aide d'une balance de précision de 1/100.

##### II.4.5.2. Poids sec de la plante

Les plantes sont laissées sécher à l'état sec, puis on les pèse à l'aide d'une balance.



puis on les pèse à l'aide

#### II.5. Les analyses

##### II.5.1. pH du sol

Le pH du sol est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité des sols. Le pH de la solution du sol est considéré comme l'une des principales variables exprimant les propriétés chimiques des sols. Cette caractéristique contrôle de nombreux processus chimiques telle que la solubilité

des



éléments, par conséquent la nutrition minérale des plantes (Soltner, 2004). Ce potentiel hydrogène affecte spécifiquement la disponibilité des éléments nutritifs des plantes, en contrôlant les formes chimiques des nutriments (Kabata-Pendias, 2011). La mesure du pH est faite à l'aide d'un pH-mètre selon le mode opératoire suivant :

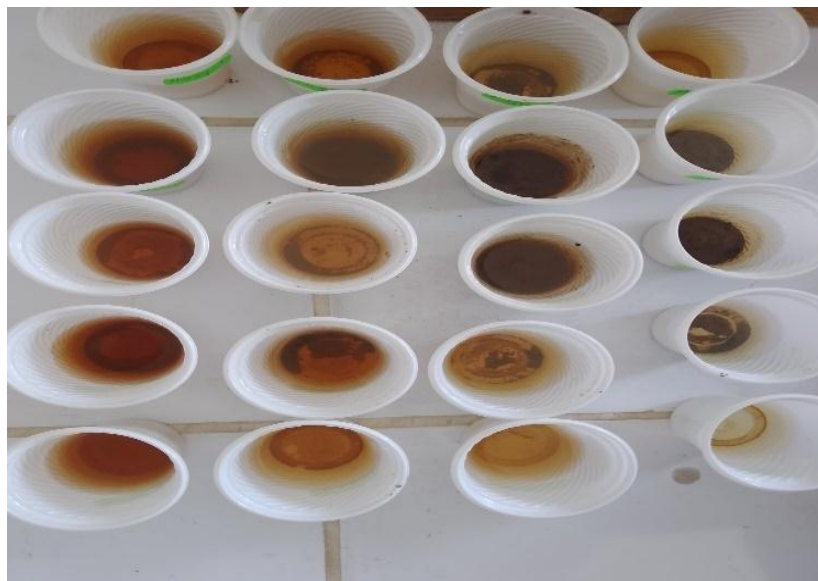
- **Mode opératoire**

- ✓ Étalonnage du pH mètre avec les solutions tampon pH 4, pH 7 et pH 10 ;
- ✓ Peser 20g de sol (terre fine  $\leq 2\text{mm}$ ) dans un bécher de 100ml ;
- ✓ Ajouter 50 ml d'eau distillé, selon le rapport solide/liquide de 1/2,5 ;
- ✓ Agiter de temps à autre durant une période de contact de 2h ;
- ✓ Effectuer la mesure après stabilisation de la valeur affichée.

**Figure 32 : illustration de la mesure du pH**

### II.5.1.2. PH d'eau

Après récupération de l'eau de drainage des plantes, on les verse dans l'éprouvette de 25 ml pour la mesure .

**Figure 33 : Eau de drainage**

### II.5.2. Conductivité électrique

La conductivité d'une solution est la mesure de la capacité des ions à transporter le courant électrique. La conductivité d'une solution dépend de la concentration des ions présents et de leur vitesse de migration sous l'influence de la force électromotrice appliquée. Plus l'électrolyte est dilué, plus la conductivité diminue, car il y a moins d'ions par volume de solution pour assurer le transport du courant. La conductivité d'une solution est définie comme l'inverse de la résistance. Sa mesure s'effectue par l'utilisation d'une cellule de conductivité couplée à un conductimètre, et la conductivité s'exprime en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $\text{mS}/\text{cm}$  ou  $\text{dS}/\text{m}$  .

### Mode opératoire

La détermination de la conductivité électrique a été faite selon le mode opératoire suivant :

- Peser 10g de sol terre fine préalablement séché ;
- Ajouter 50ml d'eau distillé dans un bécher 100ml. Le rapport sol/eau à respecter est 1/5 ;
- -agiter chaque 15minute pendant 2h ;
- -transvaser le liquide dans un bécher de 50 ml ;
- -faire la mesure de la CE.

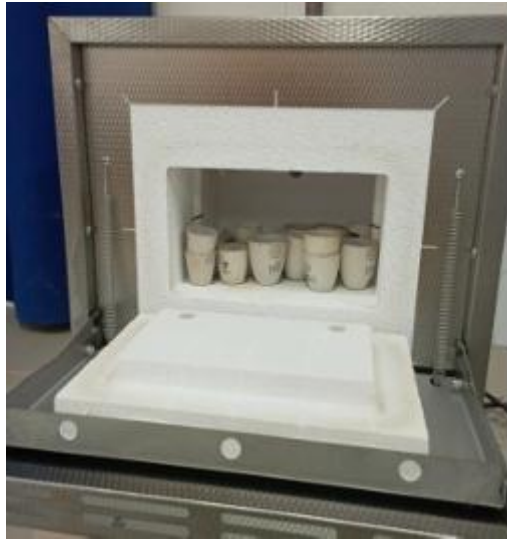


**Figure 34 : illustration de la mesure de la conductivité électrique**

### **II.5 .3.Teneur en matière organique du sol**

Pour doser de la matière organique, nous avons utilisé le protocole de la perte au feu en utilisant un four à moufle à 450 degré pendant 4H.

