



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la terre  
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

## MASTER

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Ecologie et Environnement

**Spécialité :** Ecologie

**Par :** M<sup>elle</sup> DAHMANE Samira

M<sup>elle</sup> YAGOUB Messaouda

## Thème

**Etude l'impact des margines sur la  
culture du blé et la nature des  
sols, dans la région du Ghardaïa**

Soutenu publiquement le: 24/06/2019

Devant le jury:

<b>M. BOUNAB Choayb</b>	Maître conference B	Univ. Ghardaïa	<b>Président</b>
<b>M. AOUADI Abdelhafid</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Encadreur</b>
<b>M. CHIKHI Faredj</b>	Doctorant	Univ. Ghardaïa	<b>Co-Encadreur</b>
<b>M<sup>me</sup>. MEBAREK OUDINA Ismahane</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Examinatrice</b>

Année universitaire 2018/2019

# Remerciements



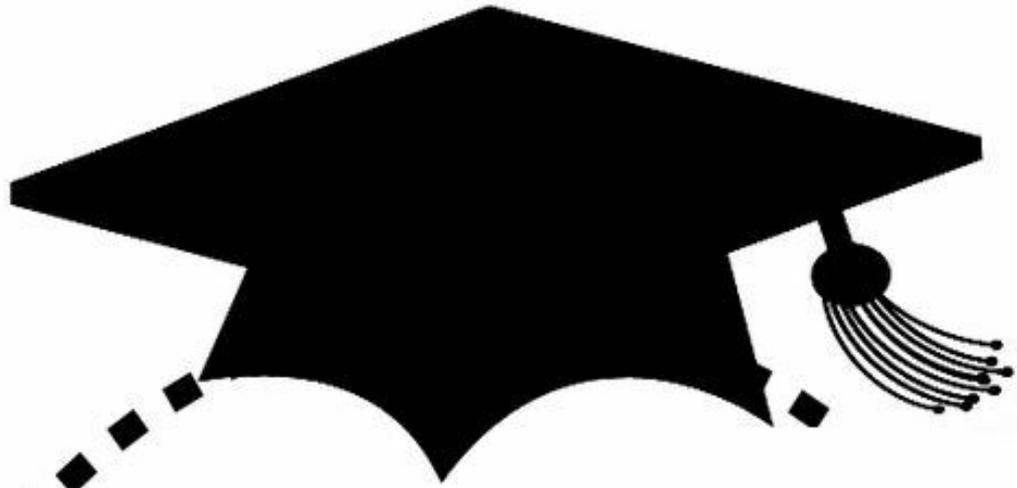
*Avant tout nous remercions le bon Dieu de nous avoir donné le courage, la volonté, la patience et la santé durant toutes ces années et que grâce à lui ce travail a pu être réalisé.*

*Nous tenons à exprimer toute nos reconnaissances à notre promoteur monsieur Aouadi Abdelhafid. Nous le remercions de nous 'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.*

*Nous remercions également notre copromoteur Mr « Chikhi Faredj » pour leurs conseils et leurs aides*

*Nos remerciements vont également aux membres de jury  
Enfin, merci à toute personne qui a pu, de près ou de loin contribuer à l'accomplissement de ce travail*





# Dédicace

*A qui*

*Été loin d'ici mais jamais absent*

*Secret de ma force*

*A pure âme de mon cher papa **DAHMANE Messaoud***

*Qui nous a quittés très tôt laissant derrière lui un grand vide que personne ne pourra combler*

*A qui*

*A toujours été là pour moi et a combattu de toutes ses forces pour mon bonheur et mon succès*

*Qui j'étais le brandon de son espoir*

*Et le fruit de son effort*

*Ma très chère **maman**, qui été éclairé mon chemin*

*Que Dieu te protège et t'accorde une longue vie pleine de santé et de bonheur*

*A qui*

*Ont été toujours à mes cotés*

*Pour le soutien qu'ils m'ont apporté.*

*Mes trois cœurs "sœurs":*

*Amina, Houda, Hosna*

*A Mon cousin **MELLAKH Khaled***

*A qui que j'aime tant, mes chers ami(e)s :*

***SALEM Wafa, CHEBOUT Imad, ZIANI Kouider (KOKI), ANICHAL Youcef, BEN KOUMAR Mouad***

*Je dédie ce modeste travail.*





*Dédicace*

*A Mes chers parents*

*Sans vous, je ne serais pas ce que je suis et que toute ma  
réussite dans*

*La vie et dans mes études dépendra de ce que vous m'avez  
donné*

*Acceptez ce travail comme un témoignage de ma profonde  
Sympathie.*

*Que Dieu vous accorde la santé et la vie.*

*A Mes chère frangines.*

*Zohra , Ibtissem et ses enfants Aicha et Zakaria.*

*A mes chers frangins.*

*A tous mes amis.*

*A ma binômesamira, dieu merci de nous avoir rassemblé*

*A tous ceux qui m'aiment.*

*A tous ceux que j'aime.*

MESSAOUDA

## **Liste des abréviations**

**MO** : Matière organique

**CE** : Conductivité électrique

**DCO** : Demande Chimique en oxygène

**DBO** : Demande biologique en oxygène

**Mt** : Millions des tonnes

**USDA** : United States Département of Agriculture

**CIC** : Conseil international des Céréales

**APS** : Algérie Presse service

**mmt** : millions de tonnes métriques

## Liste des figures

Numéro	Titre	Page
<b>Figure 1</b>	Composition schématique d'un sol, exprimée en pourcentage volumique	1
<b>Figure 2</b>	Représentation des tailles des différentes particules du sol	4
<b>Figure 3</b>	Triangle textural	4
<b>Figure 4</b>	Structure d'un sol	15
<b>Figure 5</b>	Le complexe argilo-humique	17
<b>Figure 6</b>	Carte mondiale des importateurs de blé 2017-2018	23
<b>Figure 7</b>	Epi et Epillet de blé	24
<b>Figure 8</b>	Organe reproducteur de la fleur du blé	25
<b>Figure 9</b>	Histologie du grain de blé	26
<b>Figure 10</b>	Les différents stades de développement du blé	29
<b>Figure 11</b>	Situation géographique de la région d'étude	30
<b>Figure 12</b>	Les sols échantillonnées (sol cultivé et sable de dune)	31
<b>Figure 13</b>	Les quantités de margines appliquée sur les sols	33
<b>Figure 14</b>	Les échantillons prélevés du sol et traités par les margines	34
<b>Figure 15</b>	Les prélèvements des argiles et des limons sur la pipette de ROBINSON	35
<b>Figure 16</b>	Mesure de pH et de la conductivité électrique des échantillons du sol	36
<b>Figure 17</b>	Détermination de la matière organique du sol par titrage	37
<b>Figure 18</b>	Emergence des coléoptiles et début la levée des plantes	37
<b>Figure 19</b>	Les différents accroissements de blé pour chaque traitement durant les deux mois	38
<b>Figure 20</b>	Stade floraison de blé	39
<b>Figure 21</b>	Présentation des sols (SOL I, SOL II) sur le triangle textural	40
<b>Figure 22</b>	Effet des margines sur le pH des sol, après épandage	41
<b>Figure 23</b>	Effet des margines sur la conductivité électrique des sols, après épandage	43
<b>Figure 24</b>	Effet des margines sur l'évolution de la matière organique	44
<b>Figure 25</b>	Variation de taux de germination des graines de blés après épandage des margines	45
<b>Figure 26</b>	Mesures de la levée végétative des plantes de blé après les premiers huit jours	46
<b>Figure 27</b>	Effet des margines sur la longueur de blé, après épandage	49
<b>Figure 28</b>	Effet des margines sur le nombre des épis	50

## Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
<b>Tableau 1</b>	Traitements et domaines d'applications possibles des margines cités dans la littérature .....	7
<b>Tableau 2</b>	Limites géographique de Ghardiaïa .....	30
<b>Tableau 3</b>	Les coordonnées géographiques des stations d'étude .....	31
<b>Tableau 4</b>	Les caractéristiques physico-chimiques des margines étudiés .....	32
<b>Tableau 5</b>	Quantité des margines épandus sur les pots .....	33
<b>Tableau 6</b>	Caractéristiques pédologique des sols étudiés.....	40
<b>Tableau 7</b>	Classement des moyennes des résultats d'analyses de pH des sols .....	41
<b>Tableau 8</b>	Classement des moyennes des résultats d'analyses de la salinité du sol.....	42
<b>Tableau 9</b>	Classement des moyennes des résultats d'analyse de Matière organique du sol .....	43
<b>Tableau 10</b>	Classement des moyennes de nombre des graines germé en pot durant les premier 8 jours, après épandage .....	45
<b>Tableau 11</b>	Classement des moyennes de levée des plants pour les premier 8 jours et en fonction les traitements appliquées .....	46
<b>Tableau 12</b>	Classement des moyennes de nombre des épis des différents traitements .....	50

# Tables des matières

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	

## Chapitre I : Synthèses bibliographiques

### Margines

I.1. Définition .....	03
I.2. Production de margines.....	03
I.3. Caractéristiques physico-chimiques des margines.....	03
I.4. Impacts environnementaux des margines .....	04
a. Pollution des eaux.....	04
b. Pollution des sols.....	05
c. Pollution de l'air .....	05
d. Impact sur les plantes .....	06
I.5. Traitement des margines .....	06
I.6. Valorisation des margines.....	08
I.6.1. Epandage (Fertilisation des terres agricoles) .....	08
I.6.2. Compostage des margines.....	09
I.6.3. Production de biogaz.....	10
I.6.4. Utilisation en alimentation animale.....	10

### Sol

II.1. Composition du sol .....	11
II.1.1. Composition physique de sol.....	11
II.1.1.1.Phase solide .....	12
II.1.1.2. Phase liquide .....	12
II.1.1.3. Phase gazeuse .....	12
II.1.2. Comportement biologique .....	13
II.2. Propriétés du sol .....	13
II.2.1. Propriétés physiques .....	13
II.2.1.1. Texture .....	13
II.2.1.2. Structure.....	15

II.2.1.3. Porosité .....	15
II. 2.1.4. Eau dans le sol .....	15
II.2.2. Propriétés chimiques .....	16
II.2.2.1. pH .....	16
II.2.2.2. Complexe argilo-humique .....	16
II.2.3. Propriétés Biologiques .....	18
II.2.3.1. Activité biologique du sol .....	18
II.2.3.2. Faune .....	18
II.2.3. 3. Microflore .....	18
II.2.3. 4. Humus .....	19
• Substances non-humiques .....	19
• Substances Humiques .....	19
II. 2.3. 5. Matière organique .....	19
II. 2.3. 6. Fertilité du sol .....	20

## **Blé**

III. Culture du blé .....	21
III.1. Classification botanique .....	21
III.2. Production et importance de la culture du blé .....	21
III.2.1. Au niveau mondial .....	21
III.2.2. Au niveau national .....	22
III.3. Biologie et cycle de développement du blé .....	23
III.3.1 Caractères morphologiques .....	23
III.3.1.1. Appareil végétatif .....	23
a. Système racinaire .....	23
b. Tige et feuille .....	23
III.3.1.2. Appareil reproducteur .....	24
III.3.1.3. Grain .....	25
III.3.2. Cycle de développement .....	26
III.3.2.1. Période végétative .....	27
A. Germination-levée .....	27
B. Tallage .....	27
III.3.2. 2. Période reproductrice .....	28

A. MONTAISON-GONFLEMENT.....	28
B. EPIAISON- FLORAISON.....	28
C. Remplissage du grain.....	28

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

I. Présentation de la région d'étude .....	30
II. Matériel utilisé.....	31
II.1. Sol .....	31
II.2. Plante étudié .....	32
II.3. Margine .....	32
Protocol expérimental.....	32
III. Analyses au laboratoire .....	34
III.1. Analyses physico-chimiques du sol .....	34
III.1.1. Analyse granulométrique .....	34
III.1.2. Mesure de PH .....	36
III.1.3. Mesure de la conductivité électrique .....	36
III.1.4. Mesure de la matière organique.....	36
IV. Paramètres végétales étudiés .....	37
IV.1. Nombre des graines germées et levée des plantes .....	37
IV.2. Hauteur des talles en cm .....	38
IV.3. Nombre d'épi .....	39
IV.4 Analyse statistique.....	39

## **Chapitre III : Résultats et discussion**

III.1. Analyses du sol .....	40
III.1.1. Caractères pédologiques .....	40
III.1.2. Caractères physico-chimiques .....	41
III.1.2.1. pH .....	41
III.1.2.2. Conductivité électrique .....	42
III.1.2.3. Matière organique. ....	43
III.2. Paramètres végétal .....	45

II.2.1. Germination et levée des graines de blé.....	45
III.2.2. Longueurs des talles de blé.....	47
II.2.3. Nombre des épis .....	50

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

# **Introduction**

L'industrie oléicole est une activité économique importante, concentrée principalement dans les pays méditerranéens qui tiennent environ 95% de la production mondiale, dont 1% pour l'Algérie en 2001. Comme toutes les industries agro-alimentaires, l'opération d'extraction nécessite de grandes quantités d'eau, par conséquent cette industrie engendre d'importantes quantités d'effluents liquides (les margines). Les margines, ou eaux de végétation, sont des rejets liquides très riches en matières organiques (composés phénoliques, lipides), souvent répandues en l'état dans la nature, de manière incontrôlée sur les sols agricoles ou parfois stockées provisoirement dans des cuves, exposant ainsi les systèmes eau-sol-plante, à une pollution inéluctable. Différents traitements d'épuration leurs sont appliqués : biologiques, physiques chimiques. Coûteux et encore insuffisants, ces traitements consistent tous à réduire leur impact sur l'environnement. (Arda et *al.*, ; Kavvadias et *al.*, 2010).

Le rejet des effluents des industries productrices d'huiles d'olive est un problème majeur surtout dans les pays du bassin méditerranéen. Ces eaux fortement polluées causent de sérieux dégâts environnementaux. L'absence de méthodes de traitement adaptées poussent les propriétaires de moulins à huile à rejeter ces eaux dans la nature sans aucun contrôle ou à surcharger avec ces substances toxiques un réseau d'égout pas adapté (Benyahya et Zein, 2003).

Ces considérations ont conduit plusieurs chercheurs à l'échelle nationale et internationale à choisir la voie du traitement et de la valorisation des margines pour limiter leur pollution (Gharsallah et *al.*, 1999 ; Garcia Garcia et *al.*, 2000 ; Leger et *al.*, 2000 ; Kissi et *al.*, 2001 ; Garrido Hoyos et *al.*, 2002 ; Pozo et *al.*, 2002 ; Fenice et *al.*, 2003). D'autre part les sols des régions arides sont relativement pauvres en matière organique. Cet appauvrissement est accéléré par l'intensification des cultures, la texture légère de ces sols et le non restitution des résidus des cultures dans le sol. L'épuisement de la matière organique de ces sols accentue la dégradation et la diminution de leur fertilité favorisant ainsi les processus d'érosion et de désertification. Afin de préserver ces sols et maintenir leur productivité, l'apport des amendements organiques devient indispensable. Cependant, ces amendements ne sont pas toujours disponibles et leur qualité laisse souvent à désirer. Parmi ces amendements, les margines peuvent constituer un éventuel amendement pour les sols des régions arides pauvres en cet élément (Bouajila et *al.*, 2009).

En Algérie, la culture des céréales occupe une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. La superficie ensemencée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 millions d'ha. Les superficies annuellement récoltées représentent 63% des emblavures (Djermoun, 2009). Aussi, les importations des céréales représentent 43% des valeurs globales des importations du pays et le blé dur représente la majorité des importations (Smadhi et Zella, 2009).

L'objectif de ce travail est de valoriser les déchets liquide d'un sous-produit oléicole " Margines " en appliquant différents traitements pour cerner par la suite le meilleur qui pourra favoriser l'amélioration de la qualité des sols et la culture de blé.

Pour cela nous avons testé leurs effets sur quelques paramètres physico-chimiques à savoir le pH, la conductivité électrique (salinité) et la matière organique dans deux types de sol, et sur quelques paramètres végétal de blé à savoir la germination (nombre des graines germées), la levée, le développement des talles et l'épiaison (nombre des épis).

Pour valoriser l'utilisation de margines comme amendement qui conduit à l'amélioration de la qualité des sols, on a proposé deux hypothèses de travail :

➤ Hypothèse nulle ou  $H^0$  : Il y a un effet positive des margines sur les différents paramètres : pH, conductivité électrique, matière organique, germination et levée des graines de blé, Longueurs des talles de blé, Nombre des épis.

➤ Hypothèse alternative H: n'existe pas un effet positive des margine sur les différents paramètres : pH, conductivité électrique, matière organique, germination et levée des graines de blé, Longueurs des talles de blé, Nombre des épis.

Ce présent travail comporte trois chapitres :

✓ Le premier chapitre se consacrée à une synthèse bibliographique sur le sol, margine et le blé.

✓ Le deuxième chapitre dans lequel nous présentons le matériel et les méthodes utilisés.

✓ le troisième chapitre on a présenté les résultats et les discussions.

✓ En fin une conclusion générale est établie pour ressortir l'apport de notre approche.et perspective.

**Synthèse  
bibliographique**

## I. MARGINES

### I.1. Définition

Les margines sont des eaux de végétation qui sont générées lors de l'extraction de l'huile d'olive vierge. Ce sont des effluents riches en matière organique (composés phénoliques, lipides, sucres, protéines...) et en sels minéraux (potassium, sodium, magnésium...). Ces margines sont souvent épandues de manière incontrôlée sur les sols agricoles ou stockées dans les cuvettes, exposant ainsi les systèmes eau sol- plante à une pollution inéluctable (Yaakoubi et *al.*, 2009). Elles sont composées de 40 à 50% de l'eau végétal qui provient du fruit (olive) et le reste de l'eau de fabrication ajoutée lors du processus de trituration (Nefzaoui, 1987).

### I.2. Production de margines

La quantité des margines mondiale produite annuellement est estimée entre 25 et 40 Millions de m<sup>3</sup> à savoir 90% localisée au niveau du bassin méditerranéen. De plus, les nouveaux systèmes d'extraction de l'huile (centrifugation) multiplient par trois la quantité d'eau utilisée et donc de margine (Nefzaoui 1991).

Moyennement une tonne d'olive triturée peut générer 1 m<sup>3</sup> de margines et une charge polluante de 70 kg de DCO. En outre un kg d'olives donne lieu de 1 à 1.5 litres de margines et sa production est accentuée par le procédé à trois phases (Léger, 1999).

### I.3. Caractéristiques physico-chimiques des margines

La caractérisation physico-chimique des margines a été étudiée par plusieurs chercheurs et est généralement tributaire des techniques et des systèmes d'extraction de l'huile d'olives, elle diffère d'un pays à l'autre. À titre d'exemple, Fiestas Ros De Ursinos et Borja (1992) ont montré que leur échantillon de margines contenait les composés fondamentaux qui sont : l'eau (83,2 %), les substances organiques (15 %) et les substances minérales (1,8 %).

Les margines se présentent comme un liquide résiduel aqueux d'aspect trouble, de coloration brune-rougeâtre à noire. Leur odeur rappelle celle de l'huile d'olive, mais elle peut devenir gênante lors des phénomènes de rancissement ou de fermentation. Sa couleur noire est due à la présence des polyphénols (Lesage et *al.*, 2001).

La composition chimique des margines est assez variable. Elle dépend de nombreux facteurs, en particulier du mode d'extraction de l'huile, mais aussi de la période de production (Benyahia et Zein, 2003).

Ces eaux sont caractérisées par un pH acide de 4,5 à 5,5 et une forte salinité exprimée en conductivité électrique de 18 à 50 mS/cm (Levi-Minzi *et al.*, 1992), dus surtout aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium (Balice *et al.*, 1990).

Les effluents d'huileries d'olive ont un pouvoir polluant très important avec une demande biologique en oxygène (DBO) de 100 g/L et une demande chimique en oxygène (DCO) de 200 g/L (Balice *et al.*, 1990). Ces valeurs sont 200 à 400 fois supérieures à celles des eaux municipales (Cossu *et al.*, 1993 ; Tabet *et al.*, 2006). Ces effluents fortement chargés en matières organiques, avec une concentration de 20 à 129,93 g/l, comporte :

- une fraction insoluble constituée essentiellement de pulpes d'olives, matières en suspension et colloïdales (Fki *et al.*, 2005).
- une fraction soluble dans la phase aqueuse qui contient des sucres, lipides, acides organiques, pectines, composés phénoliques (Hamdi, 1991), vitamines et traces de pesticides (Kapellakis *et al.*, 2008).

#### **I.4. Impacts environnementaux des margines**

Les margines sont caractérisées par une concentration élevée en polyphénols et en matières organiques qui exercent une activité polluante très élevée (Camurati *et al.*, 1984). Une fois rejetées sans traitement préalable, ces margines auront un impact négatif sur l'environnement, dû à leur pouvoir d'inhiber le développement des plantes et de certains microorganismes (Filidel *et al.*, 2003). Plusieurs études ont montré que l'application directe des margines non traitées sur le sol modifie ses propriétés et contamine la nappe phréatique (Moreno *et al.*, 1987 ; Yesilada *et al.*, 1995).

##### **a). Pollution des eaux**

Les margines souvent rejetés dans des récepteurs naturels sans aucun traitement préalable, ils nuisent fortement à la qualité des eaux de surfaces. La coloration des eaux naturelles due aux tannins est l'un des effets les plus visibles de la pollution (Kapellakis *et al.*, 2008), la très forte charge en matières organiques empêche ces eaux de s'auto-épurer et la pollution peut s'étendre sur de très longues distances (Mébirouk, 2002).

Ces effluents sont peu dégradables à cause des substances phytotoxiques et antimicrobiennes (phénols, acides gras, etc.) qu'ils contiennent. Ils entraînent une

diminution de la concentration en oxygène dissous. Les composés phénoliques s'oxydent facilement par l'oxygène du milieu, ce qui rend l'environnement irrespirable avec une asphyxie de toute vie aquatique (Lesage-Meessen et *al.*, 2001). Ce phénomène entraîne donc une dégradation de la qualité des eaux de surface en inhibant le développement des microorganismes spécialement les bactéries (Bali et *al.*, 2007). Par conséquent, la capacité d'autoépuration naturelle serait limitée (Iboukhoulef, 2014).

Les lipides forment un film sur la surface des eaux, ce qui empêche la pénétration de la lumière du soleil et l'oxygène, inhibant ainsi la croissance des plantes (Kapellakis et *al.*, 2006).