- Les creusets en céramique sont rempli par les substrats en laissant un centimètre. Peser et noter les poids M0
- Placer le creuset et son contenu dans le four électrique et porter la température à  $450 \pm 10^{\circ}\text{C}$ , maintenir cette température pendant 4 heures, peser et noter les poids M1



**Figure 35 : four a moufle**

# **Résultat et discussion**



### III.1. Effets sur les propriétés du sol

#### III.1.1. le pH du sol

La (figure 36), présente les résultats de la détermination du pH des grignons et du sol des différents traitements du protocole expérimental. Les mesures de pH-eau à la mise en place de l'expérimentation, montrent que les effets de l'apport du grignons sur la réaction du sol est fonction de la nature du grignons et de la dose d'application. Le pH du grignon de l'année passée (GA) est de 5,03, il est relativement plus acide que le grignon de cette année (GR). Comparativement au GR, le GA a une incidence sur le pH du sol plus importante. Appliqué à la proportion de 50% (traitement SGA30) du substrat de culture, il abaisse le pH à 5,4. L'effet sur le pH du sol n'est plus perceptible à partir de la dose de grignon GA inférieure à une proportion de 33% du substrat de culture. En revanche, le grignon GR n'a pas induit d'effet négatif sur le pH du sol, nous observons sur la figure, une augmentation relative du pH. Ceci implique que le sol a neutralisé l'apport le phénomène d'acidification induit le grignon de cette année (GR).

En fin, on peut observer la relation nette existante entre la dose et les effets sur le pH du sol. La diminution du pH-eau est proportionnelle à la dose d'application du grignon, plus la dose est importante plus le sol s'acidifie, d'où la nécessité de contrôler les quantités de grignons à apporter aux sols dans le cas d'une valorisation agricole.

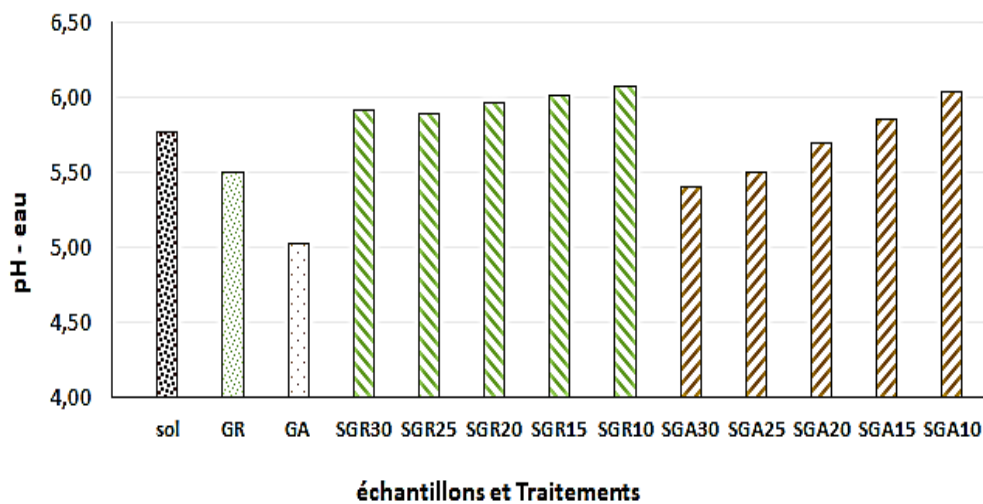


Figure 36 : pH-eau du sol à la mise en place de l'expérimentation.

Les résultats des mesures de pH-eau des substrats de culture à l'issue de l'expérimentation, sont illustrés à la (figure 37). La tendance des effets des doses des grignons sur le pH du sol est semblable à ce qui a été observé au début de l'expérimentation (voir figure 36). Les mesures n'ont pas mis en évidence un effet particulier induit par la présence de la culture de radis dans le sol. En effet, la comparaison des valeurs de pH du sol varie de 0,03 à 0,09, ceci implique que les deux variétés de Radis ont donc un effet similaire sur la réaction chimique du sol.

La comparaison entre le pH du sol au sein des deux étapes de mesure, indique qu'à l'issue de l'expérimentation, le pH de la solution du sol a été nettement relevé. Ceci implique que le sol utilisé présente pouvoir tampon et une réserve en cations basiques conséquente.

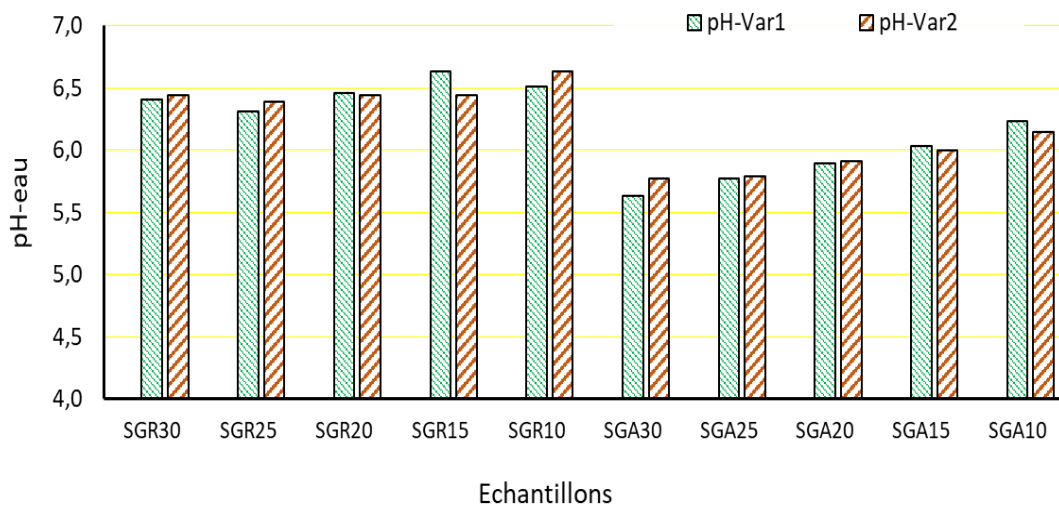


Figure 37 : pH-eau du sol à l'issue de l'expérimentation.

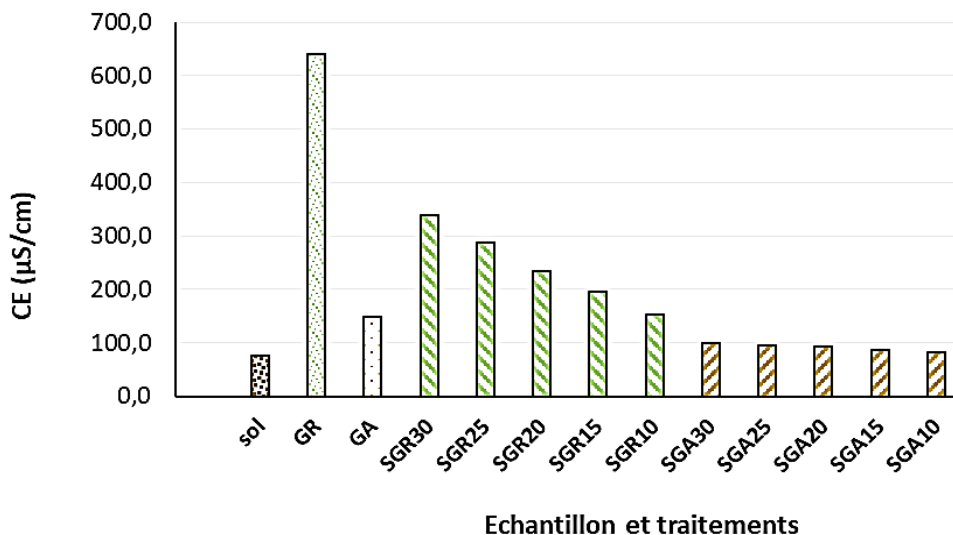
### III.1.2. la conductivité électrique

La détermination des valeurs de conductivité électrique (CE) des grignons et du sol des différents traitements sont illustrés à la (figure 38). Les mesures de CE au début de l'expérimentation, montrent que les effets de l'apport du grignons sur la salinité du sol est fonction de la CE du grignons. En revanche l'effet de la dose d'application semble plus significatif dans le cas du GR (grignon de l'année) que dans le cas du GA (grignon de la campagne passée). La CE du grignon de l'année passée (GA) est de 148  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , elle est relativement plus faible, ceci résulte du fait de son stockage à l'extérieur et de son exposition aux alias climatiques (précipitations et températures). Le grignon récent n'a pas été exposé au

climat et les sels contenus n'ont pas été lessivés par les pluies, d'où une CE plus élevée, de 640  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Au terme de la mise en place de l'expérimentation, nous constatons que le grignon de cette année (GR) a engendré un effet sur la CE du sol plus importante. Après Application, le sol présente une salinité proportionnelle à la dose de grignon, passant graduellement de 640  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 152  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avec un pas moyen de 47 $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

L'application du grignon GA a induit au niveau du sol une CE, certes supérieure au sol témoin, mais demeure relativement faible et semblable d'une dose à une autre. Les CE déterminées ne semblent pas influencées par les variations de la dose de grignons (figure 38). Ceci est probablement lié à la CE du grignon.

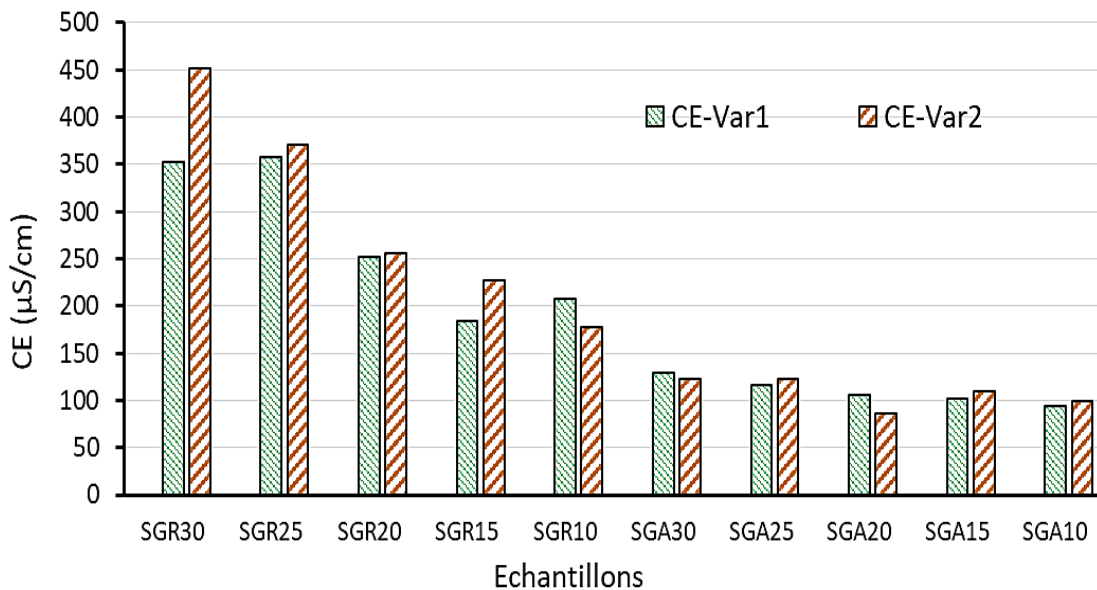


**Figure 38 : CE des grignons testés et des traitements à la mise en place de l'expérimentation.**

Les CE mesurées à l'issue de l'expérimentation, sont nettement supérieures dans les tous les traitements comparativement au début de l'expérimentation. Les irrigations successives, après le semis des deux variétés de radis, ont contribué plus à solubiliser les sels contenus dans les grignons et l'élévation de la CE (figure 39).

Les mesures de CE n'ont pas mis en évidence un effet particulier induit par la présence de la culture de radis dans le sol. En effet, la comparaison des valeurs de CE montre une différence faible et qui varie de 3 à 43 $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sauf dans le cas du traitement 1 (SGR30) où le

grignon récent représente 50% du substrat. Ces résultats montrent que la culture du radis a un effet similaire sur la conductivité du sol, dans le cas des deux variétés testées.