L'épandage des effluents d'huileries d'olive, très riches en éléments azotés, sur les sols peut également poser des problèmes environnementaux. En effet, les nitrates peuvent polluer les nappes situées dans ou à proximité de la zone d'épandage et souiller la qualité de l'eau potable (Benyahia et Zein, 2003 ; Fki et *al.*, 2005).

#### **b). Pollution des sols**

Selon Benyahia et Zien (2003), l'épandage des effluents d'huileries d'olive sur les sols diminuent la qualité des sols. Les substances toxiques contenues dans ces eaux se fixent dans les sols. Certaines de ces substances telles que les phénols peuvent inhiber l'activité microbienne du sol, d'autres, des résidus de pesticides notamment, sont nocives aux plantes (effets phytotoxiques et antimicrobiens).

Ces déchets sont à l'origine de l'augmentation de la salinité des sols (Fiestas Ros de Ursinos, 1981) et de la diminution du pH, qui pourrait être à l'origine du changement des caractéristiques physico-chimiques (Marisot et Tournier, 1986).

Par ailleurs, le caractère visqueux des margines entraîne la formation d'un dépôt huileux qui provoque l'imperméabilisation du sol dans un premier lieu et son asphyxie par la suite (Cadillon, 1991).

#### **c). Pollution de l'air**

La décharge des margines dans les bassins d'évaporation à ciel ouvert, sur les terres ou dans les eaux naturelles génère des processus de fermentation et l'émission de plusieurs gaz, notamment le méthane, le dioxyde de carbone et le sulfure d'hydrogène. Ce dernier conduit une pollution considérable par les odeurs même à grandes distances, en particulier au cours de la période de trituration des olives (Niaounakis et Halvadakis, 2004). La

pollution de l'air a un impact négatif sur les activités économiques en zones touristiques et archéologiques (Aggoun-Arhab, 2016).

#### **d. Impact sur les plantes**

Différentes recherches ont démontré que l'épandage des margines avait des répercussions agronomiques défavorables, liés essentiellement à la teneur élevée en substances phénoliques non facilement biodégradables (Sahraoui et *al.*, 2012) et à la présence des acides gras libres à longue chaîne (Zahari et *al.*, 2014). Ces composés sont synthétisés contre certains agents pathogènes (Bianco et *al.*, 1999).

Elles peuvent agir en tant que composants phytotoxiques, inhibant la croissance ainsi que la germination des plantes et la croissance végétative (Morillo et *al.*, 2009). Par conséquent, l'utilisation agronomique par épandage direct des déchets d'huileries d'olive a de mauvaises répercussions sur les eaux, les sols, les microorganismes et les plantes. D'où la nécessité de traiter ces effluents afin de pallier aux problèmes environnementaux qu'ils engendrent. Dans ce sens, plusieurs travaux ont été effectués pour remédier à ce problème (El hajjouji, 2007).

#### **I.5. Traitement des margines :**

A partir des années soixante-dix, les effluents d'huileries d'olive ont fait l'objet d'une grande attention de la part des institutions scientifiques, des entreprises et des organismes publics afin d'étudier et de proposer les meilleures technologies en matière de minimisation des impacts environnementaux, de valorisation ou d'élimination (El Alami, 2000).

Plusieurs traitements de dépollution des margines ont été testés et proposés pour faire face à leur impact environnemental. A noter que la plupart de ces applications sont seulement décrites dans la littérature scientifique (Dermeche et *al.*, 2013) mais ne seraient pas ou difficilement applicables sur le terrain (Aggoun-Arhab, 2016).

Tout fois, les procédés de traitement envisageables pour l'élimination de la charge polluante des margines peuvent être classés physique, chimique et biologique. Ils peuvent être utilisés seuls ou combinés (Iboukhoulef, 2014).

**Tableau n° 1** : Traitements et domaines d'applications possibles des margines cités dans la littérature (source Aggoun-Arhab, 2016)

Traitements	Processus	Principe	Références
<b>Physiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- centrifugation,</li> <li>- Distillation et évaporation</li> <li>- Membranaire (ultrafiltration, microfiltration, osmose inverse)</li> <li>- Combustion et incinération,</li> <li>- Ozonation</li> <li>- Irradiation-ultrason à basse fréquence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membranes de filtration permettant la séparation des substances dissoutes selon la taille des particules et la charge électrique</li> <li>- Utilisé surtout pour margines 2-phases</li> </ul>	<p>Akdemir and Ozer (2008)  Niaounakis et Halvadakis (2006)  Drouiche <i>et al.</i> (2004)  Kappellekis <i>et al.</i> (2008)  Beltran-Heredia <i>et al.</i> (2000)  Atanassova <i>et al.</i> (2005)</p>
<b>Biologique</b>	Anaérobique (digesteurs contact anaérobies, lit de boues à flux ascendant, lit de boues à filtre anaérobie).	Dégradation de la matière organique par les microorganismes anaérobiques (bactéries, levures et champignons filamenteux)	Mann <i>et al.</i> (2010)
	Aérobique (boues activées)	Utilisation des lipides ou des substances liées aux lipides seuls ou avec les sucres comme sources de matière organique par certains microorganismes lipolytiques (bactéries, champignons et levures)	Xavier da Silva (2014)
<b>Chimiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaction Fenton</li> <li>- Echange d'ions</li> <li>- Neutralisation</li> <li>-Floculation/ coagulation, précipitation/ clarification</li> <li>- Adsorption</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oxydation chimique et coagulation des composés organiques.</li> <li>- Substitution des ions dans la solution en utilisant des réactifs chimiques</li> <li>- Réduire le pH à 7 par</li> </ul>	<p>Kallel <i>et al.</i> (.2009).  Kapellakis <i>et al.</i> (2008)  Mitrakas <i>et al.</i> (1996)  Riccardi <i>et al.</i> (2000)</p>

	- Oxydation électrochimique	le H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , ou augmenter le pH par Ca(OH) <sub>2</sub> - Usage des produits chimiques ou autres matériaux - Adsorption des composés dissous des margines sur une substance solide. - Les polluants sont adsorbés à la surface de l'anode de l'électrode, puis détruits par réaction de transfert d'électrons.	Niaounakis et <i>al.</i> (2004). Chatzisyneon et <i>al.</i> (2008).
--	-----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------

## I.6. Valorisation des margines

Parallèlement aux recherches réalisées sur le traitement des margines, des études de valorisation ont été effectuées. Les margines sont riches en éléments nutritifs (minéraux et organiques). Ce critère a amené les chercheurs à mettre au point de nombreux procédés de valorisation et d'exploitation des margines aussi bien à l'échelle de laboratoire qu'à l'échelle pilote (Fiestas Ros de Ursinos, 1981). Cette valorisation a pour objectif l'élimination des composés phénoliques d'une part et l'utilisation des margines dans les domaines de la biotechnologie, de la chimie et de l'agriculture d'autre part (Levis-Menzi et *al.*, 1992), parmi ces applications on peut citer :

### I.6.1. Epandage (Fertilisation des terres agricoles)

La première proposition pour l'emploi des effluents d'huileries d'olive pour la fertirrigation remonte à 1942 (Chimi, 1997), mais depuis, l'opinion des chercheurs semble très partagée. Certains mettent en évidence des phénomènes éventuels de pollution ou encore des phénomènes qui seraient plus nuisibles que bénéfiques (El hajjouji, 2007).

L'épandage agricole des margines constitue une alternative parmi les solutions permettant de les valoriser, mais à condition que cette opération soit contrôlée et maîtrisée en respectant les doses à appliquer (Sahraoui, 2012).

Les margines contiennent une forte concentration de matière organique et certains éléments nutritifs, en particulier le potassium, qui pourrait être utilement utilisé pour

améliorer les propriétés physico-chimiques et biologiques, puis la fertilité et la productivité du sol (Roig et *al.*, 2006). Elles apportent, 3,5 à 11kg de K<sub>2</sub>O et de 0,6 à 2kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 0,15 à 0,5kg de MgO par mètre cube (Fiestas Ros De Ursinos et *al.*, 1982).

Cette richesse fait des margines un biofertilisant à bas coût et une source d'eau d'irrigation dans les pays Méditerranéens où les précipitations sont de plus en plus rares (Caputo et *al.*, 2013).

L'utilisation des margines comme fertilisant n'est pas sans inconvénients, ils génèrent une acidité et une salinité élevées, accumulation des lipides et des organique (Yaakoubi et *al.*, 2009). Cependant, il existe des cas où l'épandage des margines est non autorisé (Projet CFC/IOOC/04) :

1. Terres agricoles à pH neutres et/ou acides et à texture très grossière : sols sableux et sols caillouteux ;
2. Terres hydromorphes dans les points bas de la topographie ou liés à la présence de mouillères ;
3. Sols avec des nappes phréatiques superficielles de profondeur inférieure à 10 mètres ;
4. Terrains très proches (moins de 20 m) d'une source hydrique (puit, lac, rivière,...etc.) ;
5. Terrains de pente supérieure à 15 % (risque de ruissellement des margines) ;
6. Terres inondées ou gorgées d'eau (en cas de pluie);
7. A proximité des centres urbains.

### **I.6.2. Compostage des margines :**

Le compostage est l'une des principales technologies pour recycler les margines et les transformer en fertilisants (Roig et *al.*, 2006). Ce processus est traditionnellement réalisé en Espagne dans des bassins d'évaporation (Papadimitriou et *al.*, 1997). La technique consiste à ajouter aux margines toutes sortes de résidus secs, agricoles ou forestiers, et le mélange subit une fermentation aérobie anaérobie. Ensuite, un séchage partiel et un conditionnement sous forme de pellette sont effectués. Le produit ainsi obtenu est utilisé comme engrais (Tomati et Galli, 1992).

Durant le compostage, les microorganismes dégradent en aérobie les composés de carbone organique tels que les protéines, les acides aminés et les peptides en CO<sub>2</sub>, eau,

sels minéraux et des matières organiques stables contenant des substances de type humiques (Senesi et *al.*, 1989).

Le compost est une source de matière organique pour la construction et la maintenance de l'humus du sol. Il peut améliorer la croissance et la vigueur des cultures, réduire les pathogènes des plantes et améliore la résistance de celles-ci aux maladies (Ezelin, 1998).

### **I.6.3. Production de biogaz**

Les processus de la digestion anaérobie aux margines permet par une série de réactions biochimiques effectuées par deux types de bactéries acidogènes et méthanogènes (Loulan et Thelie, 1987) de transformer 85% des substances organiques en biogaz dont la teneur est de l'ordre de 65 à 70 % représentée par le méthane et le Co<sub>2</sub>. Le méthane sera utilisé comme un moyen thermique ou sera reconverti en énergie thermique (Nefzaoui, 1991).

### **I.6.4. Utilisation en alimentation animale**

Les margines ont été utilisées directement comme aliment pour le bétail (Ercoli et Ertola, 1983). Elles ont été distribuées sous forme d'eau de boisson à des volailles (Fedeli et Camurati, 1981). Ces expériences ont montré un abaissement du taux de mortalité de ces animaux et une diminution de leur coût par kilo de viande produite (Salvemini et Cera, 1984).

Cependant, l'apport des effluents d'huileries d'olive déshydratés aux ruminants provoque des diarrhées en raison de leur taux élevé en sodium et en composés phénoliques (Salvemini et Cera, 1984). De ce fait une application directe des effluents d'huileries d'olive bruts est à proscrire. Chimi (1997) a montré que l'ajout de protéines à l'aliment de bétail semble remédier au problème de diarrhées en réduisant l'effet inhibiteur des composés phénoliques.

## II. SOL

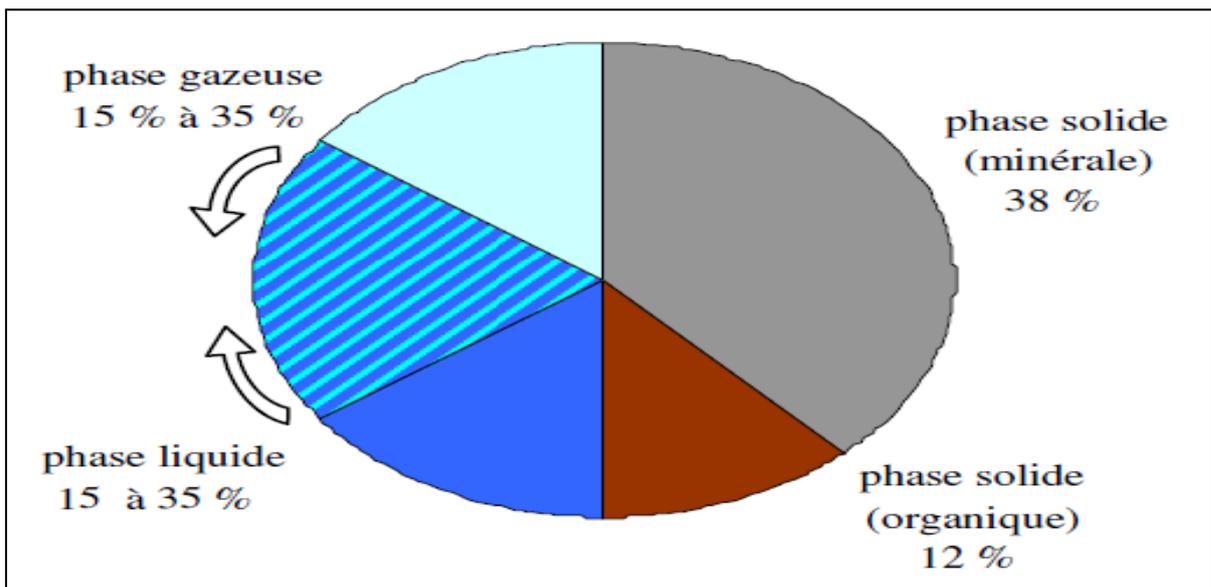
Le sol, que l'on peut définir comme la mince couche supérieure de la croûte terrestre (pédosphère) où s'interpénètrent la roche (lithosphère), l'air (atmosphère), l'eau (hydrosphère) et les organismes vivants (biosphère), est un milieu plus complexe que l'air ou l'eau (Baize et Girard, 1995), superficielle et souvent meuble résultant de la transformation, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants (biosphère), d'un matériau minéral (géosphère) issu le plus souvent d'une roche sous-jacente, sous l'influence des processus physiques, chimiques et biologiques (Girard et al, 2004).

### II. 1. Composition du sol

#### II.1.1 Composition physiques du sol

Le sol est un milieu tridimensionnel organisé, structuré, qui peut être observé sur des échelles dont les dimensions varient de plusieurs ordres de grandeur, depuis l'agencement des feuillets minéraux des argiles qui composent sa phase solide, jusqu'à l'agencement complexe des couches de sol qui constituent la couverture pédologique. Le sol est constitué trois phases, solide, liquide et gazeuse. Chacune d'elles peut être caractérisée indépendamment des autres, mais elles sont en réalité intimement mêlées (Moeys, 2007).

Calvet (2003) dissocie les organismes vivants de la matière organique du sol et considère le sol comme étant un système composé de quatre compartiments, les trois sous phases sus-citées ajoutées aux organismes vivants.



**Figure n°01 :** Composition schématique d'un sol, exprimée en pourcentage volumique (d'après Morel 1989)

### II. 1.1.1. Phase solide

La phase solide du sol est en général majoritairement minérale (90 à 99% de la masse du sol) mais comprend toujours une fraction organique dont le taux varie selon le type de sol et les conditions de pédogenèse. Les sols cultivés présentent des taux de matière organique compris dans une gamme allant de moins de 1% à 20% de la masse du sol (Calvet, 2003).

### II. 1.1.2. Phase liquide

La phase liquide du sol est souvent désignée par le terme « solution du sol », occupe une partie plus ou moins importante de la porosité du sol, est constituée d'eau où se trouvent diverses substances organiques et minérales dissoutes et des particules en suspension (Samai, 2017).

La composition de la solution du sol varie selon :

- Le climat ;
- Les apports anthropiques (fertilisants, produits de traitement phytosanitaire...etc.) ;
- L'activité biologique du sol (exsudats racinaires, produits de synthèse et de dégradation microbienne ...) (Samai, 2017).

### II.1. 1.3. Phase gazeuse

Dans les sols, les gaz occupent 15 à 35% du volume total. Dans un sol bien aéré, les gaz qui règnent dans l'atmosphère du sol sont :

- L'azote (78 à 80%) ;
- L'oxygène (18 à 20%) ;
- Le dioxyde de carbone (0,2 à 3%).

Quoique faible, la quantité de gaz carbonique présente dans le sol est nettement supérieure à celle présente dans l'air atmosphérique (0,03%). Ceci est dû à la respiration des organismes vivants du sol et à la minéralisation de la matière organique.

D'autres molécules gazeuses d'origine anthropique telles que les pesticides ou les HAP peuvent également être détectées dans l'atmosphère du sol. Ces gaz peuvent exister dans le sol :

- Soit à l'état libre;
- Soit dissous dans la solution du sol.

Cependant, dans certaines conditions (d'hydromorphie par exemple), la phase gazeuse peut être absente ; tout l'espace poral du sol est alors occupé par l'eau et le sol est dit saturé (Duchaufour, 1984 ; Robert, 1996 ; Calvet, 2003).

## II. 1.2. Compartiment biologique

La biomasse des sols constitue entre 0 et 15 % de la masse totale de matière organique. Elle est constituée majoritairement :

- la flore via le réseau racinaire (50 % en masse) ;
- des microorganismes (41 % en masse, essentiellement bactéries et champignons) ;
- de la faune fouisseuse (vertébrée et invertébrée).

Ce compartiment biologique a un rôle important dans les sols puisque d'une part il participe activement à la pédogénèse et à l'évolution du sol, et d'autre part, il joue un rôle essentiel dans de nombreux processus biogéochimiques (Calvet 2003).

## II. 2. Propriétés de sol

### II. 2.1. Propriétés physiques

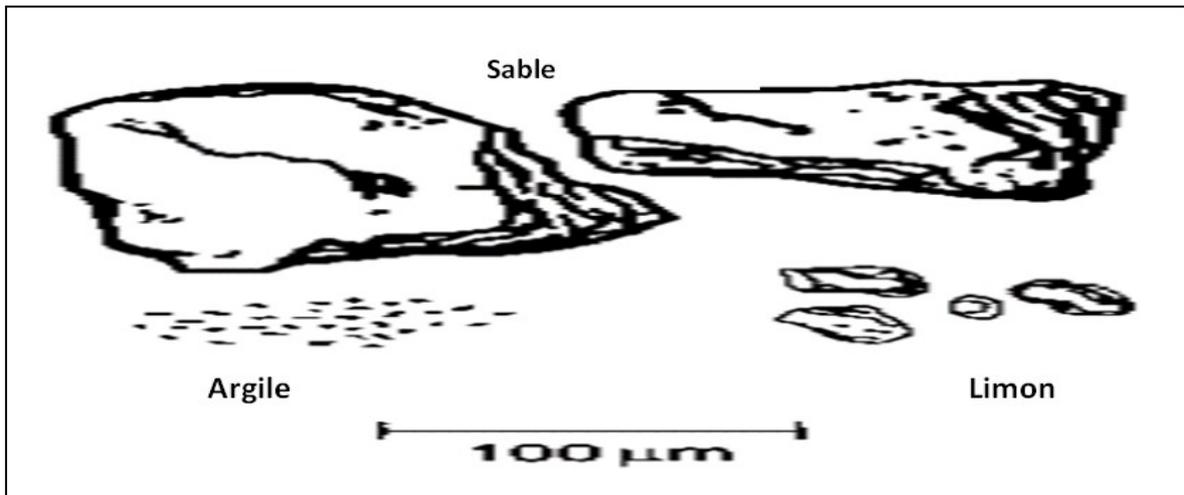
#### II. 2.1.1. Texture

La texture ou granulométrie correspond à la répartition des minéraux par catégorie de taille, indépendamment de la nature et de la composition de ces minéraux (Duchaufour, 1994).

En fonction de leur diamètre  $d$ , les particules (Figure 4.) sont classées en tant que :

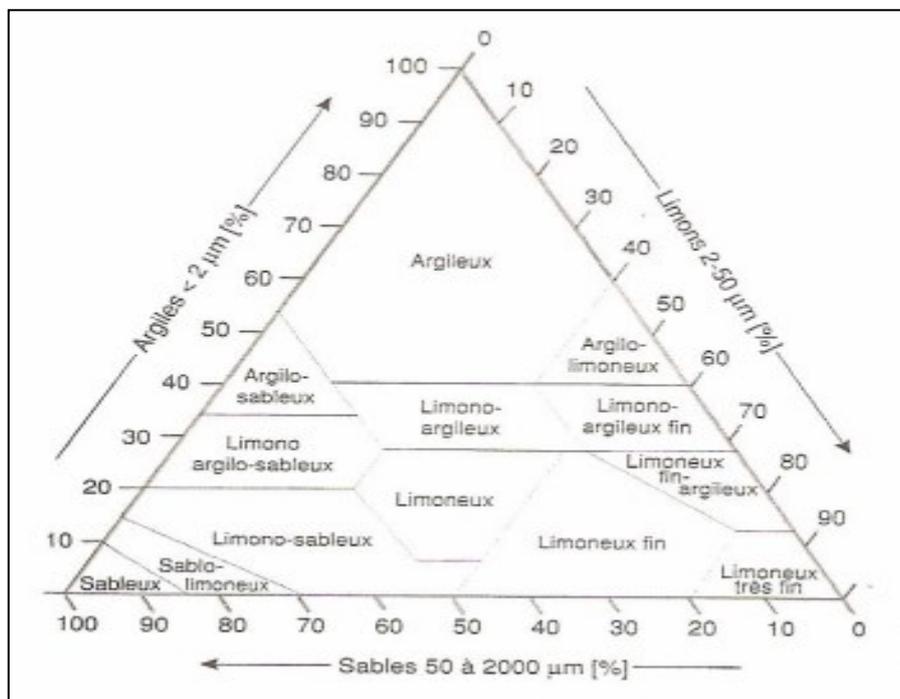
- Cailloux et graviers ( $d > 2\text{mm}$ ) ;
- Sables ( $2000 > d > 50\mu\text{m}$ ) ;
- Limons (ou silts) ( $50 > d > 2\mu\text{m}$ ) ;
- Argiles ou fraction fine ( $d < 2\mu\text{m}$ ).