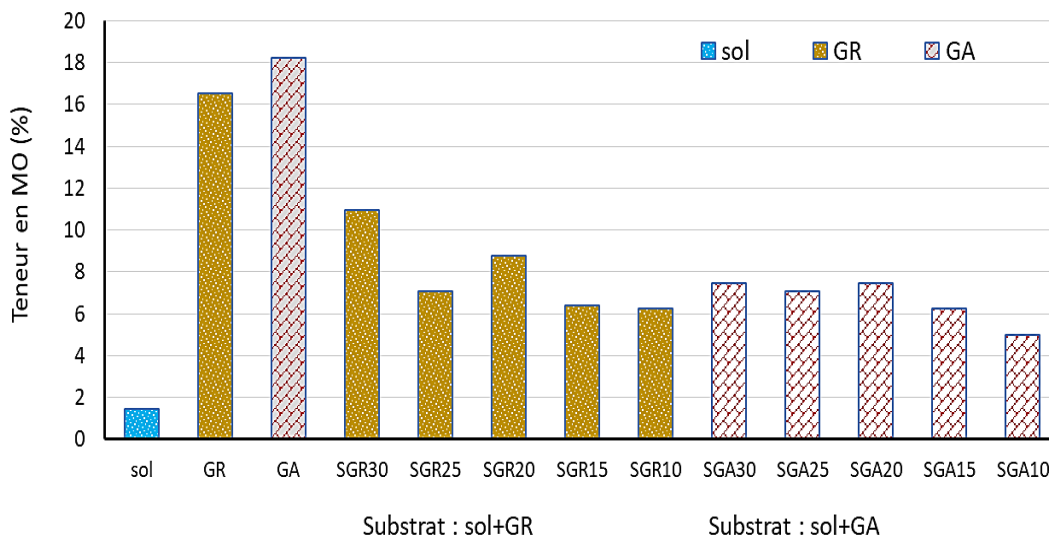


**Figure 39 : CE des traitements à l'issue de l'expérimentation.**

### III.1.3. La teneur en matière organique

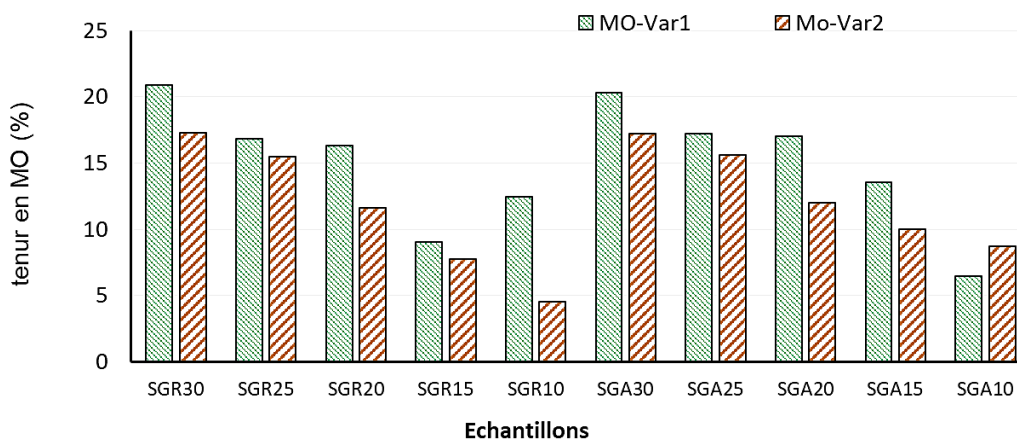
Le dosage des matières organiques au niveau des grignons GR et GA, montre que ces deux grignons ne présentent pas de différence importante dans leur teneur en carbone organique, la teneur est respectivement de 16.5 et 18.2 %. Cette mesure montre bien que le grignon d'olives peut être considéré comme étant un sous-produit de nature organique et peut avoir un rôle dans les amendements des sols.

Les mesures faites sur les sols des différents traitements montrent une augmentation significative de la teneur en matière organique des sols. Initialement le sol dispose de 1,6% de matière organique. Les différentes doses apportées de grignons ont élevées très significativement la teneur du substrat à un niveau allant de 5 à 11%. La (figure 40), montre que l'augmentation de la dose de grignon est accompagnée d'une élévation de la teneur en matière organique, à l' exception du traitement SGR25 (35g de sol et 25g de grignon récent) où la mesure ne suit pas les valeurs obtenues dans les autres traitements. Ceci résulterait probablement d'erreurs de manipulations.



**Figure 140 : Teneur en matières organiques des échantillons de sol et des grignons à la mise en place de l’expérimentation**

Les mesures de la teneur en matière organique des substrats de cultures à l’issue de l’expérimentation confirment la tendance des résultats observés précédemment (figure 41). En effet l’augmentation de la dose de grignons est accompagnée d’une élévation de la teneur en matière organique du substrat. Cependant, les valeurs obtenues dans les traitements sont plus importantes dans le cas de la variété 1 (Var1), à l’exception du traitement SGA10 (50g de sol et 10g de grignon ancien). Ceci indique, que l’évolution des matières organiques du sol est influencée par la variété et les irrigations successives.



**Figure 41 : Teneur en matières organiques des échantillons de sol et des grignons à l’issue de l’expérimentation**

### III.2. effet sur les propriétés des eaux de drainages

#### III.2.1. le PH des eaux de drainage

Les résultats de la détermination du pH de l'eau de drainage issue des alvéoles des différents traitements sont illustrés à la (figure 42). Le pH des eaux provenant du sol témoin sans apport de grignons est semblable avec les 2 variétés de radis, il est légèrement basique avec une valeur de 8,2. Dans les traitements avec l'apport de grignon (GR) de cette année, le pH de l'eau de drainage demeure stable en fonction des doses d'application et la valeur moyenne du pH est de 7,73. Ce même constat est aussi confirmé par les traitements avec le grignon de l'année passée (GA), où la valeur moyenne dans ce cas est de 7,45.

Globalement les mesures de pH obtenues montrent, le pH de l'eau de drainage n'est pas influencé par les doses du grignon appliqué. Cependant ce pH est plus lié au pH du grignon lui-même. En rappel, les pH des grignons GR et GA étaient respectivement de 5,51 et 5,03. Ainsi on peut conclure que le pH de l'eau de drainage est significativement lié à celui du grignon.

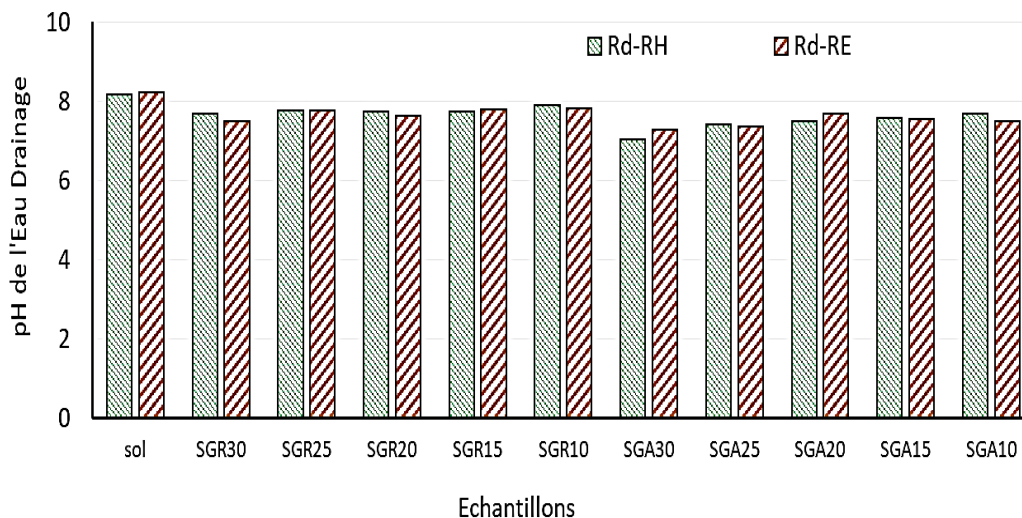


Figure 42 : pH de l'eau de drainage dans les différents traitements.

#### III.2.2. CE de l'eau de drainage

Les mesures de la conductivité électrique des eaux de drainage issues des différents traitements sont portées au tableau 46. L'évolution de la CE des eaux de drainage en fonction de la dose de grignon indique une relation proportionnelle. La diminution de la dose de grignon dans le sol engendre une réduction de la CE donc de la salinité des eaux de drainage.

La tendance de salinité plus importante des eaux de drainage dans le cas de l'application du grignon de cette année (GR), suit ce qui a été précédemment observé dans les mesures de la CE du sol(paragraphe III.1.2).

En outre, les sels dans les eaux de drainage résultent essentiellement des grignons appliqués et que la présence de la culture de radis, avec les deux variétés, n'a pas engendré d'effets significatifs. Ceci est vérifié par les valeurs de CE toujours proches en présence des variétés de radis RH ou RE quel que soit le traitement.

**Tableau 6. Conductivité électrique des eaux de drainage dans les différents traitements.**

	<b>Rd-RH</b>	<b>Rd-RE</b>		<b>Rd-RH</b>	<b>Rd-RE</b>
<b>Sol</b>	437	415			
<b>SGR30</b>	1542	1640	<b>SGA30</b>	299	378
<b>SGR25</b>	1342	1465	<b>SGA25</b>	291	416
<b>SGR20</b>	998	1009	<b>SGA20</b>	282	335
<b>SGR15</b>	998	1009	<b>SGA15</b>	291	312
<b>SGR10</b>	606	634	<b>SGA10</b>	236	312

### III.2.3. Corrélation pH – CE dans l'eau de drainage

La CE et le pH sont deux paramètres en relation directe avec la composition ionique de la solution du sol. Les sols acides ont souvent des concentrations plus élevées d'ions  $H^+$  et  $Al^{3+}$ , ce qui peut influencer la CE. Les sols alcalins contiennent généralement plus de bicarbonates, carbonates et parfois de sodium, augmentant ainsi la CE. La corrélation entre la CE et le pH du sol n'est pas directe, elle est qualifiée de relation complexe.

Il est aussi important de noter que les principaux ions qui contribuent à la CE sont : les cations : Sodium ( $Na^+$ ), Calcium ( $Ca^{2+}$ ), Magnésium ( $Mg^{2+}$ ), Potassium ( $K^+$ ) ; et les anions : Chlorure ( $Cl^-$ ), Sulfate ( $SO_4^{2-}$ ), Nitrate ( $NO_3^-$ ), Carbonate ( $CO_3^{2-}$ ), Bicarbonate ( $HCO_3^-$ ). La solubilité de ces éléments entraînés par l'écoulement des eaux de drainage est dépendante des conditions de pH du sol.

Les mesures de pH et de CE enregistrées représentées sur les (figures 43 a et b) montrent que dans les eaux de drainage le paramètre CE est corrélé négativement avec le pH. Cependant l'intensité de la corrélation est différente en fonction de l'intervalle de pH.

- Pour les pH compris entre inférieur à 7,3 et 7,7 ; la corrélation avec la CE est négative avec un coefficient de 46%,
- Pour les pH compris entre 7,7 et 7,9 ; la corrélation est certes négative mais avec un coefficient de 63%.

L'explication chimique de ces relations entre le pH et la CE des eaux de drainage nécessitent la détermination de paramètres analytiques supplémentaires.

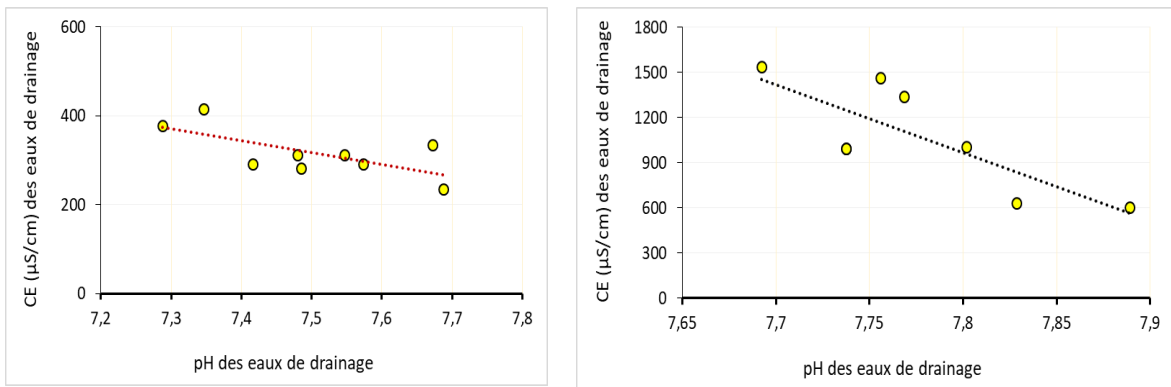


Figure 43 : Corrélation pH – CE dans l'eau de drainage

### III.3. la croissance des plantes de radis

#### III.3.1. croissance en hauteur

Les mesures de la croissance en hauteur des plantules de radis ont été réalisées au 21ème jour après semis. Les valeurs de hauteur enregistrées sont illustrées à la (figure 44) .La croissance de la variété 1 (Var1) varie de 9,7 à 13,2cm, ce faible écart entre les traitements indique que les doses d'apport de grignon utilisées n'ont pas induit un effet significatif. Au sein de la Var2, la hauteur atteinte varie de 4,5 à 8,4cm, alors que la hauteur moyenne dans le traitement témoin était de 9,8cm.