La composition granulométrique peut s'exprimer en utilisant un diagramme triangulaire divisé en classes texturales (Baize, 1988).



**Figure n°02 :** Représentation des tailles des différentes particules du sol (Hillel, 2004)

Elle est pratiquement, toujours, à trois fractions : argile, limon et sable, la somme de ces trois fractions est égale à 100%. Il existe de nombreux modèles de représentation triangulaire, mais le principe est toujours le même, que le triangle soit équilatéral (Baize, 2000). Au niveau international, la classification la plus utilisée est celle de l'USDA (United States Department of Agriculture). Ce triangle permet de classer les sols selon 12 classes de texture.



**Figure n°03:** Triangle textural (Gobat et al., 1998)

### II. 2.1.2. Structure

Contrairement à la texture, la structure d'un sol prend en compte l'arrangement des particules entre elles et les vides que cet arrangement permet (les pores). La porosité est la proportion du sol qui n'est pas occupée par du solide et qui peut être remplie par de l'air et/ou de l'eau (Baver, 1963). La structure est un paramètre dynamique plutôt qu'un paramètre statique (Hussein and Adey, 1998 ; Six *et al.*, 2004). Elle évolue en fonction de nombreux paramètres dont la dynamique de la MO, la teneur en eau, l'activité de microorganismes, etc. A une échelle (sub) millimétrique, la structure du sol peut être décrite en étudiant l'assemblage des particules et/ou la distribution des tailles de pores (Badin, 2009).

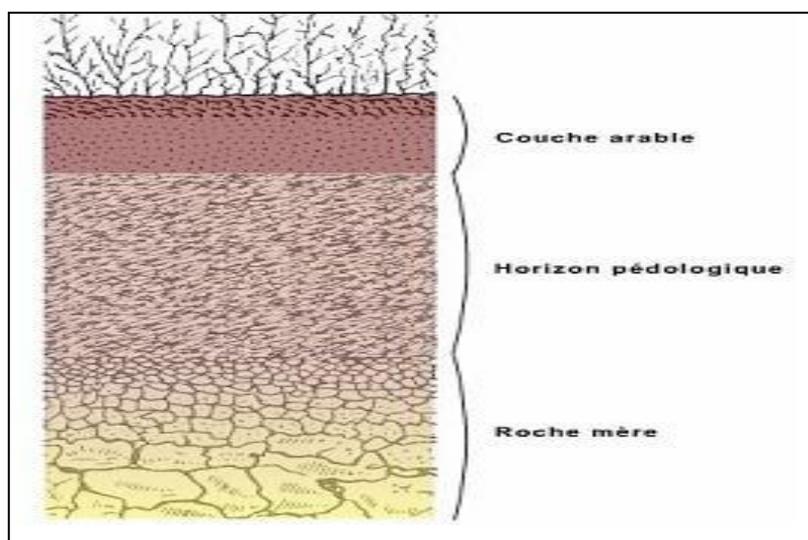


Figure n°04: Structure d'un sol (Baba Ahmed, 2012).

### II. 2.1.3. Porosité

La porosité désigne la fraction du volume total du sol occupé par des vides (eau + air). Elle se caractérise par la distribution de la taille des pores, par leur forme, leur connectivité... Ce réseau poreux intervient dans de nombreux processus qui se produisent dans le sol tels que, par exemple, la circulation de l'eau et de l'air, le transport de solutés et la croissance et le développement des racines (Ugarte Nano, 2015).

### II. 2.1.4. Eau dans le sol

Sous forme de vapeur ou liquide, l'eau occupe environ un quart du volume d'un sol, quand ce dernier est saturé, l'eau qui percole à travers une tranche du sol le fait sous l'influence de la gravité (Koller, 2004). La réserve en eau assure la quasi-totalité des besoins en eau de la plante. L'eau dissout les éléments nutritifs pour constituer la solution

du sol qui est absorbée par les racines. Plus la texture d'un sol est fine, plus sa réserve en eau est élevée. La part de l'eau qui s'infiltré dans le sol est d'autant plus importante que la surface offre plus d'obstacles au ruissellement et que la structure du sol est plus grossière. L'eau d'infiltration se charge sur son passage en oxygène, gaz carbonique et sels minéraux (Hillel, 1988).

Une partie de l'eau du sol est prélevée par la plante pour son alimentation mais aussi pour composer les pertes par évapotranspiration au niveau des feuilles.

Une autre partie de l'eau du sol peut être perdue par transpiration par les feuilles ou par évaporation à la surface du sol, qui peut être réduite par paillage ou brise-vent (Baba Ahmed, 2012).

## **II. 2.2. Propriétés chimiques**

### **II. 2.2.1. pH**

Le pH (ou potentiel Hydrogène) est une indication de la concentration en ions  $H^+$  présents dans le sol. Plus la concentration en ions  $H^+$  est élevée, plus le pH est faible ou « acide ». Au contraire, plus la concentration en ions  $H^+$  est faible, plus le pH est élevé ou « alcalin ». En théorie, les valeurs de pH peuvent aller de 0 à 14. Pour la plupart des sols, le pH mesuré varie de 4 à 9 (Requasud, 2018).

Un sol est dit :

- acide pour un pH eau inférieur à 6,8
- neutre pour un pH eau compris entre 6,8 et 7,2
- alcalin ou basique pour un pH en eau supérieur à 7,2.

Le pouvoir tampon du sol représente sa faculté de résister aux variations rapides du pH. Il est d'autant plus fort qu'il est riche en argile et en humus. (Unifa, 2005).

### **II. 2.2.2. Complexe argilo-humique**

D'après Gobat et *al*, 2003 ; Bronick et Lal, 2005, La matière organique est intimement mêlée à la matière minérale du sol, notamment les fractions les plus fines (argiles), et forme avec elles ce que l'on appelle le complexe argilo-humique.

Lors de leur incorporation dans la matrice minérale du sol, les composés organiques du sol (l'humus qui correspond à la matière organique décomposée) réagissent avec les surfaces des minéraux, et en particulier avec les surfaces des minéraux argileux. Des liaisons diverses s'établissent (liaison électrostatique, liaison hydrogène...) et des complexes

argile-matière organique ou complexe argilo-humique et/ou oxydes-matières organiques sont ainsi formés (Chenu et Bruand, 1998).

Donc Les complexes argilo-humique (organo-minéraux) sont le résultat de l'association de deux «02» fractions, organiques et minérales par des liaisons :

- Soit : simples, électrostatiques (réaction de simple échange)
- Soit : covalentes et de coordinations, intervenant notamment dans les phénomènes de complexation.

Pour les molécules non ioniques intervient les forces attractives de «Vander Waals» et des liaisons hydrogènes. (Bonneau et Souchier, 1994).

L'équilibre entre les deux «02» composantes du complexe permettent d'obtenir un sol dont les caractéristiques sont:

- Une stabilité structurale.
- Une capacité d'échange élevée.
- Une capacité de rétention en eau importante. (Benslama ,2005).

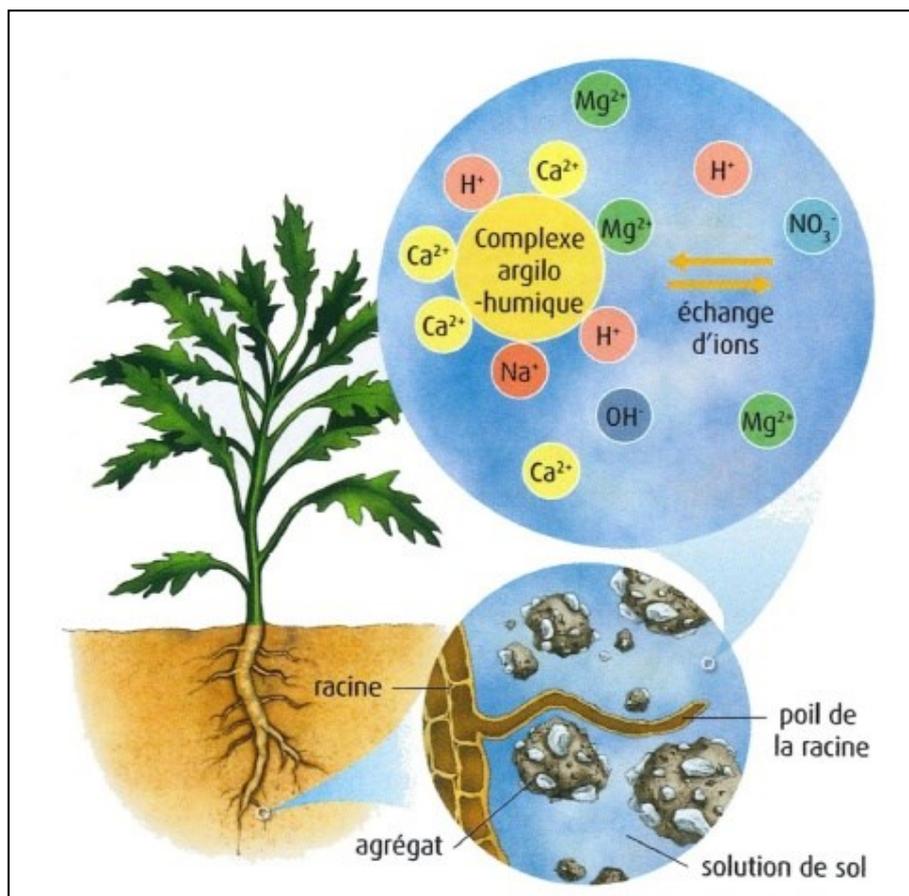


Figure n°05 : le complexe argilo-humique (P.-M. Chaurand)

## II. 2.3. Propriétés Biologiques

### II. 2.3.1. Activité biologique du sol

Le sol héberge une grande diversité d'organismes vivants qui sont usuellement classés selon leur taille. Deux grandes catégories sont distinguées : la faune et la microflore et sont elles-mêmes subdivisées en plusieurs classes (Aude, 2013).

### II. 2.3.2. Faune

La faune du sol (Bachelier et Bachelier 1963) est divisée en 4 groupes : la mégafaune, la macrofaune, la mésofaune et la microfaune. La mégafaune regroupe les animaux vertébrés dont la taille dépasse 80 mm (Lavelle et Spain 2001; Gobat *et al.* 2010). La macrofaune désigne l'ensemble des organismes dont la taille est comprise entre 4 et 80 mm. Ses représentants principaux sont les lombrics, les insectes, les macroarthropodes et les gastéropodes (Lavelle et Spain 2001; Gobat *et al.* 2010). La mésofaune inclut les organismes dont la longueur varie entre 0,2 et 4 mm. Cette catégorie comprend principalement les microarthropodes (acariens, collemboles) et les enchystréides (Lavelle and Spain 2001; Gobat *et al.* 2010). La microfaune est constituée d'invertébrés mesurant moins de 0,2 mm. Les protozoaires et les nématodes constituent l'essentiel de la microfaune. Ces organismes vivent dans les pores à l'extérieur des microagrégats au contact de l'eau liée et l'eau interstitielle (Lavelle and Spain 2001; Gobat et al. 2010).

La faune a surtout un rôle d'enfouissement et de mélange de la matière organique avec le sol, ce qui améliore la structure du sol et sa porosité (Unifa, 2005).

### II. 2.3. 3. Microflore

La microflore désigne l'ensemble des microorganismes du sol et inclut les virus (Williamson *et al.* 2005 ; Fierer *et al.* 2007), les bactéries (Torsvik *et al.* 1990 ; Fierer *et al.* 2007), les champignons (Thorn *et al.* 1997; Fierer *et al.* 2007), les algues (Bond et Harris 1964) et les archae (Bintrim *et al.* 1997 ; Fierer *et al.* 2007). Le groupe de microorganismes le plus abondant et le plus diversifié dans le sol est les bactéries (Torsvik *et al.* 1990; Fierer *et al.* 2007) qui interviennent dans diverses étapes essentielles du cycle des éléments fertilisants (azote, phosphore et soufre).

La microflore du sol assure la dégradation complète de la matière organique et la formation de l'humus. (Gobat *et al.* 2010).

#### II. 2.3.4. Humus

L'humus est la couche supérieure du sol créée, entretenue et modifiée par la décomposition de la matière organique (d'origine végétale, animale ou microbienne), principalement, par l'action combinée des animaux, des bactéries et des champignons du sol (Bonneau et Souchier, 1979).

Les humus affectent de façon importante les propriétés du sol, influençant entre autre la teneur en humidité du sol, la fertilité et le cycle des éléments nutritifs, le développement de la végétation et les propriétés structurales du sol. Il n'est donc pas aisé de tenter de les définir. Toutefois, il semble que c'est dans les écosystèmes naturels peu perturbés par l'homme, comme les forêts, que les types d'humus se définissent le plus aisément (Duchaufour, 1995). L'humus peut être divisé en deux catégories (Proffit, 2011) :

➤ **Substances non-humiques**

Les substances non-humiques sont de petites molécules organiques caractérisées par leur faible masse moléculaire : glucides, lipides, acides aminés, peptides, etc... Ce sont des molécules organiques appartenant à des familles chimiques et ayant des structures définies (Proffit, 2011).

➤ **Substances humiques**

Les substances humiques n'ont pas de structure bien définie. Ce sont des molécules de grande taille, polymérisées, complexes, hétérogènes et caractérisées par une masse moléculaire élevée. Elles constituent la partie la plus « réactive » de la matière organique des sols (Proffit, 2011).

#### II. 2.3. 5 Matière organique

La matière organique, c'est l'ensemble des substances d'origine biologique, de nature et de propriétés très variées. (Chamayou et Legros, 1989 in Koull, 2007). Elle se compose de deux fractions :

➤ La fraction vivante (micro-organisme, faune épilithique, rhizosphère des végétaux supérieurs, animaux fouisseurs). Son influence sur la fixation des éléments trace est importante, elle modifie le potentiel redox ou le pH (Kabata-Pendias).

➤ La fraction morte (débris végétaux et animaux plus ou moins décomposés en humus, carbone rapporté) (Kabata-Pendias).

La matière organique joue un rôle important dans les fonctionnements physique, chimique et biologiques du sol. Elle améliore la cohérence des éléments structuraux, favorise la rétention en eau utile, participe au stockage réversible des éléments nutritionnels, limite le développement de certains parasites, augmente l'aération du sol...Un sol bien pourvu en matière organique offrira un milieu bien plus favorable au développement des cultures et moins sensible aux aléas climatiques (Anonyme, 2013 in Cheiakh Mohamed, 2018).

### **II. 2.3. 6. Fertilité du sol**

Le sol est la partie arable explorée par les racines et les plantes cultivées ou non, zone d'échanges entre la biosphère et la lithosphère, son potentiel de production se traduit par la notation de fertilité (Camusard, 2009).

Selon Morel (1989), la fertilité d'un sol répond de la facilité avec laquelle la racine peut, en quantités suffisantes, bénéficier dans ce sol des différents facteurs de la croissance végétale : chaleur, eau, ensemble des éléments chimiques nécessaires à la plante, substances organiques de croissance. Cette définition implique d'une part l'existence ou la production dans le sol d'éléments nutritifs, d'autre part le transfert à la plante de ses éléments.

La production d'éléments nutritifs et de facteurs de croissance par les actions microbiennes recouvre les processus de minéralisation et de transformation de la matière organique (Amarger, 1980).

La fertilisation du sol est assurer à la culture en place une alimentation correcte en tenant compte des réserves nutritives disponibles dans le sol et des besoins des cultures envisagées (CPAR).

L'apport régulier de matières fertilisantes permet d'améliorer ou de maintenir les caractéristiques biologiques et physico-chimiques du sol et optimiser l'absorption par les plantes des éléments nutritifs. Il peut aussi assurer en cas de besoin un complément aux réserves présentes dans le sol (CPAR).

Il existe deux types de matières fertilisantes :

- les amendements organiques ou minéraux qui sont destinés à améliorer les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol (fumier, compost, amendement calcaire etc...)
- Les engrais qui fournissent aux plantes un ou plusieurs éléments venant compléter la fourniture du sol qui serait insuffisante (CPAR).

### III. Blé

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (Slama et *al.*, 2005). Le blé est l'une de ces céréales connue depuis l'antiquité (Ruel, 2006). Sa culture remontée au mésolithique vers 7000 avant Jésus-Christ (anonyme, 1981; Ruel, 2006). La diffusion de la culture du blé a débutée dans le Nord- Ouest et le Nord du Levant vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe. La vulgarisation de cette culture vers les pays Maghrébins tel que la Tunisie, le Maroc et l'Algérie fut a partir de la péninsule italienne et de la Sicile (Bonjean et *al.*, 2001). Au point de vue quantitatif, c'est la troisième céréale la plus cultivée avec environ 600 millions de tonnes par an (Clerget, 2011).

#### III.1 Classification botanique

Le blé appartient à la classification suivante (Morsli, 2010)

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiosperme
- Classe : Monocotylédones
- Ordre : Poales
- Sous ordre : Comméliniflorale
- Famille : Graminacées ou Poacées

#### III.2 Production et importance de la culture du blé

##### III.2.1 Au niveau mondial

Depuis longtemps, les céréales, notamment le blé est devenu un produit de première nécessité à l'échelle mondiale. Son importance dépasse le rôle traditionnel considéré comme aliment, il a aujourd'hui, un rôle social, économique et politique dans la plupart des pays dans le monde (Khennaoui, 2018). Ils fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiples applications industrielles. La presque totalité de la nutrition de la population mondiale est fournie par les aliments en grains dont 95% sont produits par les principales cultures céréalières (Bonjean et Picard, 1991).

Le blé est la source de protéines la plus importante au monde et la deuxième source de calories après le riz. D'ici 2050, une augmentation de 60 % de la production mondiale de blé sera nécessaire pour répondre à la demande d'une population croissante. Les actions

prioritaires à engager pour relever ce défi viennent d'être présentées par la Wheat Initiative (Louali, 2016).

Pour la campagne 2017/2018, la production mondiale de céréales s'établit à 2 093 millions de tonnes (Mt) selon les dernières estimations du CIC (Conseil international des céréales), soit 47 Mt de moins que pour la campagne 2016/2017. En tenant compte des stocks élevés de début de campagne, les disponibilités mondiales toutes céréales confondues affichent un niveau record à 2 719 Mt (Agreste, 2018).

### **III.2.2 Au niveau national**

La filière céréales et dérivés constitue une des bases importantes de l'agro-alimentaire en Algérie, les céréales représentent les ressources principales du Fellah, elles constituent la base de la nourriture des Algériens (Lerin François, 1986).

Dans la carte mondiale 2017-2018 des importateurs/exportateurs de blé qui vient d'être publiée par le cabinet américain ArgoChart, l'Algérie arrive même à la 3ème place sur le podium des plus grands pays importateurs de blé dans le monde, qui elle importé cette année 8 millions de tonnes (MT) de blé en troisième place (Algérie part).

Selon l'APS (Algérie Presse service), La production nationale de céréales réalisée durant la campagne 2017-2018 avait atteint un niveau record de 60,5 millions de quintaux, contre 34,7 millions de quintaux durant la campagne précédente, soit une hausse de 74,4%.

Pour la saison 2018/19, la production de blé est estimée à 3,0 millions de tonnes métriques (mmt), en hausse de 0,6 million par rapport à 2017/18. Cette perspective favorable est due principalement aux précipitations abondantes au niveau des régions de l'Est, l'Ouest et le Centre du pays (L'expresse dz).

Les services agricoles de la wilaya de Ghardaïa au titre de la campagne agricole 2018-2019, s'attendent Pour la première fois un chiffre de 303.000 quintaux de production céréalière avec un rendement moyen de près de 50 quintaux à l'hectare pour le blé dur (APS).



Figure n°06 : Carte mondiale des importateurs de blé 2017-2018 (Algérie part)

### III.3. Biologie et cycle de développement du blé

#### III.3.1. Caractères morphologiques

##### III.3.1.1. Appareil végétatif

Les graminées sont des plantes herbacées de petite taille (Belaid, 1986), se caractérise par deux systèmes de développement:

##### a. Système racinaire

Selon Belaid (1996), toute céréale dispose, au cours de son développement, de deux systèmes racinaires successifs :

➤ Le système racinaire primaire, fonctionnel de la germination au début tallage, ce système est constitué d'une racine principale ne restant pas longtemps fonctionnelle et est remplacé par un système de racines adventives (prenant naissance sur la tige) qui assureront la nutrition et le développement de la plante.

➤ Le système racinaire secondaire ou tallage (ou système coronaire) apparaît au moment où la plante émet des talles ; il est de type fasciculé et assez développé.