L'analyse des résultats, au 21ème jour après semis, de l'effet sur la hauteur des plants de radis des deux variétés montre que les doses de grignons GR et GA n'ont pas engendré effet un significatif sur la croissance de la culture de radis.

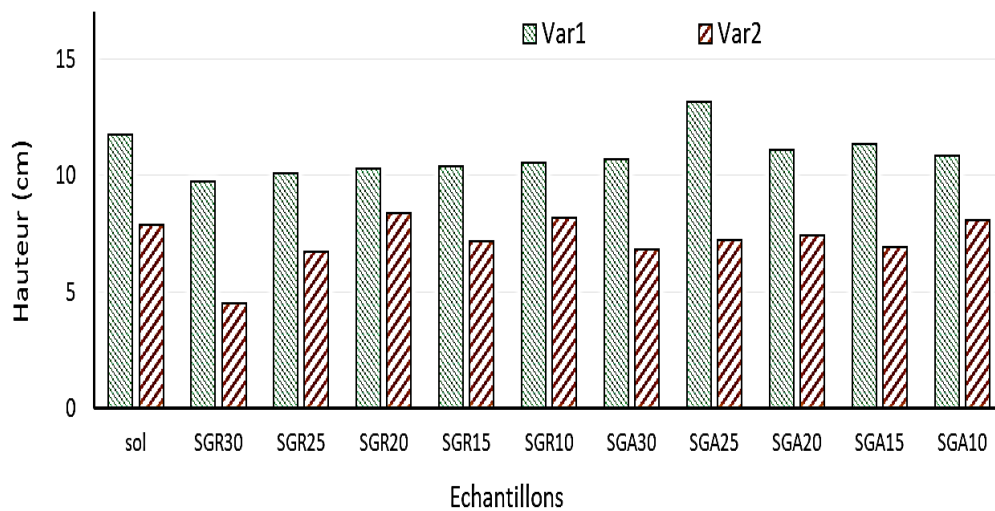


Figure 44 : Croissance des plantules de radis en fonction des traitements

### III.3.2. Elongation racinaire

L'élongation racinaire a été aussi mesurée au 21ème jours après semis du radis. Les résultats sont représentés à la (figure 45). L'apport du grignon engendre une élongation racinaire plus importante que le traitement témoin pour les deux variétés.

Pour la Var1, la taille des racines varie de 1,7 à 2,6cm avec le grignon récent (GR) et de 1,4 à 2,0cm avec le grignon ancien (GA), alors que dans le témoin l'élongation racine a atteint 1,4cm.

Pour la Var 2, la taille des racines varie de 1,9 à 2,9cm avec le grignon récent (GR) et de 1,8 à 3,8cm avec le grignon ancien (GA), alors que dans le témoin l'élongation racine a atteint 2,3cm.

Au sein de la Va 1, la diminution de la dose semble engendrer une réduction de l'élongation racinaire. Cette observation n'est pas vérifiée dans le cas de la Var 2, où l'élongation varie en dents de scie avec l'augmentation de la dose du grignon. Ceci implique que pour cerner les effets sur ce paramètre, il serait nécessaire d'élargir la période d'observation au-delà de 21 jours ou carrément aller au stade de récolte du radis.



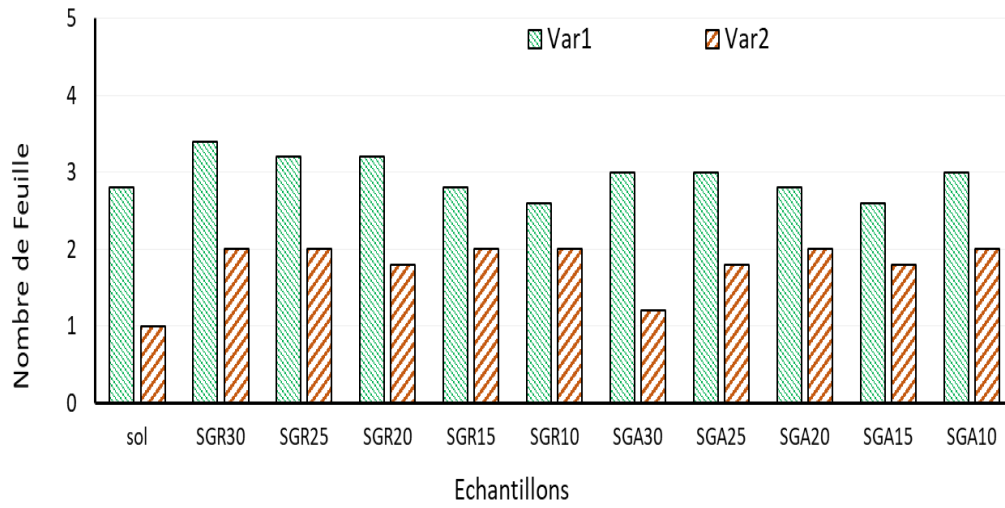
**Figure 45 : Elongation racinaire des plantules de radis en fonction des traitements**

### III.3.3. Nombre de feuilles produites

La (figure 46), illustre le nombre de feuilles produites par les plantules de radis au 21<sup>ème</sup> jour après semis. Les différentes doses de grignons appliquées ont contribué à améliorer le nombre de feuilles émises par les plantules de radis.

- Chez la Var1, le nombre de feuille moyen est de 3,0 alors que le témoin présente 2,8 feuilles.
- La Var2, présente un nombre moyen de feuille de 1,9 , alors que chez son témoin le nombre est juste de 1 feuille.

A ce niveau d'observation, on peut affirmer que le nombre de feuilles produites par la Var1 est plus important que la Var2. Cependant l'effet des doses de grignon testées et la nature du grignon ne présente pas des effets significatifs sur les nombre de feuille émis par le radis.