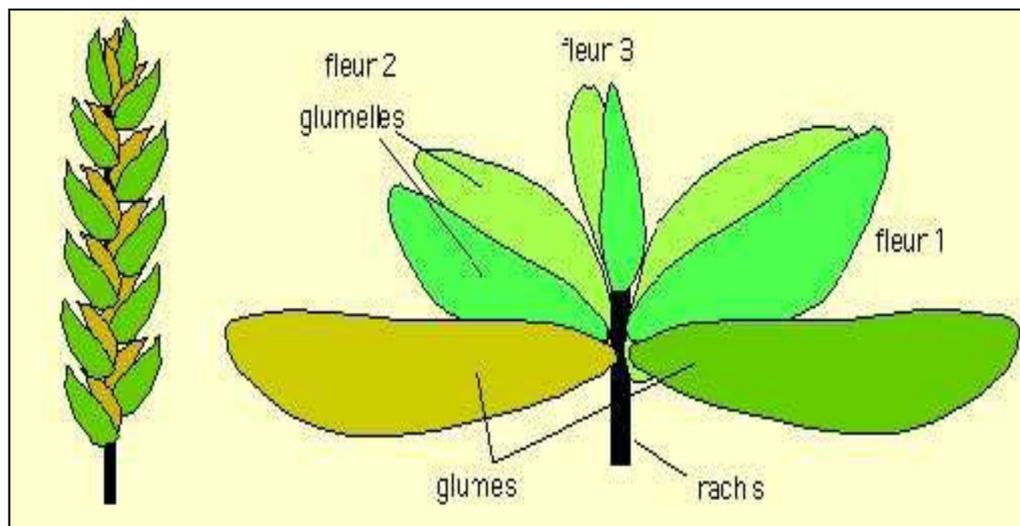
##### b. Tige et feuille

Le système aérien du blé est formé d'un certain nombre d'unités biologiques appelés talles, partantes toutes d'une zone située à la base de la plante, le plateau de tallage. Chaque talle, après développement complet de la plante est formée d'une tige feuillée. La tige est constituée d'entre-nœuds, séparés par des nœuds, zones méristématiques à partir desquelles, d'une part les entre-nœuds s'allongent et d'autre part les feuilles se différencient. Chaque nœud est le point d'attache d'une feuille. Chaque

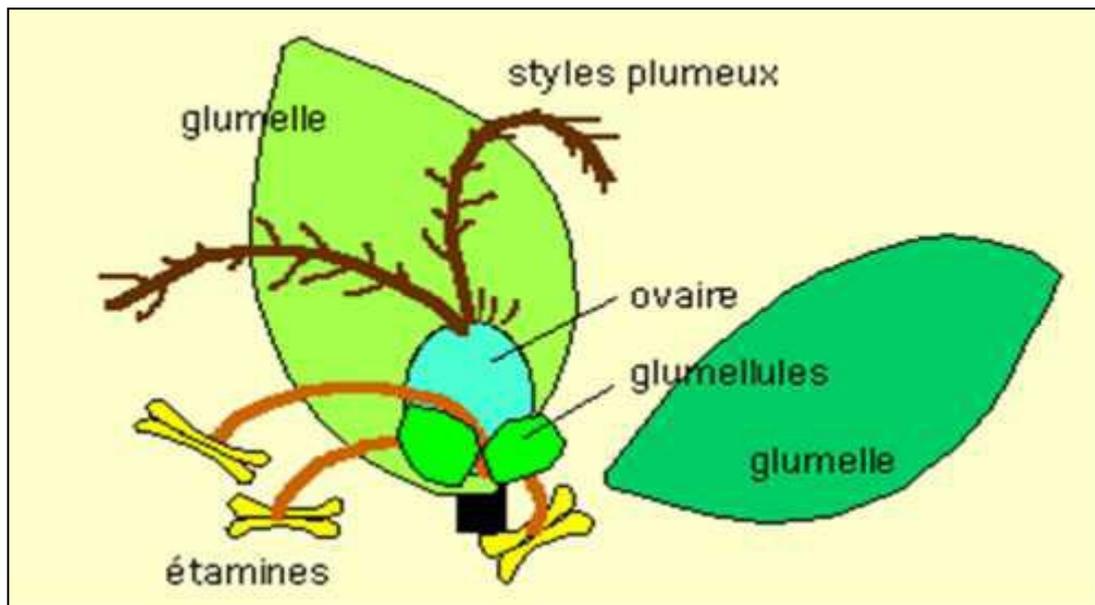
feuille comprend deux parties : une portion inférieure appelée gaine, enveloppant l'entre-nœud correspondant, et une portion supérieure appelée limbe (Soltner, 1988).

### III.3.1.2. Appareil reproducteur

Le blé comme les autres céréales à talles, est une plante autogame ou à autofécondation, les fleurs sont groupées en inflorescence correspondant à l'épi. L'apex terminal, à partir d'un certain moment, cesse de fabriquer les ébauches de feuilles pour initier des unités morphologiques de base (les épillets). L'épi de blé est formé de deux rangées d'épillets situées de part et d'autre d'un axe. Un épillet regroupe trois fleurs à l'intérieur de deux glumes, chaque fleur est entourée de deux glumelles (Figure 3) (Gate, 1995). Une fleur entourée de ses deux glumelles contient des pièces stériles, les glumellules, trois étamines et un ovaire surmonté de deux styles plumeux. L'ovaire, après fécondation de l'ovule, donnera le grain de blé (Figure 4) (Michèle et *al.*, 2006).



**Figure n°07:** Epi et Epillet de blé (Michèle et *al.*, 2006)

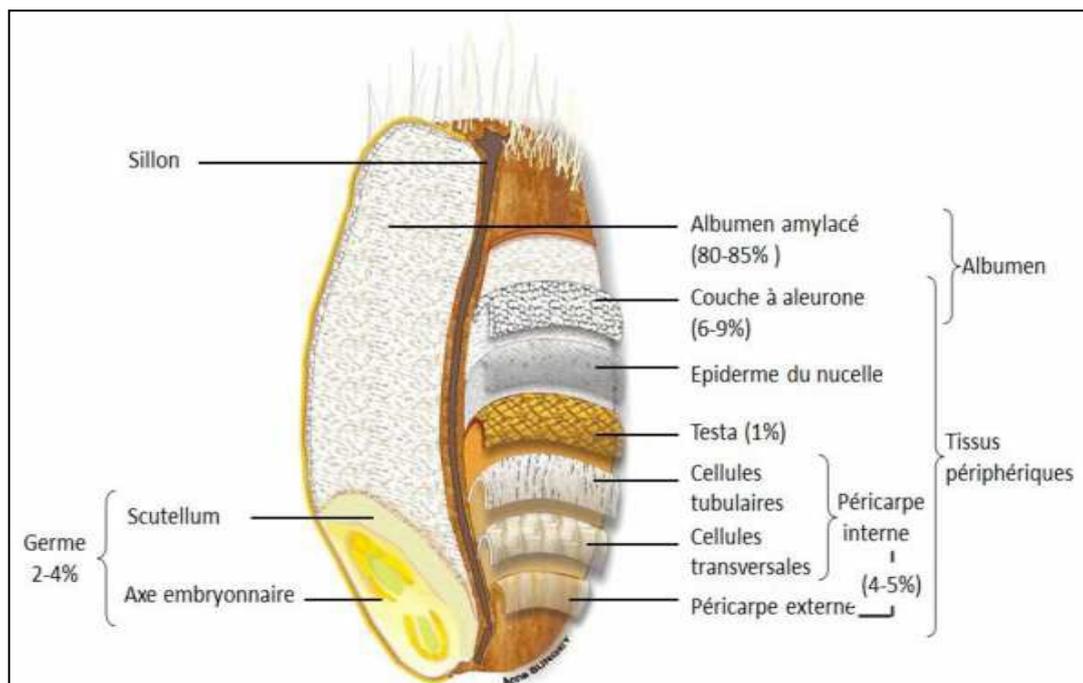


**Figure n°08 :** Organe reproducteur de la fleur du blé (Michèle et *al.*, 2006)

### III.3.1.3. Grain

Le grain de blé est un caryopse ou fruit sec indéhiscent dont les parois sont soudées à celles de la graine (Belaid, 1996 ; Soltner, 2005). Il montre une face dorsale (arrière) et une face ventrale (avant), un sommet et une base. La face ventrale est creusée d'un profond sillon qui s'allonge du sommet à la base. Le caryopse est surmonté d'une brosse, l'embryon est situé au bas de la surface dorsale (Belaid, 1996 ; Soltner, 2005).

Le grain comprend quatre parties: l'enveloppe du grain (péricarpe), l'enveloppe du fruit (assise protéique), l'endosperme (albumen), et le germe ou embryon. L'embryon est constitué d'un scutellum (ou cotylédon), qui sécrète des enzymes qui dissolvent l'amidon de l'albumen pour nourrir l'embryon au cours de la germination. L'albumen occupe environ 76% du grain entier et consiste en un arrangement de gros et de petits grains d'amidon enfouis dans une matrice protéique. Des proportions et de l'arrangement des constituants dépend la dureté grain (Maachi, 2005).



**Figure n°09** : Histologie du grain de blé (Surget et Barron, 2005)

### III.3.2. Cycle de développement

Le développement est l'ensemble des modifications phénologiques qui apparaissent au cours du cycle des cultures, le déclenchement des stades de développement, dépendent des températures et des photopériodismes que subisse la culture depuis sa germination (Boufnar et *al.*, 2006).

Comme toutes les céréales à pailles, le blé possède un cycle biologique annuel réparti classiquement en deux périodes principales successives :

Période végétative allant de la germination jusqu'à l'ébauche de l'épi et une période reproductrice qui s'étale de l'initiation florale à la maturité (Soltner, 2005).

#### III.3.2.1. Période végétative

Elle débute par le passage du grain de l'état de vie ralentie à l'état de vie active au cours de la germination qui se traduit par l'émergence de la radicule et des racines séminales et celle de l'élongation de la coléoptile (Bouffenaar et *al.*, 2006). Elle comprend les stades suivants :

##### A. Germination-levée

La germination, la levée de dormance ou l'embryogénèse tardive, est la première phase du développement d'une plante (Figure. 2), dans laquelle la graine retourne à la vie

active après une période de dormance (Nedjah, 2015). Elle commence quand la graine de blé absorbe 25% de son poids d'eau. La racine principale, couverte d'une légère enveloppe ou coléorhize, apparaît, de même que la coléoptile recouvrant la gemmule, perce la couche superficielle du sol, percé à son tour par la première feuille (Grandcourt et Prats, 1970).

Le Blé germe dès que la température dépasse le zéro de végétation (0°C), (Soltner, 1990), avec un optimum thermique entre 12 à 25°C (Evans et *al.*, 1975). Pendant cette phase, la jeune plantule vit sur les réserves de la graine (Boulal et *al.*, 2007). La levée est notée quand 50 % des plantes sont sorties de la terre. Pendant cette phase, les jeunes plantes sont sensibles au manque d'eau qui provoque une perte des plantes, et au froid qui provoque le déchaussage (Karou et *al.*, 1998).

Les principaux facteurs édaphiques qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont, la chaleur, l'aération et l'humidité (Eliard, 1979). Les caractéristiques propres à la graine comme la faculté germinative et la quantité de réserves (taille des graines) jouent aussi un rôle déterminant. En effet, les plus grosses graines lèvent les premières et donnent des plantules plus vigoureuses (Masle-Meynard, 1980). De plus la composition des réserves (teneur en protéines) agit favorablement sur la vitesse de la germination-levée (Evans et Rawson, 1975).

## **B. Tallage**

La production de talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille (Moule, 1971). Des bourgeons apparaissent à l'aisselle des feuilles et donnent des talles latérales primaires, chaque talle primaire donne des talles secondaires, lesquels à leur tour émettent des talles tertiaires, l'ensemble restant court nouer, formant un plateau de tallage situé juste au niveau du sol (Belaid, 1986; Gate, 1995). L'importance du tallage dépendra de la variété, de la densité de semis, de la densité d'adventices et de la nutrition azotée (Chikhi, 1992). Cette phase a besoin des températures moyennes de 09 à 22° respectivement (Mekliche, 1983). La nutrition minérale notamment azotée est faible jusqu'au stade 2-3 feuilles car elle est satisfaite par les ressources de la graine et l'azote minéral présent dans le sol (Austin et Jones, 1975). D'après Mazouz (2006), Le fin tallage marque la fin de la période végétative et le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds (Gate, 1995).

### III.3.2.2. Période reproductrice

Cette période s'étend de la montaison à la fécondation (Prats et *al.*, 1971). Elle se caractérise par :

#### A. Montaison-Gonflement

La montaison se manifeste à partir du stade épi à 1 cm, c'est la fin du tallage herbacé et la tige principale ainsi que les talles les plus âgées commencent à s'allonger suite à l'élongation des entre nœuds, auparavant emplies sous l'épi (Belaid, 1996).

Elle constitue la phase la plus critique du développement du blé, tout stress hydrique ou thermique (basses températures variant entre +4 et 0°C au cours de cette phase réduit le nombre d'épis montants par unité de surface (Baldy, 1984 et Gate, 1995).

Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus (Merizek, 1992). La montaison s'achève à la fin de l'émission de la dernière feuille et des manifestations du gonflement que provoquent les épis dans la graine (Clement et Prats, 1971).

#### B. Epiaison- Floraison

L'épiaison se détermine par l'apparition de l'épi hors de la gaine de la dernière feuille. Les épis dégainés fleurissent généralement entre 4 à 8 jours après l'épiaison, les glumelles des fleurs s'ouvrent largement et les sacs polliniques se libèrent, c'est le stade floraison (anthèse) (Bahlouli et *al.*, 2005). Les basses températures au cours de ce stade réduisent fortement la fertilité des épis (Abassenne et *al.*, 1998).

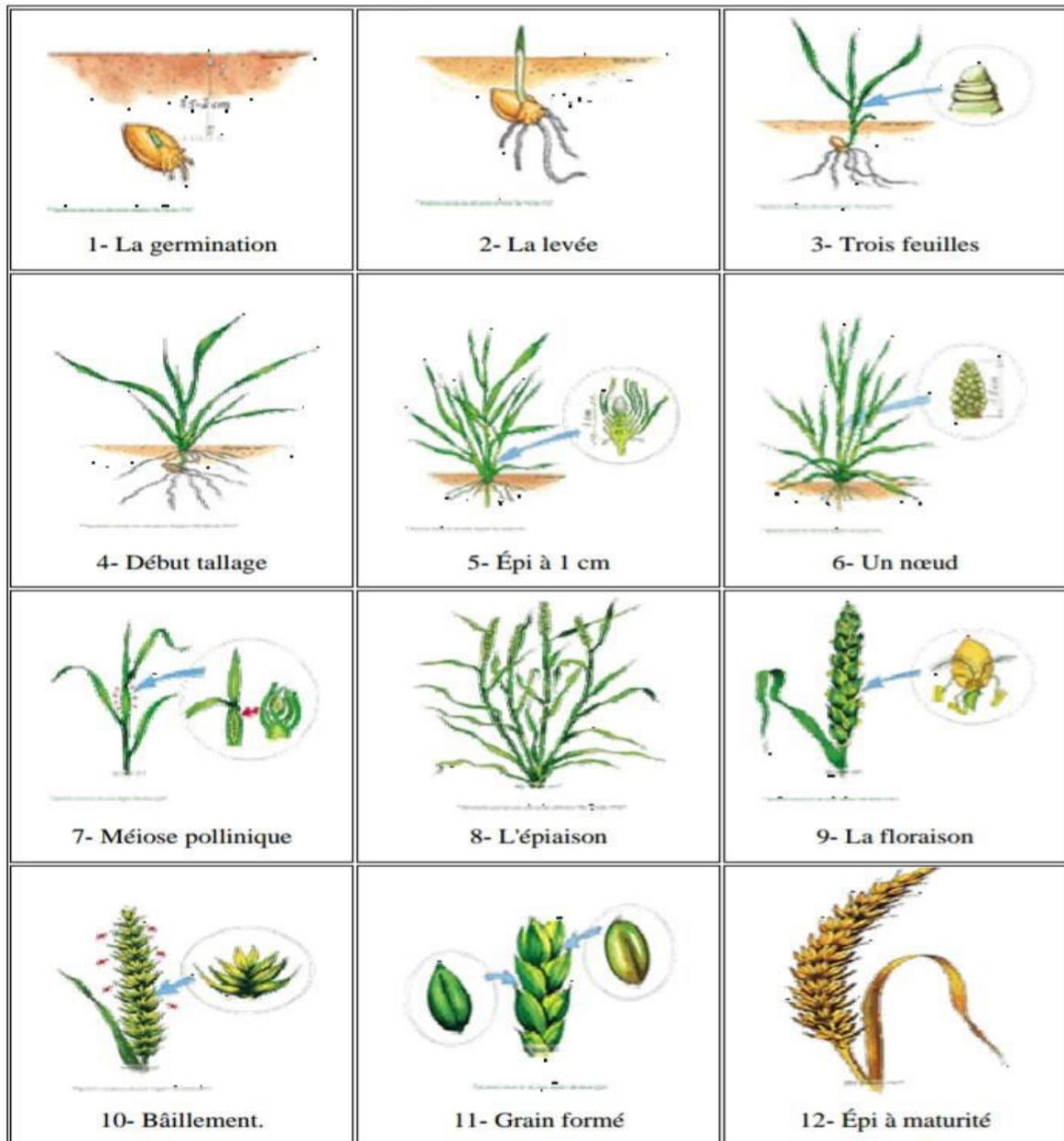
La précocité de la floraison est un facteur très important dans les environnements où les facteurs limitant hydriques et thermiques sont souvent une contrainte pendant la période de remplissage des graines (Barbotin, 2004).

#### C. Remplissage du grain

Geslin et Jonard (1948) in Mazouz (2006) mentionnent que cette phase se compose de trois étapes successives, il y a augmentation rapide du volume et du poids de grain en eau et en matière sèche. La première est une phase de multiplication des cellules du jeune grain encore vert. Les assimilats proviennent de la photosynthèse de la feuille étandard et du transfert des hydrates de carbones non structuraux stockés dans le col de l'épi. La quantité d'eau contenue dans le grain tend à se stabiliser: c'est le pallier hydrique.

Les fortes températures au cours de cette période provoquent l'arrêt de la migration des réserves des feuilles et de la tige vers le grain: c'est l'échaudage du grain. Puis suit la

phase de dessèchement du grain, qui perd de son humidité pour atteindre son poids sec final (Wardlaw, 2002).



**Figure n°10** : Les différents stades de développement du blé (Soltner, 2005)

# **Matériel et méthodes**

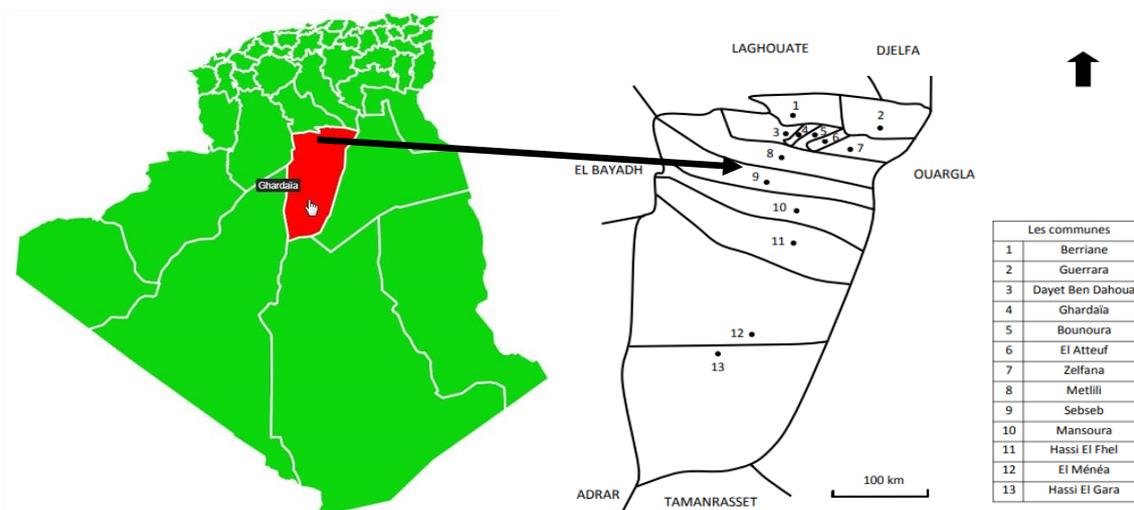
L'objectif principal de cette étude est de valoriser l'utilisation directe d'amendement à base de déchets liquide d'olivier (Margine) à différentes doses et tester leurs effets sur quelques propriétés physico-chimiques pour deux types de sol (pH, conductivité électrique, matière organique) et sur quelques paramètres morphologiques de blé (la germination (nombre des graines germées), la levé, le développement des talles et l'épiaison (nombre des épis)). Alors ce travail est divisé en deux parties ; la première au niveau de laboratoire de science de sol, la deuxième partie au niveau de la serre de l'université de Ghardaïa.

## I. Présentation de la région d'étude

La wilaya Ghardaïa, se situe à 600 Km au sud d'Alger dans la partie centrale du nord du Sahara algérien aux portes du désert à 32° 30 de latitude Nord et à 3° 45 de longitude. Le territoire de la wilaya couvre une superficie de 84 660,12 Km<sup>2</sup> (DPSB, 2017). Elle est issue du découpage administratif du territoire de l'année 1984, regroupe 13 communes et 9 daïra. Le tableau n° 02 résume ces limites géographiques (ANRH, 2007) :

**Tableau n°02 : Limites géographique de Ghardaïa**

<b>Limites</b>	<b>Nord</b>	Laghouat (200 Km)
	<b>Nord Est</b>	Djelfa (300 Km)
	<b>Est</b>	Ouargla (200 Km)
	<b>Sud</b>	Tamanrasset (1470 Km)
	<b>Sud- Ouest</b>	Adrar (800 Km)
	<b>Ouest</b>	El-Bayadh (350 Km)



**Figure n°11 : Situation géographique de la région d'étude (DPSB, 2017)**

## II. Matériel utilisé

### II.1. Sol

#### Choix des Stations d'étude

Pour le déroulement de notre travail expérimental nous avons sélectionnés deux sites d'échantillonnage de terre différent à la région de Metlili, qui sont représentés deux types de sol différents sur le plan textural. L'un dans un champ d'orge qui avait plus de 60 ans, l'autre site sur une dune. Les coordonnées des stations sont représentés dans le tableau n°03 qui suit :

**Tableau n°03** : Les coordonnées géographiques des stations d'étude

N° de station	Coordonnées géographiques
ST 01(sol cultivé)	- Latitude : 32°16.146' Nord - Longitude : 3°37.657' Est - Altitude : 392 m
ST 02(dune)	- Latitude : 32°17.906' Nord - Longitude : 3°34.585' Est - Altitude : 159 m

#### Échantillonnage du sol

Pour les deux stations nous avons prélevés huit échantillons répartis au hasard à l'aide d'un transplantoir dans les dix à quinze premiers centimètres supérieurs du sol après un nettoyage de la surface du sol. Les échantillons sont mis dans des sachets avec des étiquettes, puis ramené directement au laboratoire.



**Figure n°12** : Les sols échantillonnés (sol cultivé et sable de dune)

## II.2. Plante étudié

Pour notre expérimentation, nous avons choisi un des graminées qui est le blé dur (*Triticum durum* Desf), qui s'adaptent mieux à nos conditions climatiques et produisent des rendements souvent acceptable.

## II.3. Margines

Les margines utilisées sont obtenues à partir d'olives de variété *Chemlal*, ils proviennent d'une unité industrielle moderne de trituration d'olives par centrifugation à trois phases, située dans la région de Ben Ghanem (Ghardaïa).

La collecte a été réalisée pendant la période hivernal (Décembre). Les échantillons prélevés sont transportés au laboratoire dans des bidons en plastique de 5L, puis conservés à une température de -4° C, pour garder leurs caractéristiques physico-chimiques jusqu'au moment de l'emploi.

**Tableau n°04:** Les caractéristiques physico-chimiques des margines étudiés (Maatallah et al., 2019)

Paramètre	Valeur
pH	5.00
Conductivité (ms/cm)	14.10
Matière organique (g/L)	60.18
Matière minérale (g/L)	19.21

## Protocole expérimental

L'essai expérimental a été conduit dans une serre automatique, de températures, nocturne et diurne maintenues respectivement à 25°C.

Elle a été réalisée sur des pots en plastique d'une forme round de 22 cm de diamètre et de 25 cm de profondeur, qui sont perforés à la base pour permettre l'aération. Ils contiennent environ 5 kg de sol. Ces derniers ont reçus des doses différentes de margines au mois de février. C'est parmi les périodes conseillée pour l'épandage des margines.

Il est généralement recommandé d'utiliser les margines dans les 30 premiers jours après leur production et stockage, période pendant laquelle la qualité des margines est la meilleure (Projet CFC/IOOC/04).

Quatre traitements ont été appliqués pour les deux types du sol, soit une dose de 90 ml, une de 180 ml, une de 270 ml, une de 360 ml et un témoin sans margine (Tableau n°05) selon l'étude tunisienne de Bouajila et *al* (2015). Chaque ces traitements était répétait quatre fois.

Les margines ont été épandues directement dans les pots. Pour assurer une bonne homogénéisation, Les doses de margines doivent être bien mixées dans le sol.

Après 40 jours de l'épandage et au début de mois de Mars, la culture en pots de blé été effectuée (03/03/2019). Dans chaque pot nous avons été semés 12 graines de (*Triticum durum* Desf).

**Tableau n°05:** Quantité des margines épandus sur les pots (Bouajila et *al.*, 2015 modifiée)

Traitements	Quantité de margines appliquée (ml)
T <sub>0</sub>	0
T <sub>1</sub>	90
T <sub>2</sub>	180
T <sub>3</sub>	270
T <sub>4</sub>	360



**Figure n°13 :** Les Quantités de margines appliquée sur les sols

### III. Analyses au laboratoire

#### III.1. Analyses physico-chimiques du sol

Avant l'épandage de margine et après avoir mélangé les échantillons prélevés pour constituer un seul échantillon composite, les sols ont été étalés sur du papier, débarrassés de tous les débris végétaux et animaux et laissés à l'air libre pendant quelques jours pour sécher, puis tamisée à 2 mm

Au passage de 40 jours de l'expérience (épandage des margines), nous avons prélevés des échantillons de sol dans chaque traitement. Les prélèvements ont ensuite été mélangés pour constituer échantillons composites et séchés pour effectuer les analyses au laboratoire figure n °14.

Ces échantillons ont été analysés pour déterminer : la granulométrie, le pH, la conductivité électrique et la matière organique.

L'analyse de chacun de ses paramètres a fait appel à des méthodes particulières telles que décrites ci-dessous.



Figure n°14 : Les échantillons prélevés du sol et traités par les margines

##### III.1.1. Analyse granulométrique

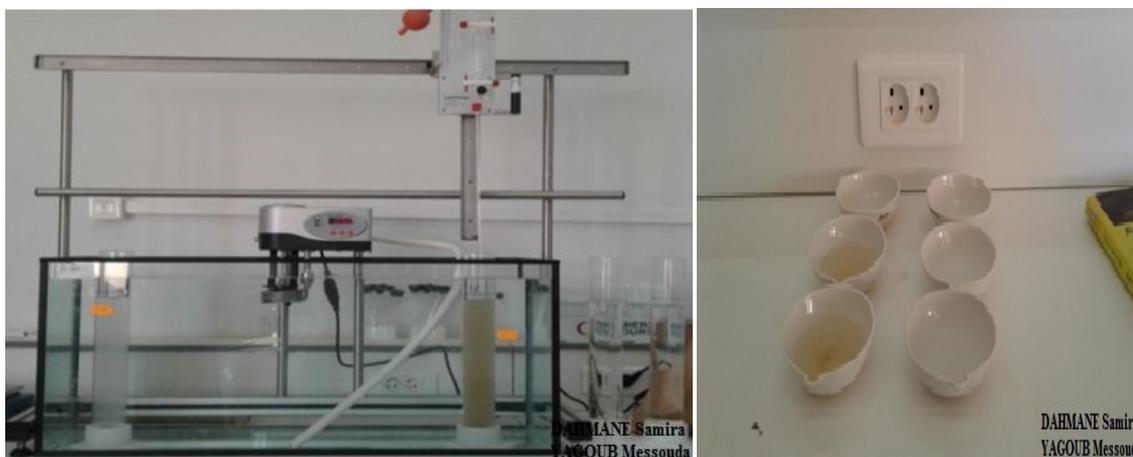
L'analyse granulométrique a pour but de donner la composition élémentaire ou texture d'un sol. Elle consiste à déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules. Selon la classification d'Atterberg adopté par l'Association International de la

Science du Sol 1930, On sépare par les analyses de sol, les particules minérales en 5 classes distinctes (Mathieu 1998) :

- Argiles : 0 à 2  $\mu\text{m}$ ,
- Limons fins : 2 à 20  $\mu\text{m}$ ,
- Limons grossiers : 20 à 50  $\mu\text{m}$ ,
- Sables fins : 50 à 200  $\mu\text{m}$ ,
- Sables grossiers : 200  $\mu\text{m}$  à 2 mm.

La granulométrie a été déterminée suivant la méthode à la Pipette de Robinson. Dans l'analyse granulométrique, le principe consiste à la destruction de tous les agrégats existant dans la prise d'essai (avec l'eau oxygénée), de la matière organique (avec peroxyde d'hydrogène) et des carbonates (avec l'acide chlorhydrique), et à la dispersion des particules d'argile (avec du pyrophosphate de sodium) afin de pouvoir obtenir une suspension stable permettant la séparation complète des différentes classes de particules.

La séparation des différentes classes s'effectue par sédimentation gravitaire pour les fractions fines (<50 $\mu\text{m}$ ) et par tamisage pour les fractions supérieures (Mathieu 1998).



**Figure n°15:** Les prélèvements des argiles et des limons sur la pipette de ROBINSON

### III.1.2. Mesure de pH

Par définition, le pH est l'unité de mesure de la concentration en ions hydrogènes, permettant d'exprimer le degré d'acidité ou de basicité (alcalinité) d'un milieu (Mathieu et *al*, 2009).

Les mesures de pH ont été réalisées à l'aide d'un pH-mètre à l'électrode de verre sur une suspension de terre fine avec un rapport sol/eau (1/5). Après un repos de deux heures, La lecture se fait sur le pH mètre de type AD130 ph/mv Meter.

### III.1.3. Mesure de la conductivité électrique

La conductivité électrique d'une solution du sol est la mesure du degré de la salinité dans ce sol (Mathieu et *al*, 2009). La détermination de la conductivité électrique a été fait sur extrait de sol (rapport sol / eau=1/5) à l'aide d'un conductimètre (type JENWAY 3540conductivityMeter). Elle est exprimée en ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  à  $25^\circ\text{C}$ ).



**Figure n °16:** Mesure de pH et de la conductivité électrique des échantillons du sol

### III.1.4. Mesure de la matière organique

Selon la méthode de Walkley et Black modifiée, Le dosage de la matière organique est réalisé indirectement, à partir du dosage de carbone organique. Cette méthode est basé sur l'oxydation de ce dernier par le de bichromate de potassium ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) en milieu acide sulfurique (source de chaleur), le bichromate en excès est titré par le sulfate ferreux (sel de Mohr) en présence de féroïen (indicateur redox) (Mathieu et *al*, 2009).

Le taux de la matière organique est calculé par la relation suivante :

$$\text{MO}\% = \text{C}\% \cdot 1,72$$



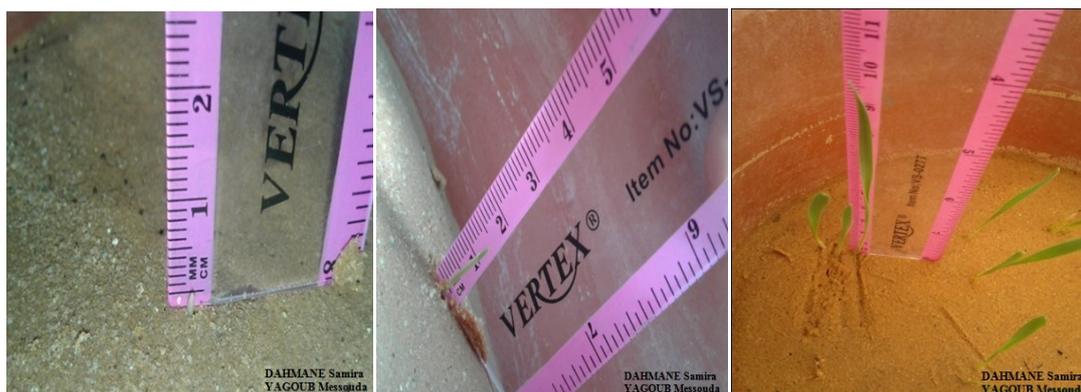
**Figure n°17 :** Détermination de la matière organique du sol par titrage

#### IV. Paramètres végétales étudiés

L'étude des effets des traitements expérimentaux sur la culture du blé, ont été depuis deux mois. Elle a été divisée en cinq mesures pour suivre quelques paramètres végétales pour chaque traitement et pour chaque sol : soit les premiers huit jours qui est relevée quotidiennement, soit 15, 30,45 et 60<sup>ème</sup> jour après semis. Ces observation on été enregistrés in-situ dans le but d'établir au-dessous :

##### IV.1. Nombre des graines germées et levée des plantes

Pendant les premiers huit jours, Les graines germées ont été dénombrées après l'émergence de la coléoptile, les mesures de la levée des plantes été exprimée en centimètres.



**Figure n°18:** Emergence des coléoptiles et début la levée des plantes

**IV.2. Hauteur des talles en cm**

On a mesuré la hauteur de la plante à l'aide d'une règle, de la surface de sol à l'extrémité. Elle est exprimée en cm et ce pour évaluer la croissance de la plante vis-à-vis du traitement. Ce paramètre est réalisé sur toutes les plantes de chaque traitement.



**Figure n°19 :** Les différents accroissements de blé pour chaque traitement durant les deux mois

### IV.3. Nombre d'épi

Le comptage du nombre d'épis pour chaque traitement été réalisé au stade floraison le 16 Mai 2019.



**Figure n°20** : Stade floraison de blé

### IV.4. Analyses statistiques

L'analyse statistique **ANOVA** (XL STAT, 2011) a été réalisée pour déterminer l'effet des différents traitements (Margines) appliqués sur les propriétés physico-chimiques de sol (pH, conductivité électrique, matière organique) et sur les paramètres morphologiques de blé (nombre des graines germées, longueur des talles, nombre d'épis).

# **Résultats et discussion**

### III.1. Analyses du sol

#### III.1.1. Caractères pédologiques

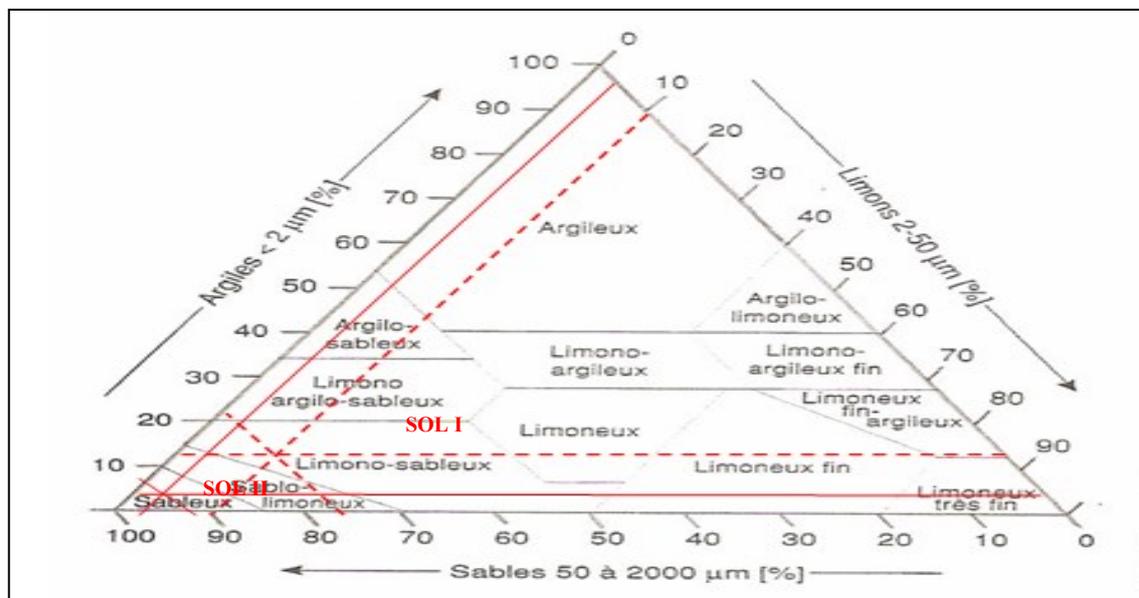
Les résultats d'analyses granulométriques pour les deux stations étudiées (I, II) sont mentionnées dans le tableau n°6.

**Tableau n° 6 :** Caractéristiques pédologique des sols étudiés

Paramètre	Valeur	Sol I %	Sol II %
<b>Texture (%)</b> <b>(Granulométrie)</b>	Sable grossier	36	37
	Sable fin	40	54,6
	Limon grossier	7	1,4
	Limon fin	3	1
	Argile	14	6

D'après les analyses de la texture, notre sols est définir à partir le triangle textural (figure n°21), qu'ils sont classé dans la catégorie des sols à texture limono-sableuse (sol I) et à texture sableuse (sol II).

Les résultats obtenus à travers cette étude est comparer avec les résultats analytiques montré par (Dahou, 2014) pour même région de notre stations d'échantillonnage, il mentionné que parmi les textures du leur sol est de type **Sableux** et **limono-sableux**.



**Figure n° 21:** Présentation des sols (SOL I, SOL II) sur le triangle textural (Gobat et al., (1998) modifiée 2019)

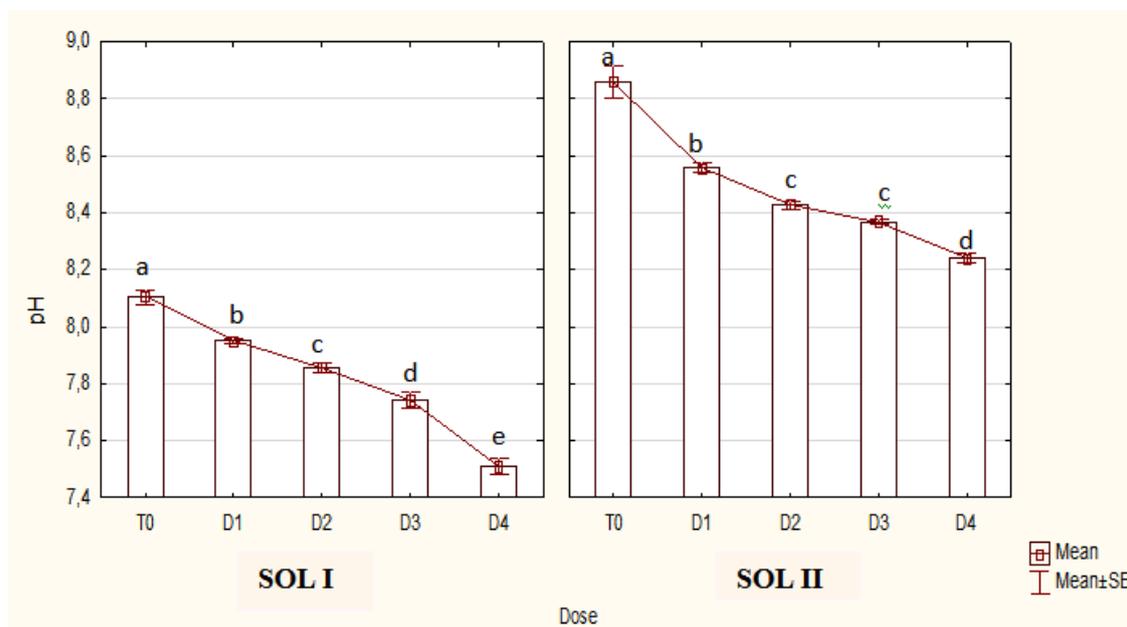
### III.1.2. Caractères physico-chimiques

#### III.1.2.1. pH

Les résultats d'analyses de pH sont présentés synthétiquement dans le tableau n°7.

**Tableau n° 7** : Classement des moyennes des résultats d'analyses de pH des sols

PH	SOL I	SOL II
T0	8, 10 <sup>a</sup>	8, 85 <sup>a</sup>
T1	7, 95 <sup>b</sup>	8, 55 <sup>b</sup>
T2	7, 85 <sup>c</sup>	8, 42 <sup>c</sup>
T3	7, 74 <sup>d</sup>	8, 36 <sup>c</sup>
T4	7, 51 <sup>e</sup>	8, 24 <sup>d</sup>
SEM	0,00268	



**Figure n°22** : Effet des margines sur le pH des sols, après épandage

L'étude statistique montre que l'effet de marge sur le pH des sols est efficace, c'est à dire il ya une différence significatif sur tous les traitements ( $p < 0,05$ ) excepté les traitements T2 et T3 pour le sol II, il y a une différence n'est pas significatif ( $p > 0,05$ ).

Les valeurs de pH de notre expérience est dans l'intervalle de [8, 10 - 7,51] pour le sol I et de [8, 85 - 8, 24] pour le sol II.

D'après ces résultats et en comparaison avec l'échelle de pH des sols qui est motionné par (Ghislain Jutras) les sols de nos stations sont changés, de sol moyennement alcalin ( $8,10 \pm 0,11$ ) a sol faiblement alcalin (T4, SOL I) et de sol fortement alcalin ( $8,85 \pm 0,05$ ) a sol moyennement alcalin (T4, SOL II), ceci s'explique que le traitement quatre a un effet efficace par rapport les autre traitements.

Donc nous constatons que le pH des sols (SOL I et SOL II) diminue légèrement pour tous les traitements par les margines comparativement au témoin (figure n°22), sauf que il y a une différence entre les degrés du pH pour chaque sol. Ce dernier est lié au fait de la différence des caractéristiques physico-chimiques de chaque sol.

Cet abaissement de pH observé dans la figure n°22 est comparable à résultats de (Ben Rouina et *al.*, 2014). Selon Khoufi et *al.*, (2000), il est due à la richesse des margines en acides organiques (acides phénoliques, acide gras, etc...), qui pourrait être à l'origine du changement des caractéristiques physico-chimiques de sol.

En dépit les margines avaient un pH acide (5.17), on remarque que leur épandage à différentes doses ne modifie que faiblement le pH de notre sols. Ceci peut être s'explique selon Bouajila et *al* (2005), par le fait que les sols utilisés sont riches en calcaire et présentent, par conséquent, un pouvoir tampon. Nos résultats sont équivalents à ceux de (Bouzera et Kechi, 2017) et (Bouajila et *al.*, 2005) qui signalent que bien qu'étant acides, les margines ne modifient que légèrement le pH du sol grâce au pouvoir tampon du sol lui-même.

### III.1.2.2. Conductivité électrique

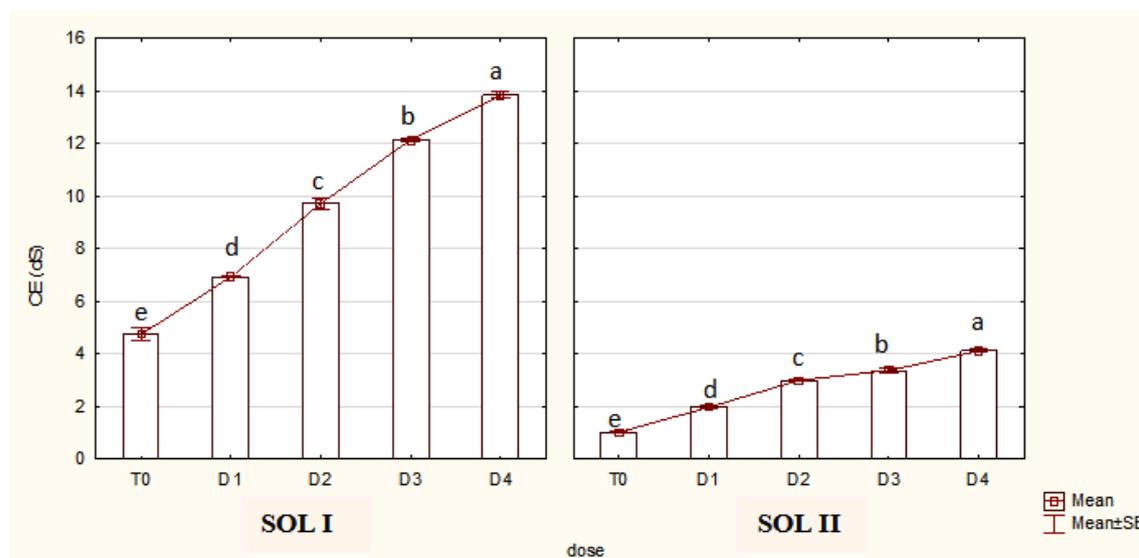
Les résultats d'analyses de la salinité des sols exprimés par la conductivité électrique sont présentés dans le tableau n°8.

**Tableau°8** : Classement des moyennes des résultats d'analyses de la salinité du sol

CE à 25°C (dS/m)	SOL I	SOL II
<b>T0</b>	4, 73 <sup>e</sup>	1, 02 <sup>e</sup>
<b>T1</b>	6, 92 <sup>d</sup>	1, 97 <sup>d</sup>
<b>T2</b>	9, 71 <sup>c</sup>	2,99 <sup>c</sup>
<b>T3</b>	12, 13 <sup>b</sup>	3, 37 <sup>b</sup>
<b>T4</b>	13, 83 <sup>a</sup>	4, 11 <sup>a</sup>
<b>SEM</b>	0,05735	

L'étude statistique montre que les valeurs de la conductivité des sols sont statiquement variable ( $p < 0,05$ ) avec tous les traitements par les margines, ont noté que la nature des sols son changé fortement, de sol très salé avec une moyenne de  $4.73 \pm 0.48$  dS/m à sol extrêmement salé (T1= 6.92, T2= 9.71, T3= 12.13, T4=13.83 dS/m) pour le sol cultivé et de sol peu salé (sable de dune) avec une moyenne de 1, 02 dS/m à sol salé (T2=) et à un sol très salé pour les traitement T3 (3.37dS/m) et T4 (dS/m).