**Figure 46 : Nombre de feuilles émises par les plantules de radis en fonction des traitements**

# **Conclusion Générale et Perspectives**



Dans cette étude, notre objectif est de contribuer à la connaissance des possibilités d'introduction des grignons d'olives dans les substrats de cultures. Ceci participe à la mise en place d'une voie de valorisation des grignons d'olives dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Comme signaler dans plusieurs publications scientifiques, cette approche permet d'atteindre deux objectifs : l'un agronomique consistant à valoriser les différents éléments nutritifs que renferme les grignons tels que le carbone, l'azote, le phosphore, le potassium et divers micro-éléments ; l'autre est environnemental par la répartition plus large des grignons dans le milieu et aussi développement des alternatives d'élimination des grignons autres que celles qui sont pratiquées actuellement telles que l'incinération ou l'abandon sur les berges des cours d'eau et rivières.

L'expérimentation réalisée est basée sur l'évaluation des effets de deux (02) grignons d'une même huilerie située dans la commune de Makouda, l'un récent de la campagne actuelle et l'autre un peu plus ancien de la campagne précédente. Les paramètres choisis comme indicateurs des effets des différentes doses se sont intéressé aux variations qui puissent se produire au sein du sol, dans les eaux de drainage et le développement de la culture de radis. Les cinq (05) doses adoptées dans le protocole expérimental sont concrétisées par des proportions de grignons par rapport au sol dans la composition du substrat :

- D0, témoin sans grignon, 100% de sol
- D1, 50% de sol et 50% de grignon
- D2, 58 % de sol et 42 % de grignon
- D3, 67 % de sol et 33 % de grignon
- D4, 75 % de sol et 25 % de grignon
- D5, 83 % de sol et 17 % de grignon

L'évaluation des variations au niveau des propriétés du sol indiquent que les apports de grignons induisent des effets qui sont fonction de la nature (ou l'âge) du grignon et de la doses appliquées.

Après l'application des grignons, la réaction du sol mesurée par le pH-eau montre des valeurs allant de 5,6 à 6,6. Bien que le pH des grignons soit de 5,0 et 5,5 ; la solution du sol n'a pas été fortement acidifiée et les pH enregistrés demeurent sans effets particuliers sur la nutrition minérale des plantes.

La conductivité électrique engendrée au niveau du substrat montre la possibilité de salinisation des sols, ce qui peut être une contrainte au développement des cultures. Après expérimentation les valeurs de CE enregistrées varient de 94 à 360 avec le grignon récent et de 86 à 452 avec le grignon ancien. Cependant, nos résultats ne semblent pas indiqués une salinisation des sols pouvant constituer à court terme une contrainte au développement des cultures.

Les valeurs de la teneur en matière organique enregistrées des grignons varient de 16,5% à 18,2%, ceci montre que ces grignons d'olive peuvent être considérés comme un amendement organique des sols.

Le pH de l'eau de drainage évolue de 7 à 7,9 ceci implique que il n'est pas influencé par les doses du grignon appliqué. Ce pendant ce pH est plus lié à la nature du grignon lui-même.

L'évolution de la conductivité électrique CE de l'eau de drainage est influencé par la dose des grignons appliqué plus la dose du grignon est élevée, plus la CE de l'eau de drainage est élevée, les valeurs de la CE enregistrées varient de 236  $\mu\text{S}$  à 378  $\mu\text{S}$  pour le grignon ancien et de 634  $\mu\text{S}$  à 1640  $\mu\text{S}$  pour le grignon récent.

L'analyse des résultats, au 21<sup>ème</sup> jour après semis, de l'effet sur la hauteur et sur l'élongation racinaires des plants de radis de deux variétés montre que les doses de grignons récent et ancien n'ont pas engendré un effet significatif sur la croissance de la culture de radis. Ceci implique que pour certains effets sur ces paramètres, il serait nécessaire d'élargir la période d'observation.

Le nombre de feuille produite par les plants du radis influencé par les différentes doses de grignons appliquées qui contribuent à améliorer le nombre de feuilles émises.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour l'utilisation des grignons des huileries dans les pratiques agricoles durables. En exploitant ces résidus de manière adéquate, il est possible de valoriser leur potentiel agronomique, réduire les impacts environnementaux et contribuer à la préservation des ressources naturelles.

Sur la base des résultats obtenus et des potentialités agronomiques des grignons issus des huileries de la wilaya de Tizi-Ouzou, il est possible de formuler certaines recommandations visant à promouvoir une utilisation optimale de ces résidus en agriculture. Les recommandations suivantes peuvent être formulées :

1. Mener des études supplémentaires sur les effets d'autres types de grignons sur le sol et d'autres espèces végétales.
2. Promouvoir des pratiques agricoles durables qui intègrent l'utilisation des grignons dans les pépinières comme fraction dans la confection des substrats de cultures.
3. Favoriser un cadre favorable à l'utilisation des résidus organiques en agriculture à travers des politiques et des réglementations adaptées.
4. Sensibiliser les oléifacteurs sur l'importance des pratiques agricoles durables.

# Références bibliographiques



- **F. Halet** « Hydrolyse enzymatique des grignons d'olive » Thèse de Magister ENP 1999.
- <http://www.fao.org>
- **IBOUKHOULEF HAMIDA**, «influence du carbonate du sodium anhydre sur l'extraction de l'huile à partir du grignon d'olive », mémoire de magister, Université Mouloud Mammeri Tizi –Ouzou.
- **A. NEFZAOUI**. «Valorisation des sous-produits de l'olivier », LABORATOIRE DE NUTRITION ANIMALE INRA DE TUNISIE, 1991.
- **Samira ETAHIRI et Jamal AMINE**, «production des déchets organiques biodégradables par l'industrie agroalimentaire au maroc», mai 2006
- **Dr Ahmed TRIGUI**, «Etude en vue de l'élaboration d'un plan d'action pour l'utilisation énergétique des sous-produits de l'oliveraie tunisienne », Décembre 2008.
- **R. Derriche , K.S. Berrahmoune**, Valorisation of olive oil cake by extraction of hemicelluloses, Journal of Food Engineering 78 (2007) 1149–1154.
- **Vercauteren J, Cheze C, Triaud J. (1998)**. Polyphenols. 18th international conference on polyphenols, N°87 Ed. IRNA.
- **Francesco GL. (1993)**. Evaluations économiques sur l'innovation technologique. Les problèmes de l'environnement dans secteur oléicole en Italie. Olivae. 74, 15-20
- **Davet P., 1996**. Vie microbienne du sol et production végétale. INRA. Paris. 383p.
- **Mermoud, A. (2001)**. Cours de physique du sol. Etat de l'eau du sol. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.
- **Musy A., Soutter M., (1991)**. Physique du sol. Première édition ISBN 2-88074-211-0,1991, Presses polytechniques et universitaires romandes. 331p.
- **Lanz J., (2004)**. Soils and wine quality, Wynland, December 2004, 53-54.
- **Van Leeuwen C, Friant P., Choné X., Trégoat O., Koundouras S., et Dubourdiou D., (2004)**. Influence of Climate, Soil and Cultivar on Terroir. American Journal of Enology and Viticulture 55,207-217.
- **Seguin G., (1986)**. Terroirs and Pedology of Wine growing. Experiential, 42,861-873.