La figure n°23 montre que l'augmentation de la conductivité électrique est proportionnelle à la concentration des margines épandus.



**Figure n°23 :** Effet des margines sur la conductivité électrique des sols, après épandage

Fiestas Ros de Ursinos (1981) montre que ces déchets sont à l'origine de l'augmentation de la salinité des sols, due principalement à leur richesse en éléments minéraux (Ranalli, 1991), et surtout aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium (Balice et *al.*, 1990). Ces résultats confirment ceux trouvés par (Bouajila et *al.*, 2005) et (Fedila et Tibarious, 2016) qui notent que la conductivité électrique du sol augmente avec la dose de margine.

### II.1.2.3. Matière organique

Les résultats d'analyses de la matière organique sont présentés dans le tableau n°9, D'après ces résultats et en comparaison avec l'échelle de la matière organique des sols qui est présenté par (Gauchers, 1968), les sols de nos stations présentent une matière organique moyen ( $3.04 \pm 0.14$ ) pour le sol cultivé (SOL I) et une matière organique Extrêmement faible ( $0.82 \pm 0.04$ ) pour le sable de dune (SOL II).

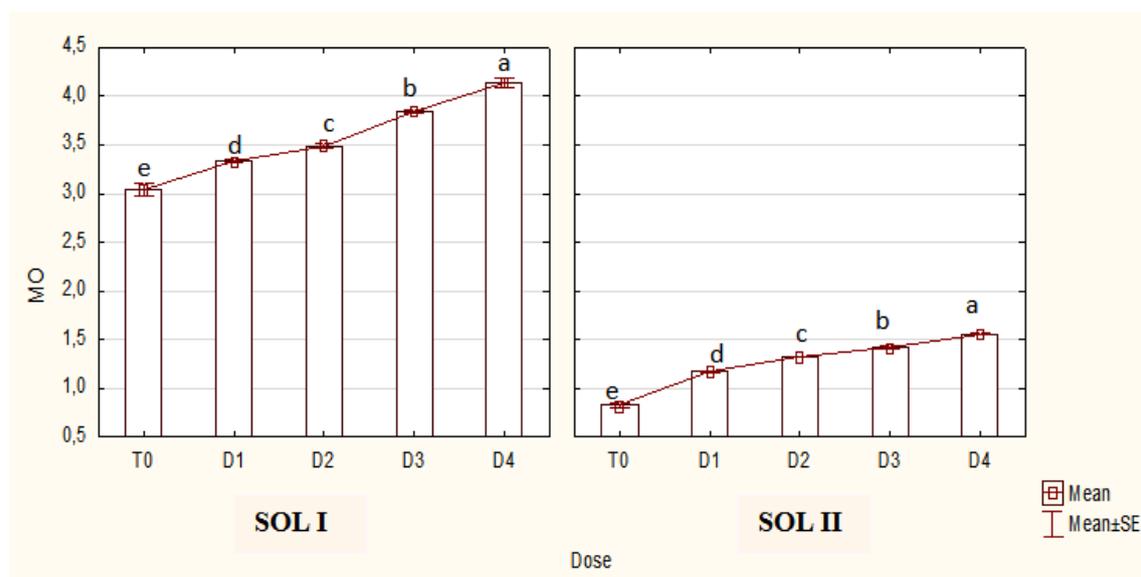
**Tableau n°9 :** Classement des moyennes des résultats d'analyse de Matière organique du sol

M.O %	SOL I	SOL II
T0	3,04 <sup>e</sup>	0,82 <sup>e</sup>
T1	3,32 <sup>d</sup>	1,17 <sup>d</sup>
T2	3,48 <sup>c</sup>	1,32 <sup>c</sup>
T3	3,84 <sup>b</sup>	1,42 <sup>b</sup>
T4	4,13 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>
SEM	0,00377	

L'étude statistique montre que l'addition des margines en général causent une augmentation significative ( $p < 0.005$ ) de teneurs des matières organique des sols étudiés. En comparaison avec l'échelle de M.O des sols de (Gauchers, 1968) les traitements 3 et 4 (T3 = 3.84 et T4 = 4.13) de sol I, causent de changement de classement de ces sols : sols **Moyennement élevé** en matière organique. Les traitements 1, 2 et 3 (T1 : 1.17, T2 : 1.32 et T3 : 1.42) de sol II, causent de changement de classement de ces sols : sols **Très faible** en matière organique. La même chose pour le traitement 4 (1.55 %) de sol II, cause de changement de classement de ce sol : sol faible en matière organique.

Les résultats comparable de (Taamallah, 2007) obtenus au champ et lors des essais en pots ont montré qu'en ajoutant les margines, le taux de matière organique augmente avec les doses appliquées et aussi (Bouajila et al., 2009).

D'après Benyahia et Zein, (2003), cette augmentation serait en relation avec la richesse des margines en matière organique et polyphénols.



**Figure n°24:** Effet des margines sur l'évolution de la matière organique

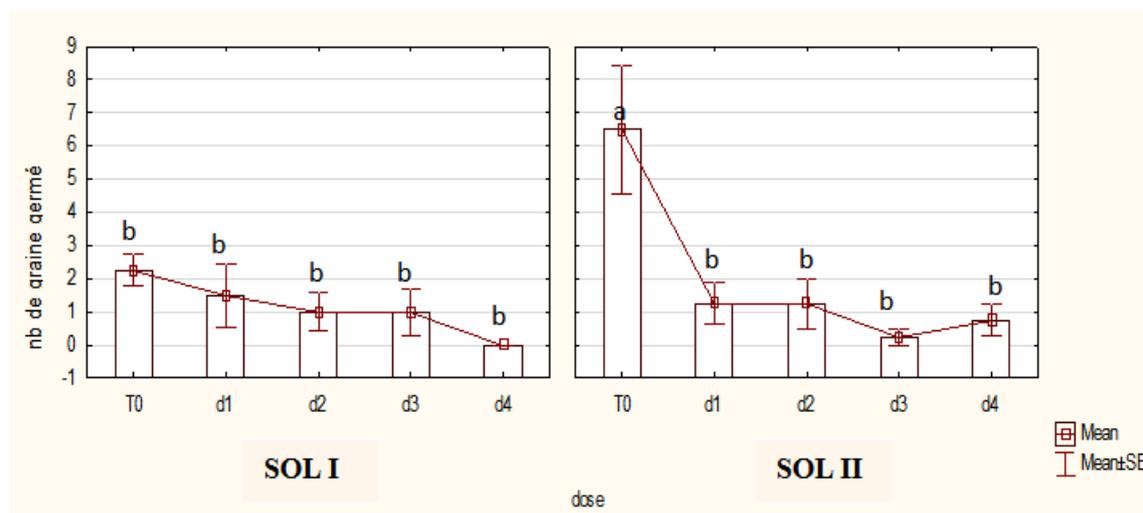
## III.2. Paramètres végétal

### II.2.1. Germination et levée des graines de blé

Les résultats statistique de la germination représenté dans le tableau n°10 et figure n°25, montrent que les traitements T1, T2, T3, T4 (SOL I et SOL II) et T0 pour le SOL sont statiquement similaires ( $P>0.05$ ), excepté T0 (SOL II) ( $p<0.05$ ) il y a une différence significatif, où le nombre de graines a atteint de 50% de taux germination par rapport à T4 (SOLI) ne représentent aucune germination (0%).

**Tableau n°10 :** Classement des moyennes de nombre des graines germé en pot durant les premier 8 jours, après épandage

Nombre des graines germées		SOL I	SOL II
Moyenne	T0	2.25 <sup>b</sup>	6.50 <sup>a</sup>
	T1	1.50 <sup>b</sup>	1.25 <sup>b</sup>
	T2	1, 00 <sup>b</sup>	1.25 <sup>b</sup>
	T3	1, 00 <sup>b</sup>	0, 25 <sup>b</sup>
	T4	0, 00 <sup>b</sup>	0, 75 <sup>b</sup>
SEM	2,7917		



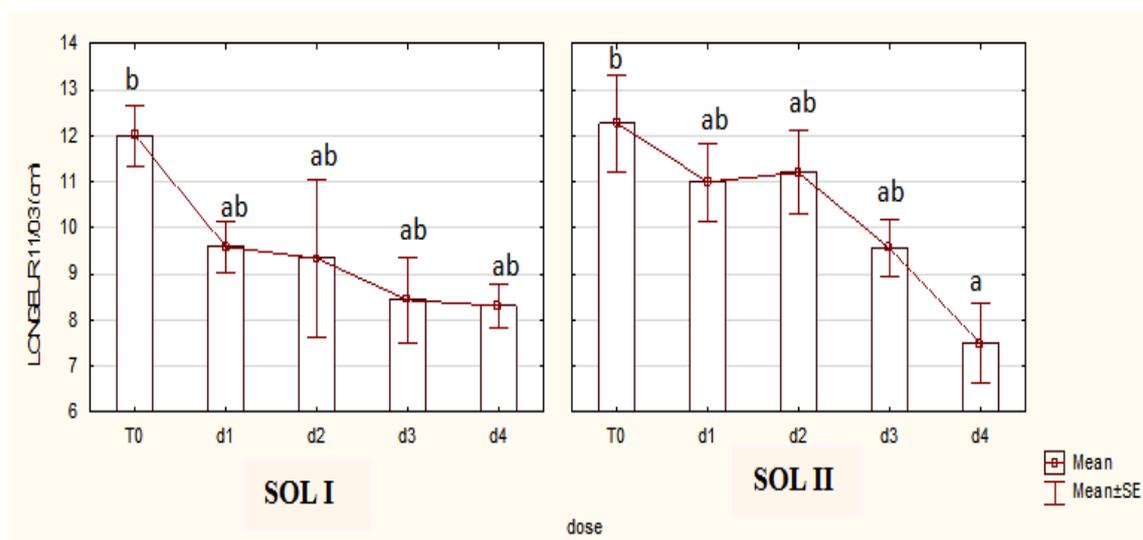
**Figure n°25 :** Variation de taux de germination des graines de blé après l'épandage des margines

Pour les résultats statistique de la levée des graines aussi montrent que il y a une différence significatif avec les T0 (SOL I, SOL II) et le traitement quatre (T4) pour le SOL II ( $p<0.05$ ) sauf les traitements T1, T2, T3 (SOL I et SOL II) et le traitement T4 pour le SOL I (il y a une déférence n'est pas significatif ( $p>0,05$ )).

D'après ces résultats (**stade de germination-levée**) on observe les plus hautes longueurs enregistrée aux témoins pour les deux sols avec une moyenne de 11, 46 cm (SOLI) et de 13, 43cm (SOLII), les plus basses a atteint de 7, 50 cm (SOLI) et de 7, 68 cm (SOLII) dans les traitements T4.

**Tableau°11** : Classement des moyennes de levée des plants pour les premier 8 jours et en fonction les traitements appliquées

11/03/2019		SOL I	SOL II
Moyenne	T0	12.00 <sup>b</sup>	12.26 <sup>b</sup>
	T1	9.58 <sup>ab</sup>	11,00 <sup>ab</sup>
	T2	9,34 <sup>ab</sup>	11.20 <sup>ab</sup>
	T3	8,43 <sup>ab</sup>	9, 56 <sup>ab</sup>
	T4	8, 31 <sup>ab</sup>	7,50 <sup>a</sup>
SEM	3,3913		



**Figure n°26** : Mesures de la levée végétative des plantes de blé après les premiers huit jours

En principe pendant cette phase, la jeune plantule vit sur les réserves de la graine (Boulal et *al.*, 2007) et le sol doit fournir à la graine la chaleur, l'aération et l'humidité (Eliard, 1979), malgré la disponibilité de tous ces conditions dans notre expérience mais on a l'effet des margines a été intervient efficacement. Alors nous pouvons déduire l'effet négatif des margines sur la germination et la levée des graines.

Les résultats obtenus dans cette étude permettent de confirmer avec (Fedilla et Tibrious, 2016) et (Dakhli et *al.*, 2010) sont signalé que le taux de germination de l'orge est diminué en fonction de l'augmentation des concentrations des Margines dans le milieu,

elles a expliqué que l'inhibition du processus de germination due à la teneur très élevée en sels des Margines, soit par la toxicité spécifique des ions soit par l'effet osmotique des sels et à la présence des corps organiques complexes et des huiles en émulsions contenus dans les Margines.

### III.2.2 Longueurs des talles de blé

Au stade de tallage nous avons fait des mesures de la hauteur des plantes afin de trouver l'effet des margines apporté à différents traitements sur la croissance des plantes de blé dur. Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure (n°27). L'étude statistique montre que les longueurs des talles de blé de tous les sols étudiés dans les quatre mesures (18/03, 02/04, 17/04, 02/05/2019) sont statistiquement différente ( $p < 0,05$ ). A ce stade la longueur des talles ont été diminués dans les traitements T1, T2, T3 et T4 (SOLI, SOLII) diminués par rapport aux témoins. Donc les margines affecter négativement à la croissance de blé.

D'après les graphes représentés dans la figure n°27, on observe pour la première mesure de "18/03/2019" les basses longueurs a été enregistrée dans le traitement deux (T2) qui a atteint de 14.30 cm (SOLI) et dans le traitement quatre (T4) qui a atteint de aussi de 10,01 cm (SOLII), tandis que on a trouvons les témoins passe de 27.38 cm pour le SOLII et de 20.76 pour le SOLII.

Dans la deuxième mesure "02/04/2019", les langueurs des talles ont devient rapprochées dans les quatre traitements (SOLI et SOLII), mais toujours ils été moins que les témoins, dans ce date les basses longueurs ont été enregistrée aux le traitement un T1 (SOLII) avec une valeur de 26.70 cm et le traitement deux T2 (SOLII) avec 18.53 cm, En revanche les témoins a des valeurs de 37.17 cm (SOLI) et de 32.94 cm (SOLII).

Après 45 jours (17/04/2019), nous constatons que les longueurs des talles dans les traitements quatre ont dépassées les longueurs des talles dans les traitements T2, T3 (SOLI) et les traitements T1, T2 et T3 (SOLII), qui a atteint de 32.06 cm (SOLI) et de 24.60 cm (SOLII).

La même chose pour la 4<sup>ème</sup> mesure (02/05/2019), nous avons remarqué que les longueurs des talles dans les doses les plus concentrés (T4 et T3) ont été dépassées les longueurs des doses les moins concentrés (T1 et T2) pour les deux types de sols.

L'action défavorable des margines sur la croissance des talles est en raison des risques liés à la toxicité des margines vis-à-vis du sol et les plantes (Dolivet, 2005) et leur utilisation à l'état brut en fertilisation agricole, déconseillée (Ait Meziane, 2007). Mais d'après les dernières mesures on a observés le développement des longueurs va augmentes

malgré salinité élevées et la toxicité des polyphénols, les plantes ont été bénéficié de les nutriments des margines. Ceci exprime que l'effet des margines avec le temps va disparue.

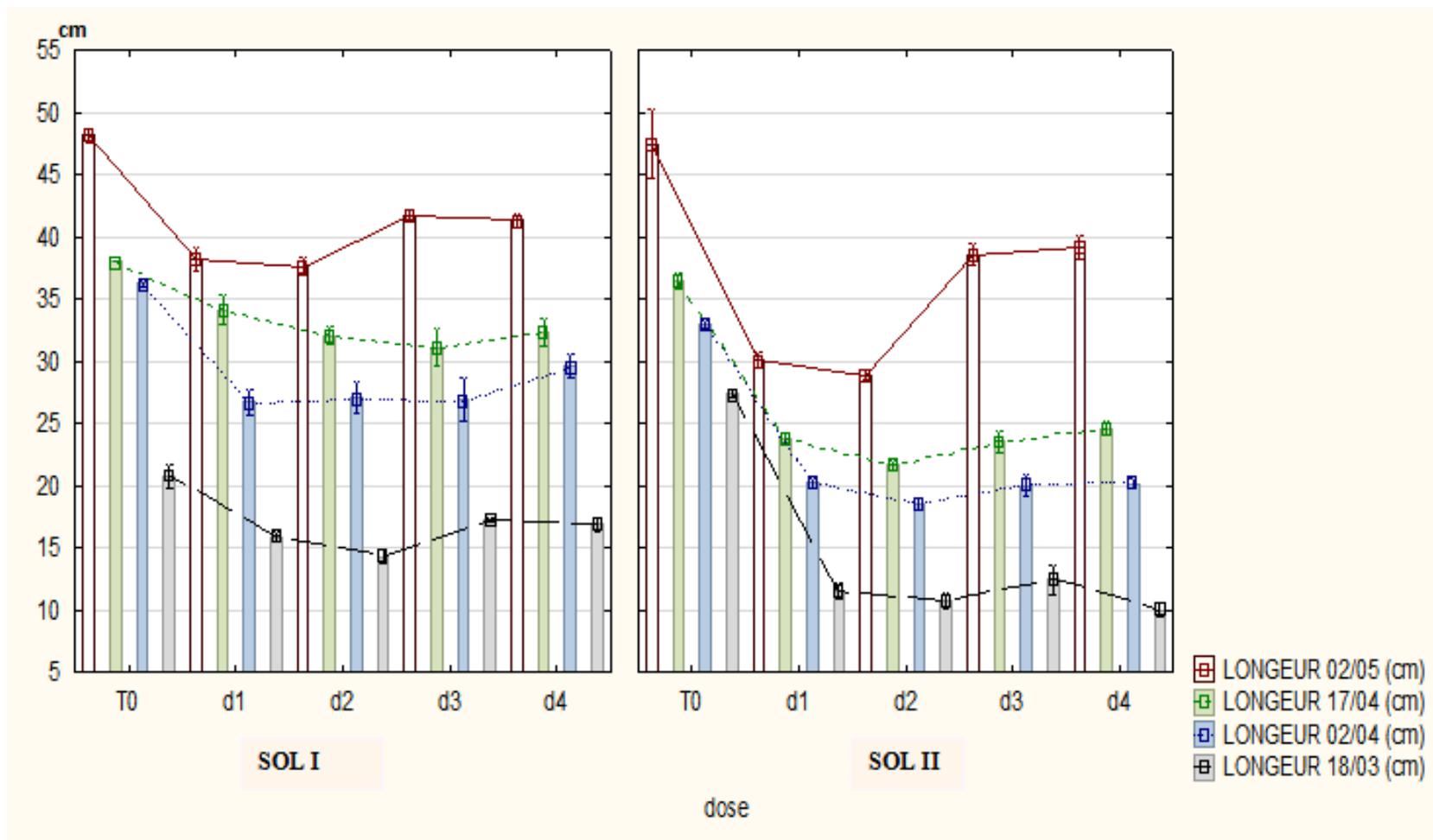


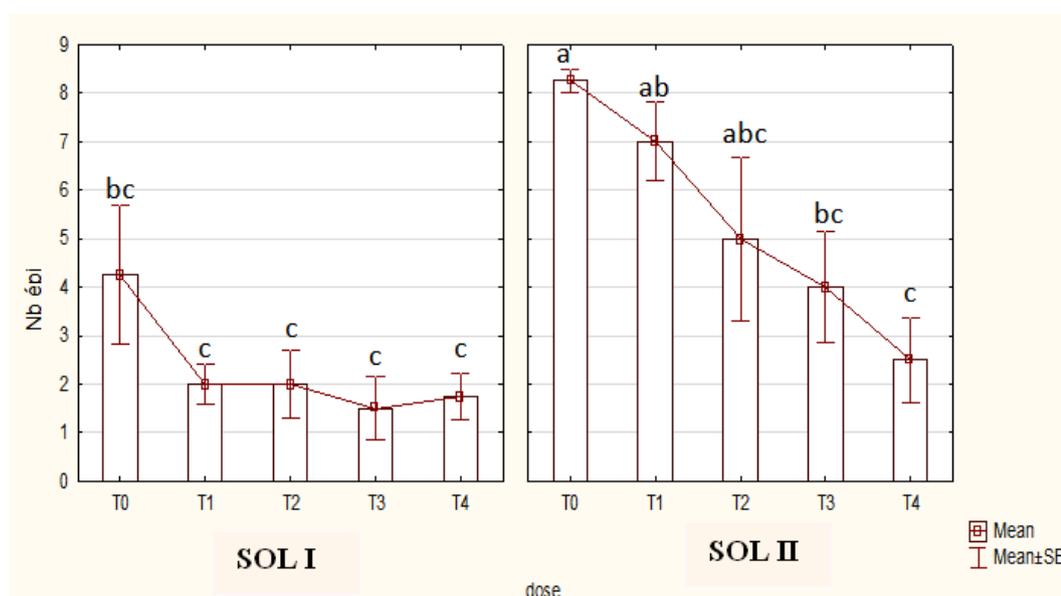
Figure n°27: Effet des margine sur la longueur de blé, après épandage

### II.2.3 Nombre des épis

Les résultats statistique des nombre des épis représenté dans le tableau n°12 et figure n °28, montrent que les traitements T1, T2, T3, T4 (SOL I) sont statiquement similaires ( $P>0.05$ ), par contre les témoins T0 (SOL II, SOL I) et les traitements T, T2, T3 et T4 (SOL II) il y a une différence significatif ( $p<0.05$ ).

**Tableau n°12:** Classement des moyennes de nombre des épis des différents traitements

		SOL I	SOL II
Nombre d'épi	T0	4, 25 <sup>bc</sup>	8, 25 <sup>a</sup>
	T1	2 <sup>c</sup>	7 <sup>ab</sup>
	T2	2 <sup>c</sup>	5 <sup>abc</sup>
	T3	1, 5 <sup>c</sup>	4 <sup>bc</sup>
	T4	1, 75 <sup>c</sup>	2 <sup>c</sup>
SEM	3,6083		



**Figure n°28:** effet des margine sur le nombre des épis

Le nombre le plus élevée est enregistré pour T0 de SOL II (8,36g/l) et le plus faible est observé pour T4 de SOL I (2,91g/l). Les T0, T1 et T2 (SOL II) représente les meilleures productions des épis par rapport aux T0 (SOLI) et les traitements T1, T2 T3, T4 (SOL I), T3 et T4 (SOLII). Les résultats ont montré que les traitements T1 et T2 (SOL II) n'avaient pas d'effet sur la production des épis, contrairement aux traitements T1, T2 T3, T4 (SOL I), T3 et T4 (SOLII) qui sont exercé d'effet négatif sur la production des épis. Ces résultat sont comparable (Medjahdi, 2016).