- **Maignien, R. (1969).** Manuel de prospection pédologique.
- **Duval M., Angers D.-A., et Laverdière M.-R., (1993).** Revue de quelques facteurs régissant l'état et la stabilité de la structure du sol. Agrosol VI (2) 44-51 p.
- **Mustin, M. (1987).** Le compost : gestion de la matière organique.
- **Paradis R., (2016).** Distribution spatiale du carbone organique et de l'azote dans les sols en fonctions des zones de récurrence d'inondation. Maitrise en science de l'environnement. Université du Québec à Trois-Rivières. 94p.
- **Brady, N. C., et Weil, R. R. (2008).** The soils around us. The Nature and Properties of soils, 14th ed pearson prentice Hall, New Jersey and Ohio, 1-31.
- **ITAB (2002).** Activités biologiques et fertilité des sols : intérêts et limites des méthodes analytiques disponibles.
- **ahmed abdalmonim hassan .(2020)** Le guide simplifié de laculture et de la production du radis.
- **Michel boucourt.(1994)** .description et classification des varétés de radis.
- **zourgui mohamed (2015/2014)** .action combinée de la salinité sur les paramètres hydriques biochimiques et minérales chez le radis.
- **GRUBBEN G.ET DENTON (2004)** Ressources végétales de l'afrique tropicale 2(legumes), fondation prota.
- **Ahmed abd almounim .(1990)** légumes racines tiges feuilles et fleurs .Maison arabe pour l'édition et la distribution.
- **Boussaidi N., Jouadi W., et Hamrouni S.** Effets de deux substrats (Marc de café et Grignons d'olives) sur la production de champignon de Paris (*Agaricus bisporus*, L.) dans la ferme de l'Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef (Tunisie) . Journal of Advanced Research in Science and Technology, 2022, 8(1), 35-49.
- **Chehab, H., Tekaya, M., Ouhibi, M., Gouiaa, M., Zakhama, H., Mahjoub, Z., Laamari, S., Sfina, H., Chihaoui, B., Boujnah, D., Mechri, B., 2019.** Effects of compost, olive mill

wastewater and legume cover crops on soil characteristics, tree performance and oil quality of olive trees cv. Chemlali grown under organic farming system. *Sci. Hortic.* 253, 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.039>.

● **Hemmat, A., Aghilinategh, N., Rezainejad, Y., Sadeghi, M., 2010.** Long term impacts of municipal solid waste compost, sewage sludge and farmyard manure application on organic carbon, bulk density and consistency limits of a calcareous soil in central Iran. *Soil Tillage Res.* 108, 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.still.2010.03.007>.

● **Khan, D.H.; Frankland, B.** Effects of cadmium and lead on radish plants with particular reference to movement of metals through soil prople and plant. *Plant and Soil* 70(1983) 335-345.

● **Forbes, P.J.; Black, K.E.; Hooker, J.E.** Temperature-induced alteration to root longevity in *Lolium perenne*. *Plant Soil* 190(1997) 87–90.

# **Annexes**



## **ANNEXE 1 : Tableau plages descriptives du pH dans les sols**

<b>Qualification du sol</b>	<b>Valeur du Ph</b>
<b>Ultra acide</b>	<b>&lt;3,5</b>
<b>Extrêmement acide</b>	<b>3,5 à 4,4</b>
<b>Très fortement acide</b>	<b>4,5 à 5,5</b>
<b>Fortement acide</b>	<b>5,1 à 5,5</b>
<b>Modérément acide</b>	<b>5,6 à 6,0</b>
<b>Légèrement acide</b>	<b>6,0 à 6,6</b>
<b>Neutre</b>	<b>6,6 à 7,3</b>
<b>Légèrement alcalin</b>	<b>7,4 à 7,8</b>
<b>Modérément alcalin</b>	<b>7,9 à 8,4</b>
<b>Fortement alcalin</b>	<b>8,5 à 9,0</b>
<b>Très fortement alcalin</b>	<b>9,0</b>

**ANNEXE 2: Tableau classe de la qualité des sols selon l'échelle de Durand J.H.(1983).**

<b>Classe</b>	<b>CE en <math>\mu\text{s}/\text{cm}</math> à 25°C</b>	<b>Qualité des sols</b>	<b>Effet sur le rendement</b>
<b>Classe I</b>	<b>0 à 500</b>	<b>Non salé</b>	<b>Négligeable</b>
<b>Classe II</b>	<b>500 à 1000</b>	<b>légèrement salé</b>	<b>Diminution du rendement des cultures très sensible au sel.</b>
<b>Classe III</b>	<b>1000 à 2000</b>	<b>Salé</b>	<b>Diminution des rendements de la plus part des cultures</b>
<b>Classe IV</b>	<b>2000 à 4000</b>	<b>Très salé</b>	<b>Seules les cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant</b>
<b>Classe V</b>	<b>Plus de 4000</b>	<b>Extrêmement salé</b>	<b>Seules quelques cultures donnent des rendements satisfaisants</b>

**ANNEXE 3: Tableau classification des teneuses en matière organique (MO) dans le sol . (DEJON et al, 1998 in Tir 2001).**

<b>MO ( %)</b>	<b>Sol</b>
<b>&lt;1%</b>	<b>Taux très faible, sol très pauvre en MO</b>
<b>1,2%</b>	<b>Taux faible, sol pauvre en MO</b>
<b>2,4%</b>	<b>Bonne, sol riche en MO</b>
<b>&gt;4%</b>	<b>Très bonne ,sol Très riche en MO</b>