# **Conclusion**

En guise de conclusion, nous rappelons que notre étude a un double objectif. Dans le premier volet, nous avons porté notre attention sur une valorisation des margines sur quelques propriétés physico-chimiques (pH, conductivité électrique et matière organique) du sol. Le deuxième volet consiste à évaluer le pouvoir fertilisant de ces sous-produits sur le cycle de développement du blé, d'un grand intérêt agroalimentaire en Algérie et dans le monde. Ceci dans le but pour une oléiculture durable respectueuse de l'environnement.

Les margines utilisés sont riches en matière organique de 60.18 g/L (composés phénoliques, lipides, sucres, protéines...) et en sels minéraux (potassium, sodium, magnésium...) qu'est s'exprime par un une conductivité électrique très élevée de 14.1mS/cm, et ils présentent un pH acide de 5. A cet effet, Sa valorisation agronomique présente beaucoup d'avantages sur le sol et la végétation, qui été utilisé à différentes traitements sous forme d'amendement au sol, pour améliorer la production des cultures de blé la fertilité de notre sols.

Dans cette optique, la valorisation agronomique par épandage des margines brute ce fait sur deux types de sols différents sur le plan textural dans notre région (Metlili), l'un sol cultivé et l'autre un sable des dunes, après 40 jours. Quatre traitement a été appliqués dont un témoin (0 mL) et quatre doses des Margines à raison de 90 mL (T1), 180 mL(T2), 270mL (T3), 360 mL (T4) et quatre répétition, pour chaque sol. Les semis de blé ont été réalisés près 40 jours de l'épandage des margines.

Les analyses obtenus a montré que les sols utilisés au cours de notre travail présentent une texture limono-sableuse (SOLI) et sableuse (SOLII), ils son moyennement alcalin et très salé avec une matière organique moyen pour le sol cultivé et fortement alcalin et peu salé et avec une matière organique extrêmement faible.

Les résultats ont montré que l'épandage des margines a eu un impact sur les caractéristiques physico-chimiques du sol, en effet :

- Une légère diminution du pH des sols, malgré l'acidité de ces margines, Ceci est dû que les sols sont riches en calcaire et leur pouvoir tampon limite les changements de ce paramètre.
- Une augmentation de la conductivité électrique (CE) des sols associée principalement à la richesse en élément minéraux.
- Un enrichissement acceptable de la matière organique, qu'est contribué a l'amélioration considérablement la rétention en eau du sol et permet de la garder

plus longtemps afin d'en faire profiter les racines pour leur alimentation en eau et en éléments minéraux.

Donc on a accepté l'hypothèse nulle ( $H^0$ ) : Il y a un effet positif des margines sur les différents paramètres du sol (pH, conductivité électrique, matière organique), et l'hypothèse alternative (H), n'existe pas un effet positif sur la germination et levée des graines de blé, Longueurs des tiges de blé, Nombre des épis.

En ce qui concerne l'impact des margines sur le cycle de développement de blé, il a induit de :

- Inhibition de la germination des graines de blé durant les premiers huit jours du semis, qu'est due à la teneur très élevée en sels, Ceci s'explique que les margines à un effet sur la physiologie des graines. Mais avec le temps, cette inhibition peut être considérée comme tolérable à partir d'un intervalle de 8 jours.
- Effet phytotoxique et antimicrobiens sur la levée et le développement des plantes de blé pendant les deux mois, qu'est lié essentiellement à la teneur élevée en substances phénoliques non facilement biodégradables et à le caractère visqueux des margines entraîne la formation d'un dépôt huileux qui provoque l'imperméabilisation du sol dans un premier lieu et son asphyxie par la suite.
- Effet négatif sur la fabrication des épis et des graines de blé selon les doses appliquées qui devient plus néfaste à forte concentration.

Au terme de ce travail, nous recommandons une étude plus poussée de ce travail préliminaire pour cela, il faudra :

- L'extension de l'étude sur le cycle de vie des plantes entier, car nous avons observé à la fin de notre travail les longueurs des plantes dans les traitements T3 et T4 semblait se rapprocher de longueurs des témoins, ceci qui est probablement liée à l'action de temps (facteur de temps).
- Réalisation des études sur d'autres paramètres et dans d'autres stations à notre région, puisque on a remarqué une variation de développement et de la production des plantes, de sol à l'autre.
- Trouver des solutions inhibiteur les risques de la toxicité des margines avant l'épandage agricole.

**Référence  
bibliographique**

## Références bibliographique

**ABBASSENNE F., BOUZRZOUR H ET HACHEMI L. 1998.** Phénologie et production du blé dur (*Triticum durum Desf*) en zone semi-aride. Annales agronomiques institut national agronomique, El Harrach, 18, p 24-36.

**AGGOUN-ARHAB M. 2016.** Caractérisation de la composition en micro constituants des margines issues de la production oléicole et utilisabilité comme complément dans la ration chez la vache laitière. Thèse de doctorat, Université Frères Mentouri-Constantine, 144 p.

**AGRESTE SYNTHESSES. 2018.** En 2017/2018, l'importance de l'offre mondiale et la concurrence internationale pèsent sur les cours des graines. Céréales, oléagineux et protéagineux, juin 2018, 327p.

**ALGERIE PART.** Le Blé, l'ingrédient de la nouvelle guerre économique qui oppose la France à la Russie en Algérie. Publier le 11/10/2018. <https://algeriepart.com/2018/10/11/ble-ingredient-de-nouvelle-guerre-economique-oppose-france-a-russie-algerie/>.

**AIT MEZIANE. M.Z. 2007.** Etude de l'impact de l'épandage des margines dans le sol, sur la croissance du Haricot (*Phaseolus vulgaris L.*). Station INRAA de Oued Ghir, Bélaïa. *Recherche Agronomique*, n° 19.

**AMARGER N.1980.** Aspect microbiologique de la culture des légumes. Le sélectionneur Français, 28, pp 61-66.

**ANONYME. 2013.** La matière organique, pivot de la fertilité.

**ANONYME1. 1981.** Larousse agricole. Edition Larousse. Publié sous la direction de Jean M Clément, pp171-253.

**A.N.R.H.2007.** Note relative sur les ressources en eau de la wilaya de Ghardaïa. Agence nationale des ressources hydrauliques, Direction régionale sud (Ouargla), Ministère des ressources en eau. 12p.

**APS (ALGERIE PRESSE SERVICE).** Céréales : production nationale "record" de plus de 60 millions de quintaux. Publier le 1 Septembre 2018. <http://www.aps.dz/economie/78024-cereales-production-nationale-record-de-plus-de-60-millions-de-quintaux>.

**APS.** Ghardaïa : Une production céréalière de plus de 300.000 QX attendue. Publier le Mardi, 07 Mai 2019 11:12. <http://www.aps.dz/regions/89147-ghardaia-une-production-cerealieres-de-plus-de-300-000-qx-attendue>

**ARDA Y., NAZLI B. P., SEMRA Y.T. 2010.** Performance evaluation on the treatment of olive mill waste water in vertical subsurface flow constructed wetlands. *Desalination*, 262, p 209–214.

**AUBERT G. 1978.** Méthode d'analyse des sols. C.R.D.P, Marseille, 546p.

**AUDE LOCATELLI. 2013.** Prévalence de pathogènes humains dans les sols français, effet des facteurs pédo-climatiques, biologiques et du mode d'utilisation des sols. Thèse de doctorat, université de Bourgogne, Dijon, 118p.

**AUSTIN R.B. ET JONES H.G. 1975.** The physiology of wheat—Annual Report—Plant Breeds Inst. Cambridge Inst. England, pp : 327-355.

**BABA AHMED ABDERRAZZAK. 2012.** De contamination et d'accumulation de quelques métaux lourds dans des céréales, des légumes et des sols agricoles irrigués par des eaux usées de la ville de Hammam Boughrara. Thèse de Doctorat, Université de Abou Beker Belked, Tlemcen, 227p.

**BACHELIER G. ET BACHELIER G. 1963.** La vie animale dans les sols: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.

**BADIN ANNE-LAURE. 2009.** Répartition et influence de la matière organique et des microorganismes sur l'agrégation et le relargage de polluants dans des sédiments issus de l'infiltration d'eaux pluviales urbaines. Thèse de Doctorat, Lyon (chimie, procédés, environnement), 230p.

**BAHLOULI F., BOUZERZOUR H and BENMAHAMED A. 2005.** Selection of stable and high yielding cultivar of durum wheat under semi-aride conditions. *Pakistan journal of Agronomy*, 4, 360p.

**BAIZE D ET GIRARD M.C. 1995.** Référentiel pédologique, Paris, 332 pp.

**BAIZE D. 1988.** Guide des analyses courantes en pédologie. INRA, 172 p.

**BAIZE D. 2000.** Guide des analyses en pédologie, 2ème édition revue et augmentée, INRA éditions, 257 p.

**BALDY C. 1984.** Utilisation efficace de l'eau par la végétation en climats méditerranéennes. *Bull. soc. Botan. Fr*, 131(2.3.4) Actuel *Botan*, p491-499.

**BALI U ET KARAGOZOGLU B. 2007.** Performance comparison of fenton process, ferric coagulation and Cu(II)/pyridine/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> system for decolorization of Remazol-Turquoise Blue G-133. *Dyes Pigment*, 74, p 73-80.

**BALICE V., CARRIERI C., CERA O. 1990.** Caratteristiche delle acque di vegetazione. *Rivista Italiana Sostanze Grasse*, 67, p 9-16.

**BARBOTIN A. 2014.** Utilisation d'un modèle de culture pour évaluer le comportement des génotypes : pertinence de l'utilisation d'azodyn pour analyser la variabilité du rendement et de la teneur en protéines du blé tendre. Thèse de doctorat, INA Paris Grignon, 237p.

**BAVER L.D. 1963.** Soil Physics. John Wiley & Sons, New York, pp. 489.

**BELAID D. 1986.** Aspect de la céréaliculture algérienne. Ed- O.P.U, 217p.

**BELAID DJ. 1996.** Aspects de la céréaliculture Algérienne. Offices de publications Universitaires, 203p.

**BEN ROUINA B., ABICHOU M., TAAMALLAH H., GARGOURI K., RHOUMA A., MAGDICH S ET JILANI S. 2014.** L'épandage des margines sur les terres agricoles : résultats et gestion pratique, 7èmes Journées Méditerranéennes de l'Olivier. *Agro- pole olivier*, p 32.

**BEN SAHA KHALED. 2011.** Les palmeraies de Metlili : Diagnostic et proposition de programme de rénovation. Mémoire d'ingénieur d'Etat en Agriculture, Université de Kasdi Merbah, Ourgla, 64p.

**BEN SLAMA. 2005.** Cours d'écopédologie, 3ème année Ecologie et Environnement. Université Badji Mokhtar, Annaba

**BENYAHYA N ET ZEIN K. 2003.** Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. Contribution spéciale de Sustainable Business Associates (Suisse) à SESEC II, p 2-7.

**BIANCOA., MUZZALUPO I., PIPERNO A., ROMEO G., UCCELLA N. 1999.** Bioactive derivatives of oleuropein from olive fruits. *J Agric Food Chem*, 47, p 3531–3534.

**BONJEAN A. 2001.** Histoire de la culture des céréales et en particulier celle de blé tendre (*Triticumaestivum L.*). Dossier de l'environnement de l'INRA, 21, p 29-37.

**BONJEAN A., PICARD E. 1991.** Les céréales à paille. Origine-histoire-économie-sélection. Ligugé; Poitiers : *Aubin imprimeur*, 36p.

**BONNEAU M., ET SOUCHIER B. 1994.** Pédologie 2 : constituants et propriétés du sol. Ed. Masson.

**BOUAJILA KH., ELLEFI K., TAAMALLAH H. 2005.** Valorisation des margines pour améliorer la qualité des sols dans les zones arides tunisiennes. *Algerian journal of arid environment*, vol. 5, n° 1, p 92-105.

**BOUFENAR H., ZAGHOUANE F. et ZAGHOUANE O. 2006.** Guide des principales variétés des céréales à pailles cultivées en Algérie. 1er Ed. ITGC, Alger.

**BOULAL H., EI MOURID M., REZGUI S., ZEGHOUANE O. 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (*blés et orge*) dans le Maghreb (*Algérie, Maroc, Tunisie*). ITGC, INRA Algérie et ICARDA , 176 p.

**BOUZERA M., ET KECHI Z. 2017.** Effets des margines sur la fertilité du sol. Mémoire de Master, Université de Bejaïa, 35p.

**BRONICK C.J. et LAL R. 2005.** Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124, pp. 3- 22.

**C.P.A.R,** Centre provincial de l'agriculture et de la ruralité. Fertilisation du sol et application d'engrais et d'amendements « Bio ».

**CADILLON M. 1991.** La valorisation agronomique des margines, 3ème rencontre de l'Agence Régionale pour l'Environnement Provence Alpes Côte d'Azur.

**CALVET R. 2003.** Le sol : Propriétés et fonctions T. I et II. France Agricole (Ed) 455 p.

**CAMURATI F., A. LANZANI, A. ARPINO, C. RUFFO et E. FEDELI. 1984.** Le acque di vegetazione della lavorazione delle olive: Tecnologia de economia di recupero di sottoprodotti. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 61, p 283-292.

**CAMUSARD J.P. 2009.** Le sol, un milieu complexe au pouvoir épuratoire limité. ENGREF Paris.

**CAPUTO M.C., DE GIROLAMO A.M et VOLPE A. 2013.** Soil Amendment with Olive Mill Wastes: Impact on Ground Water. *Journal of Environmental Management*, 131, p 216-221.

**CHAMAYOU H., et LEGROS J.P. 1989.** Les bases physiques, chimiques et minéralogiques de la science du sol, Technique vivante. Presses universitaires de France. Paris, p 212-213.

**CHEIAKH MOHHAME OMAR. 2018.** Valorisation des déchets de palmier dattier, étude de leurs effets sur quelques paramètres physico-chimiques du sol, *région de Biskra*. Mémoire de Master, Université Mohamed Khider, Biskra, 47p

**CHENU C., BRUAND A. 1998.** Constituants et organisation du sol. In: I. éditions (Editor), Sol interface fragile. STENGEL P., GELINS, Paris, pp. 213.

**CHIKHI A. C. 1992.** Situation de la céréaliculture et perspectives de l'irrigation de complément du blé au niveau de la Mitidja. Thèse Ingénieur, INA, El Harrach, 317p

**CHIMI H. 1997.** Cours International sur l'Amélioration de la qualité de l'huile d'olive. Office Régionale de Mise en Valeur Agricole du Haouz Marrakech. 7 p.

**CLEMENT G., PARTS. 1971.** Les céréales. Ed.J.B. Bailliers et Fils, 20-360p.

**CLERGET YVES. 2011.** BIODIVERSITÉ DES CÉRÉALES : Origine et évolution, 16 pages.

**COSSU R., BLAKEY N., CANNAS P. 1993.** Influence of codisposal of municipal solid waste and olive vegetation water on anaerobic digestion of sanitary landfill. *Water Sciences Technology*, 27, p 261-271.

**DAHOU FADILLA. 2014.** Etude des sols alluvionnaires de Oued Metlili. Mémoire d'Ingénieur d'Etat, Université de Kasdi Merbah, Ouargla, 55p.

**DAKHLI R., LAMOURI R., MALLEK-MAALE J. E. 2014.** Effet des Margines en condition de stress salin sur le comportement phénologiques de l'Orge (*Hordeum Vulgare*): Essai en pot (Effect of Olive mill waste water under salt stress conditions on phenological behavior of barley crop (*Hordeum vulgare*): Pot experiment). *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (4) 1033-1038.

**DERMECHE S., N ADOUR M., LARROCHE C., M OULTI-MATI F., MICHAUD P. 2013.** Olive mill wastes: Biochemical characterizations and valorization strategies. *Process Biochemistry*, 48, p 1532-1552.

**DJERMOUM A. 2009.** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Nature et Technologie*, (1), p 45-53.

**DOLIVET M. 2005.** Utilisation des Margines comme eau d'irrigation pour le champignon. *Bulletins électroniques (Espagne)*, n°44 du 02/09/2005.

**DPSB. 2017.** Monographie de la wilaya de Ghardaïa. Ghardaïa (Algérie) : Direction de la planification et du suivi budgétaire. 179 p.

**DUCHAUFOR P. 1994.** Pédologie. Sol, végétation, environnement. Abreges. *Masson*, pp 324.

**DUCHAUFOR P. 1995.** Pédologie. Sol, végétation, environnement. *Masson*. 324 p.

**DUCHAUFOR Ph. 1984.** Abrégé de pédologie. E D. *Masson*, Paris 317 p.

**EL ALAMI B. 2000.** Contribution à l'étude de l'activité anti-oxydante de la fraction phénolique des margines. Mémoire de 3ème cycle, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc. 93 p.

**EL HAJJOUJI H. 2007.** Evolution des caractéristiques physico-chimiques, spectroscopiques et écotoxicologiques des effluents d'huileries d'olive au cours de traitements biologique et chimique. Thèse de doctorat, L'institut National Polytechnique, Toulouse. 147 p.

**ELIARD J.L. 1979.** Manuel d'agriculture générale. Ed. J.B. Bailière, Paris, 344 p.

**ERCOLI E., ERTOLA R. 1983.** SCP production from olive black water. *Biotechnol. Lett.*, 7, p 457-462.

**EVANS L.T. et RAWSON H. M. 1975.** Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of ear during grain development in wheat. *Australian Journal of Biology*, p 223-245.

**EZELIN DE SOUZA K. 1998.** Contribution à la valorisation de la bagasse par transformation biologique et chimique. Valeur agronomique des composts et propriétés suppressives vis-vis du champignon phytopathogène *Fusarium solanum*. Thèse de troisième cycle, Institut national polytechnique de Toulouse. 386 p.

**FEDILA ET TIBARIOUS. 2016.** Valorisation des Margines par épandage agricole. Mémoire de Master, Université de Bejaïa, 44p.

**FEDELI E et CAMURATI F. 1981.** In : Séminaire International sur la Valorisation des Sousproduits de l'olivier. *PNUDFAO*. Monastir, Tunisie, Décembre 1981, p 111-113.

**FENICE M., GIOVANNOZZI SERMANI G., FEDERICI F., D'ANNIBALE A. 2003.** Submerged and solid-state production of laccase and Mn-peroxidase by *Panus tigrinus* on olive mill waste water-based media. *J Biotechnol*, 100 (1), p 77-85.

**FIERER N., BREITBART M., NULTON J., SALAMON P., LOZUPONE C., JONES R., ROBESON M., EDWARDS R. A., FELTS B., & RAYHAWK S. 2007.** Metagenomic and small-subunit RNA analyses reveal the genetic diversity of bacteria, archaea, fungi, and viruses in soil. *Applied and environmental microbiology*, 73, p 7059-7066.

**FIESTAS ROS URSINOS, J.A. 1981.** Différentes utilisations des margines : Actes séminaire international sur la valorisation des sous-produits de l'olivier. FAO-UNDP. Tunisie, p 93-110.

**FIESTAS ROS URSINOS, J.A. NAVARRO GAMERO R., LEON CABELLERO R., GARCIA BUNDIA A.J. et MAESTRO JUAN SAEZ DE JAURGUI G.M. 1982.** Depuracion anaerobia del alpechin como fuente de energia. *Garsa y aceites*, vol. 33, n° 5, 265 p.

**FIESTAS ROS URSINOS, J.A., BORJA R. 1992.** Use and traetement of olive mill wastewater : Current situation and prospects in Spain. *Grasas y Aceites*, n° 2, p101-106.

**FILIDEI S., G. MASCIANDRO et B. CECCANTI. 2003.** Anaerobic digestion of olive oil mill effluents: Evaluation of wastewater, the organic load and phytotoxicity reduction. *Water, Air SoilPollut*, 145, p 79-94.

**FKI I., ALLOUCHE N et SAYADI S. 2005.** The use of polyphenolic extract, purifiedhydroxytyrosol and 3,4-dihydroxyphenol acetic acid from olive mill wastewater for the stabilization of refined oils: a potential alternative to synthetic antioxidants. *Food Chemistry*. 93, P 197-204.

**GARCIA GARCIA I., JIMENEZ PR., BONILLA VENCESLADA JL., MARTIN MARTIN A., SANTOS MA., ROMOS GOMEZ F. 2000.** Removal of phenol compounds from olive mill waste water using *Phanero chaetechry sopperium*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus* and *Geotrichumcandidum*. *Process Biochem*, 1, 35 (8), p 751-758.

**GARRIDO HOYOS S .E., MARTINEZ NIETO L., CAMACHO RUBIO F., RAMOS CORMENZANA A., 2002.** Kinetics of aerobic treatment of olive-mill waste water (OMW) with *Aspergillus terreus*. *Pro.Biochem* , 37, p 1169-1176.

**GATE PH. 1995.** Écophysiologie de blé. édi. Lavoisier, 365p.

**GAUCHERS. G. 1968.** Traité de pédologie agricole. Le sol et ces caractéristiques agronomiques. France, 578 pages.

**GHARSALLAH N., LABAT M., ALOUI F., SAYDI S. 1999.** Effect of *Phanero chaetechry sopperium* pretreatment of olive mill waste waters on anaerobic digestion. *Ressources Conservation and recycling*, 27, p 187-192.

**GHISLAIN JUTRAS.** Guide pour l'interprétation d'une analyse de sol. Cours : Fertilisation des sols en agriculture bio. Cégep de Victoriaville

**GIRARD M.C., WALTER C., REMY J.C., BERTHELIN J., MOREL J.L. 2004.** Sols et environnement, Paris, 816 pp.

**GOBAT J. M., ARAGNO M., ET MATTHEY W. 2010.** Le sol vivant: bases de pédologie, biologie des sols: PPUR Presses polytechniques.

**GOBAT J.M., ARAGNO M., ET MATTHEY W. 2003.** *Le sol vivant - Bases de pédologie – Biologie des sols.* 2e éd. Col. Gérer l'Environnement, Presse Polytechniques et Universitaires de Lausanne, 568 p.

**GOBAT J.M., M. ARAGNO., W. MATTHEY. 1998.** Le Sol vivant. *Bases de pédologie biologie des sols.* Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.

**GRANDCOURT M.C. et PARTS J. 1970.** *Les céréales.* 2ème édition, Revue et Augmentée. Editeurs Baillière et Fils, p 22.

**HAMDI M. 1991.** Nouvelle conception d'un procédé de dépollution biologique des margines, effluents liquides de l'extraction de l'huile d'olive. Mémoire d'Ingénieur en Microbiologie industrielle et Appliquée, université de Provence. Marseille, France, 168 p.

**HILLEL D. 2004.** Introduction to Environmental Soil Physics. *Elsevier academic press,* 493 pp.

**HILLEL D. 1988.** L'eau et le sol, principes et processus physiques. Edition Academia, p294.

**HUSSEIN J. ET ADEY M.A. 1998.** Changes in microstructure, voids and b-fabric of surface samples of a Vertisol caused by wet/dry cycles. *Geoderma*, **85**(1), p 63-82.

**IBOUKHOULEF HAMIDA. 2014.** Traitement des margines des huileries d'olive par les procédés d'oxydation avancée basés sur le système Fenton-like (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Cu). Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou, 124 p.

**KABATA-PENDIAS A. 2001.** Trace Elements in Soils and Plants, Third Edition, CRC Press, Boca Raton, USA.

**KAPELLAKIS I.E., TSAGARAKIS K.P et CROWTHER J.C. 2008.** Olive oil history, production and by-product management. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, **7**, p 1-26.

**KAPELLAKIS I.E., TSAGARAKIS K.P., AVRAMAKI CH., ANGELAKIS A.N. 2006.** Olive mill wastewater management in river basin: A case study in Greece. *Agricultural Water Management*, **82**, p 354-370.

**KAROU M., HAFFID R., SMITH D. N., SAMIR K. 1998.** Roots and shoot growth water use and water use efficiency of spring durum wheat under early – season drought. *Agronomie*, **18**, p 182-186.

**KAVVADIAS V., DOULA M.K., KOMNITSAS K., LIAKOPOULOU N. 2010.** Disposal of olive oil mill wastes in evaporation ponds: Effects on soil properties. *Journal of Hazardous Materials*, **182**: 144–155.

**KHENNAOUI. 2018.** Diversitéphénotypique et moléculaire du blé dur cultivé en Algérie : identification et caractérisation des accessions. Thèse de Doctorat, Université des Frères Mentouri Constantine, 145 p.

**KHOUI S., ALOUI F., SAYADI S. 2000.** Anaerobic digestion of olive mill waste water after Ca(OH)<sub>2</sub> pretreatment and reuse adapted, Proc. Internat. Conf. on waste water treatment and reuse adapted to Mediterranean area (WATRAMA), p 85-89.

**KISSI M., MOUNTADAR M., ASSOBEI O., GARGIULO E., PALMIERI G., GIARDINA P., SANNIA G. 2001.** Roles of two white-rot basidiomycete fungi in decolorisation and detoxification of olive mill waste water. *Appl Microbiol Biotechnol.*, 57 (1-2), p221-6.

**KOLLER EMILIAN. 2004.** Traitement Des Pollutions Industrielles. Edition DUNOD, Paris, p 277-347.

**KOULL N. 2007.** Effet de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région d'Ouargla. Mémoire de Magister, Université Kasdi Merbah, Ouargla. p

**LAVELLE P. et SPAIN A. V. 2001.** Soil ecology : Springer.

**LÉGER C.L. 1999.** Co-produits de l'huilerie d'olive: les composés phénoliques et leurs propriétés biologiques. *Oléagineux Corps Gras Lipides (OCL)*, n° 6, p 60-63.

**LEGER C.L., KADIRI-HASSANI N., DESCOMPS B. 2000.** Decreased superoxide anion production in culture of human pro monocyte cells (THP-1) due to polyphenol mixtures from olive oil processing waste waters. *J Agric Food Chem*, 48 (10), 5061-7.

**LERIN FRANCOIS. 1986.** Céréales et produits céréaliers en méditerranéen. Ed. Montpellier, pp 81-93.

**LESAGE-MEESSEN. L., NAVARRO D., MAUNIER S., SIGOILLOT J-C., LORQUIN, J., DELATTRE M., SIMON J-L. et LABAT M. 2001.** Simple phenolic content in olive oil residues as a function of extraction systems. *Food Chemistry*, 75, 2001, P 501-507.

**LEVI-MINZI R., SAVIOZZI R., RIFFALDI A.R., FALZO L. 1992.** L'épandage au champ des margines : effets sur les propriétés du sol. *Olivae*, 40: p 20-25.

**L'EXPRESSE DZ.** Excellente production de blé pour l'Algérie en 2018. Publié le 18 Mai 2018. <https://www.express-dz.com/2018/05/17/excellente-production-de-ble-pour-lalgerie-en-2018/>.

**LOUALI YAMOUNA. 2016.** Production de géotypes mutants chez le blé dur (*Triticum durum*) : une source de variabilité génétique pour la tolérance à la sécheresse. Thèse de Doctorat, Université des Frères Mentouri Constantine, 140p.

**LOULAN PY., THELIER Y. 1987.** Procédé et dispositif de traitement par fermentation méthanique des eaux résiduaires lipidiques, Brevet français, 2620439.

**MAACHI LILIA. 2005.** Etude du comportement d'une céréale à grains sous centre pivot dans la région de Ouargla. Mémoire d'ingénieur d'Etat en Agronomie Saharienne, Université de Ouargla, 86p.

**MAATALLAH S ET MOULAYABDELLAH .2019.** Etude physico-chimique et bactériologique des margines issues de déférent mode de trituration de quelque variété d'olive dans la région du Ghardaïa. Mémoire de Master, Université de Ghardaïa, 83p.

**MARISOT A., TOURNIER J.P. 1986.** Répercutions agronomique de l'épandage d'effluents et déchets de moulins à huile d'olive. *Agronomie*. 6, 235-241.

**MASLE-MEYNARD J. 1980.** L'élaboration du nombre d'épis chez le blé d'hiver. Influence de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. Thèse de Docteur- Ingénieur, INA-PG, Paris, 274p.

**MATHIEU C., PIELTAIN F. 2009.** Analyse chimique des sols : méthodes choisies. Tec& doc, Paris, France, 388p.

**MATHIEU CLEMENT .1998.** Analyse physique des sols. Tec & doc, Paris, France, 256p.

**MAZOUZE L. 2006.** Etude de la contribution des paramètres phéno-morphologique dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum Desf*) dans l'étage bioclimatique semi-aride. Mémoire de Magister, Université Hadj Lakhdar, Batna, 81p.

**MEBIROUK M. 2002.** Rejets des huileries, développement d'un procédé intégré pour la biodégradation des polyphénols dans les margines .*CMPP NEWS*, n°1.

**MEDJAHDI N. 2016.** Evaluation du compostage des sous produits d'huile d'olive sur le rendement de quelques espèces a intérêt agroalimentaire. Thèse de doctorat, Université de Mohamed Boudiaf, Oran, 81p.

**MEKLIICHE A. 1983.** Contribution à l'établissement de la fertilisation azotée du blé d'hiverdans le haut Chélif. Thèse de Magistère. I.N.A. Alger, 81p.

**MERIZEK S. 1992.** Evolution de la biomasse et des composantes du rendement d'uneculture de blé conduite en sec et en irrigué. Thèse Ingénieur, INA El Harrach, p10.

**MICHHEL MOSINIAK., ROGER PRAT et JEAN-CLAUDE ROLAND. 2006.** DU BLÉ AU PAIN. Biologie et Multimédia, Université Pierre et Marie Curie - UFR de Biologie.

**MOEYS J. 2007.** Variabilité spatiale et déterminismes agro-pédologiques du devenir d'un herbicide dans l'horizon de surface. Thèse de Doctorat en sciences du sol, Ecole doctoraleABIES, 308 p.

**MOREL R. 1989.** Les sols cultivés. Ed. TEC. Doc-Lavoisier, 373 p.

**MORENO E., J. PEREZ, A. RAMOS-CORMENZANA et J. MARTINEZ. 1987.** Antimicrobial effect of waste water from olive oil extraction plants selecting soil bacteria after incubation with diluted waste. *Microbios*, 51, p 169-174.

**MORILLO JA ,ANTIZAR-LADISLAO B., MONTEOLIVA-SANCHEZ M., RAMOSCORMENZANA A., RUSSELL NJ. 2009.** Bioremediation and biovalorisation of olive mill wastes. *Appl Microbiol Biotechnol*, 82, p 25–39.

**MORSLI. 2010.** Adaptation du blé dur (*triticum durum desf*) dans les conditions des hautesplains constantinoises. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba, 69p.

**MOULE C. 1971.** Céréales 2. Phytotechnie spéciale. Ed. La maison rustique, Paris, 236p.

**NEDJAH IMENE. 2015.** Changements physiologiques chez des plantes (Blé dur *Triticum durum Desf*) exposées à une pollution par un métal lourd (plomb). Thèse de doctorat, Université de Badji Mokhtar, ANNABA, 98p.

**NEFZAOUI A. 1991.** Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par la valorisation optimale des sous-produits. *Options Méditerranéennes*, p 153-173.

**NEFZAOUI A. 1991.** Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par la valorisation optimale des sous-produits. *Options Méditerranéennes*, p 101 – 108.

**NEFZAOUI A. 1987.** Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par la valorisation optimale des sous-produits. Séminaire sur l'économie de l'olivier. Tunis.

**NIAOUNAKIS M., HALVADAKIS CP. 2004.** Olive mill waste management. Literature Review and Patent Survey. *Typothito-George Dardanos. Athens, Greece*, pp xiv, 430.

**P.-M. CHAURAND.** Qualités des sols. Physique-Chimie, Troisième partie, 14p.

**PAPADIMITRIOU E.K., CHATJIPA I., BALIS C. 1997.** Application of composting to olive mill wastewater treatment. *Environmental Technology*, 18, p 101-107.

**PARTS J et GRALDCOURT C. 1971.** Les céréales. Edition Bailliér, pp 351.

**POZO C., MARTINEZ-TOLEDO M.V., RODELAS B., GONZALEZ-LOPEZ J. 2002.** Effects of culture conditions on the production of polyhydroxyalcanoates by *Azotobacter chroococcum* H23 in media containing a high concentration of alpechin (waste water from olive oil mills) as primary carbon source. *J. of Biotechnology*, 97, 125-131.

**PROFFIT SYLVAIN. 2011.** Etude de la répartition géochimique du cuivre dans les sols du vignoble champenois : Approche par modèles synthétiques de complexité croissante. Thèse de Doctorat, Université de Reims Champagne-Ardenne, 247p.

**PROJET CFC/IOOC/04.** Les bonnes pratiques d'épandage des margines et du composte sur les terres agricoles : Cas de l'Olivier. Agro-pôle Olivier ENA Meknès.

**RANALLI A. 1991.** The effluent from olive mills : Proposals for re-use and purification with reference to Italian legislation. *Olivae*, 37, p 30-39.

**REQUASUD BE. 2018.** L'importance du pH dans la fertilité du sol, p 6.

**ROBERT M. 1996.** Le sol: interface dans l'environnement, ressource pour le développement, Paris, 241 pp.

**ROIG A., CAYUELA ML., SÁNCHEZ-MONEDERO M.A. 2006.** An overview on olive mill wastes and their valorisation methods. *Waste Manage*, 26, p 960–969.

**RUEL T. 2006.** Document sur la culture du blé, Ed: Educagri, 18p.

- SAHRAOUI H., JRAD A., MELLOULIH. J. 2012.** Epannage des margines sur les sols agricoles : impacts environnementaux Microbiologiques. *Afrique SCIENCE*, vol. 08, n° 1, p 97 – 106.
- SALVEMINI V., CERA O. 1984.** Acidic phenolic fraction of the juice of olives determined by gas chromatographic method. *Grassas y Aceites*. 25, P 178-180.
- SAMAI IBTISSEM. 2017.** Etude des relations sol-végétation de la chênaie d'OuledBechih (Souk-Ahras) « dynamique de la matière organique ». Thèse de Doctorat, Université de Badji Mokhtar, Annaba, 149p.
- SENESI N. 1989.** Composted materials as organic fertilizers. *Sci.Tot.Environ*, vol. 81, n° 82 , p 521-542.
- SIX J., BOSSUYT H., DEGRYZE S., DENEK K. 2004.** A history of research on the link between micro-aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research*, 79, p 7-31.
- SLAMA A., BEN SALEM., BEN NACEUR M. et ZID E. D. 2005.** Les céréales enTunisie: production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse* (16) 3, p 225-9.
- SMADHI D ET ZELLA L. 2009.** Céréaliculture en sec et précipitations annuelles : le cas de l'Algérie du Nord. *Sécheresse*, 20 (2) : 199-203.
- SOLTNER D. 1988.** Les grandes productions végétales. Collection sciences et techniques agricoles.
- SOLTNER D. 2005.** Les grandes productions végétales. 20ème édition, collection des sciences et techniques agricoles, 245p.
- SURGET A. et BARRON C. 2005.** Histologie du grain de blé. *Industrie des céréales*, 145, p 4-7.
- TAAMALLAH H., 2007.** L'épannage des margines au niveau des champs d'olivier : une alternative pour la valorisation de cet effluent des huileries d'olive. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques Appliquées, Université de Gent, Belgique, 180 p.
- TABET D., SAIDI M., HOUARI M., PICHAT P., KHALAF H. 2006.** Fe-pillared clay as a Fenton type heterogeneous catalyst for cinnamic acid degradation. *Journal of Environmental Management*. 80, 342-346.
- THORN G., ELSAS J. D. v., Trevors, J. T., & Wellington, E. M. H. 1997.** The fungi in soil. *Modern soilmicrobiology*, p 63-127.
- TOMATI U., GALLI E. 1992.** In Humus, its structure and role in agriculture and environment, Kubat J. Ed. Elsevier, London. p 117-126.
- TORSVIK V., Goksoyr J., & DAAE F. L. 1990.** High diversity in DNA of soil bacteria. *Applied and environmental microbiology*, 56, p 782-787.

**UGARTE NANO. 2015.** Etude de la variabilité des propriétés physiques et hydrodynamiques d'un sol argileux sous l'effet de conduites en protection intégrée contre les adventices. Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, 173p.

**UNIFA. 2005.** Union des Industries de la Fertilisation. Le sol et ses constituants, Parlons fertilisation. p 6.

**WARDLAW I.F. 2002.** Interaction between drought and chronic high temperature during kernel filling in wheat in a controlled environment *Annals of Botany*, 90, p 469-476.

**WILILAMSON K. E., RADOSEVICH M. & WOMMACK K. E. 2005.** Abundance and diversity of viruses in six Delaware soils. *Applied and environmental microbiology*, 71, p 3119-3125.

**YAAKOUBI A., CHAHLAOUI A., RAHMANI M., ELYACHIOUI M., OULHOTE Y. 2009.** Effet de l'épandage des margines sur la microflore du sol. *Agrosolutions*, vol. 20, n° 1, p 36.

**YESILADA O., K. FISKIN et E. YESILADA. 1995.** The use of the white rot fungus *funaliatrogii*(Malatyia) for the decolorization and phenol removal from olive mill wastewater. *Environ. Technol.*, 16, p 95-100.

**ZAHARI A., TAZI A., AZZI M. 2014.** Optimisation des conditions de traitement des margines par un superoxydant K<sub>3</sub>FexMnyO<sub>8</sub> (Optimization of treatment conditions of Olive Oil Mill Wastewater by superoxidant K<sub>3</sub>FexMnyO<sub>8</sub>).*J. Mater. Environ. Sci.*, vol.5, n° 2, p 484-489.

# **Annexes**

## Annexes :

### Echelle de pH des sols (Ghislain Jutras)

<b>Classe de réaction du sol</b>	<b>pH eau</b>
< 4,5	Extrêmement acides
4,5 - 5	Très fortement acides
5,1 – 5,5	Fortement acide
5,6 – 6	Moyennement acides
6,1 – 6,5	Faiblement acide
6,6 – 7,3	Neutre
7,4 – 7,8	Faiblement alcalin
7,9 – 8,4	Moyennement alcalin
8,5 – 9,0	Fortement alcalin
> 9,0	Très fortement alcalin

### Echelle de la salinité en fonction de la CE de l'extrait aqueux 1/5 (Aubert, 1978)

<b>CE (ds/m) à 25°C</b>	<b>Degrés de salinité</b>
CE < 0,6	Sol non salé
0,6 < CE < 1,2	Sol peu salé
1,2 < CE < 2,4	Sol salé
2,4 < CE < 6	Sol très salés
CE > 6	Sol extrêmement salé

### Classification des sols d'après leur teneur en matière organique (Gauchers ,1968)

<b>% de la matière organique</b>	<b>Appréciation</b>
<1	Extrêmement faible
1-1,5	Très faible
1,5-2,5	faible
2,5-3,5	Moyen
3,5-4,5	Moyennement élevé
4,5-5	Elevé
>5	Très élevé

## ملخص

المياه النباتية هي نفايات صناعية سائلة، تنتج عن عملية عصر الزيتون خلال استخراج الزيت، وهي تشكل حتى الآن مشكلة بيئية كبيرة للبلدان المنتجة لزيت الزيتون.

دفعت بنا هذه المشكلة البيئية إلى إجراء دراسة تجريبية لمكافحة التلوث الصناعي، و هذا من خلال النشر الزراعي الذي يشكل أحد الحلول التي تسمح بتثمينه. الهدف منه هو تقييم تأثير المياه النباتية على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة (الحموضة، الناقلية الكهربائية، المادة العضوية) وعلى الخصائص المورفولوجية للقمح (عدد البراعم، طول النباتات، عدد السنابل). تم إجراء العمل على نوعين من التربة (تربة مزروعة وتربة رملية) من منطقة متليلي (غاردابية)، وتمت زراعة القمح اللين في البيت البلاستيكي. اختبرت أربع علاجات مختلفة من مرج الزيتون (ع<sub>1</sub> = 90 مل، ع<sub>2</sub> = 180 مل، ع<sub>3</sub> = 270 مل، ع<sub>4</sub> = 360 مل) مقارنة مع العنصر الشاهد (بدون مرج).

أظهرت النتائج أن نشر المرجان بعد 40 يوما يؤدي إلى انخفاض طفيف في درجة الحموضة من 10.8 إلى 7.51 (ع<sub>4</sub>، التربة أ) و من 8.85 إلى 8.24 (ع<sub>4</sub>، التربة ب). زيادة كبيرة في الناقلية الكهربائية والتي زادت تدريجيا من ملوحة التربة، و ثراء التربة بالمواد العضوية من 3.04 إلى 4.13 (ع<sub>4</sub>، التربة أ) و من 0.82 إلى 1.55 (ع<sub>4</sub>، التربة ب). أما بالنسبة إلى الخصائص النباتية فقد أظهرت النتائج أن المرجان يؤثر بشكل مختلف على مراحل نمو النبتة، وفقا للعلاجات. تثبيط الإنبات خلال ثمانية الأيام الأولى مع التأثير السلبي على الإشتاء، الصعود و إنتاج السنابل.

**الكلمات الدالة:** تثمين، مرج، نشر، علاجات، خصائص فيزيائية و كيميائية للتربة، زراعة القمح.

## Résumé

Les margines sont des déchets liquides industriels, produit par le processus de trituration des olives lors de l'extraction de l'huile. Jusqu'à présent, ils constituent un problème environnemental majeur pour les pays producteurs de l'huile d'olive.

Ce problème écologique nous a incités à réaliser une étude expérimentale pour lutte contre la pollution industrielle, par épandage agricole qu'est constitue l'une des les solutions permettant de les valoriser. Elle à pour objectif d'évaluation l'impact des margines sur les propriétés physico-chimiques du sol (pH, CE, MO) et sur les caractéristiques morphologique de blé (nombre de graines germées, longueurs des plants, nombre d'épis). Le travail a été réalisé sur deux types de sol (sol cultivé et sable des dunes) de la région de Metlili, Ghardaïa et la culture en pot été fait sur le blé tendre au niveau de la serre. Quatre traitements des margines différents (T<sub>1</sub>= 90, T<sub>2</sub>= 180, T<sub>3</sub>= 270, T<sub>4</sub>= 360 mL) comparées à un témoin, ont été testés. Les résultats obtenus ont montrés que l'épandage des margines après 40 jours, cause une légère diminution de pH de 8.10 à 7, 51 (T<sub>4</sub>, SOLI) et de 8.85 à 8.24 (T<sub>4</sub>, SOLII), une augmentation significatif de la conductivité électrique qui a été augmenté progressivement la salinité des sols, et un enrichissement du sol en matières organiques de 3,04 à 4,13 (T<sub>4</sub>, SOLI) et de 0,82 à 1,55 (T<sub>4</sub>, SOLII). En effet, les résultats des paramètres végétal obtenus ont montrés que l'apport des margines influe différemment sur le cycle de développement de la plante, selon les traitements. Une inhibition de la germination au premier huit jours avec un effet négative sur la levé, le développement des talles et la production des épis.

**Mots clés :** Valorisation, Margine, épandage, traitements, caractéristiques physico-chimiques du sol, culture du blé.

## Abstract

The Olive mill waste water is liquid trashes, produced by the process of trituration of olives during the extraction of oil. Until now, they constitute a major environmental problem for the countries producing the olive oil. This ecological problem has encouraged us to make an experimental study in order to fight against the industrial pollution, by agricultural spreading that constitute one of the solutions allowing to valorize them. It has an objective of evaluating the impact of the margins on the chemical physicist properties of the soil (PH, CE, MO) and on the wheat morphological characteristics (number of germinated seeds, length of plants, number of ears). Work had been realized on two types par soil (cultivated soil and dunes sand) of the region of Metlili, Ghardaia, and the pot culture was done on the soft wheat at the greenhouse. Four treatments of different margins (T<sub>1</sub>= 90, T<sub>2</sub>= 180, T<sub>3</sub>= 270, T<sub>4</sub>= 360 mL) compared to a witness, have been tested. The obtained results showed that spreading margins after 40 days, causes a slight decrease of pH from 8.10 to 7.51 (T<sub>4</sub>, SOLI) and from 8.85 to 8.24 (T<sub>4</sub> SOLII), a significant increase of the electrical conductivity that has been increased progressively by soil salinity, and a soil enrichment of an organic material from 3.04 to 4.13 (T<sub>4</sub>, SOLI) and from 0.82 to 1.55 (T<sub>4</sub> SOLII). Indeed, the obtained results of vegetal parameters showed that the contribution of the margins affects differently on the cycle of the plant development, according to the treatments. Inhibition of germination at first eight days with a negative effect on the raising, the development of tillers and the fabrication of ears.

**Keywords:** Valorization, Margin, Spreading, Treatments, Soil physico-chemical characteristics, Wheat growing.