



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques

Département de Biochimie et Microbiologie

Mémoire de fin d'études

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME de MASTER EN BIOTECHNOLOGIE

OPTION : BIOTECHNOLOGIE ET VALORISATION DES PLANTES

Thème

**Impact de l'apport des margines sur la germination
et la croissance de l'orge "*Hordeum vulgare* L. "
Variété Fouara en conditions contrôlées**

Réalisé par :

REZKI Lamia & HAOUAME Imane

Soutenu le 29/10/2019 devant le jury composé de :

President:	Mr Bouacem k.	MCB	UMMTO
Promotrice :	Mme Dermeche S.	MAA	UMMTO
Co- Promotrice :	Mme Boudiaf M.	MCA	UMMTO
Examinatrice:	Melle Zareb A.	MAA	UMMTO

Année Universitaire : 2018-2019

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier notre promotrice Mme Dermeche, de nous avoir proposé le sujet et orienté afin de bien mener notre expérimentation.

Nous tenons aussi à remercier Mme Boudiaf, pour son orientation, ses conseils et de nous avoir permis de mener ce travail dans de bonnes conditions.

Nous remercions Mr Bouacem pour avoir accepté de présider le jury et d'examiner notre mémoire. Nous sommes honorées par la présence de Mme Zareb dans notre jury et d'avoir acceptée d'examiner le travail.

Nous tenons à remercier Melle Issaoun pour son aide et d'avoir mis à notre disposition des échantillons de sol pour l'essai.

Nous remercions également Mr Louahdi de l'ITGC de Sétif de nous avoir fourni les caryopses de la variété Fouara, issus de leur sélection.

Nous exprimons nos remerciements à tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin et encouragé pour la réalisation de ce mémoire, qu'ils trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus sincères.

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents qui m'ont soutenu tout au long de mes études ;

Mes sœurs et mon frère ;

Toute ma grande famille ;

Imane Haouame et tous mes amis(es) sans exception ;

et ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans les moments les plus difficiles.

LAMIA

Je dédie ce travail à

Mes chers parents qui m'ont soutenu tout au long de mes études ;

Mes frères et mes chères cousines ;

Toute ma grande famille ;

Lamia et tous mes amis(es) sans exception ;

et ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans les moments les plus difficiles.

IMANE

Liste des figures

Figures N°	Titres	Pages
1	Les différents types de la biotechnologie	4
2	Histogramme représentant la superficie mondiale des céréales durant les dernières années	5
3	Les différentes parties du développement de l'orge	9
4	Représentation graphique des proportions du volume occupé par l'espace poral dans les sols	10
5	Teneur de la matière organique et du carbone dans les différents types des sols	11
6	Recyclages des nutriments par les enzymes du sol.	13
7	Test de germination de l'orge dans des boîtes de Pétri	22
8	Germination de l'orge avec l'eau distillée	22
9	Traitement de l'orge avec les margines	23
10	Préparation et remplissage des pots	24
11	Aérations des sols de la semis d'orge	24
12	Germination de l'orge en fonction du temps dans des pots en plastique	27
13	Effet des margines sur les graines d'orge dans des pots en plastique	29
14	Germination de l'orge après 4 jours dans des pots en plastique	30
15	Germination de l'orge après une semaine dans des pots en plastique	30
16	Germination de l'orge après 25 jours dans des pots en plastique	31
17	Variation de la longueur des feuilles des plantules d'orge en fonction des sols	32
18	Variation de la longueur des feuilles des plantules d'orge en fonction des doses de margines	33
19	Variation temporelle des longueurs des feuilles des plantules d'orge	34
20	Variation de la biomasse aérienne des plantules d'orge en fonction des sols	36
21	Variation de la biomasse aérienne des plantules d'orge en fonction des doses des margines	37

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pages
I	Caractéristiques chimiques des margines	16
II	Concentrations des margines utilisées sur boîtes de Pétri	23
III	Concentrations des margines utilisées dans le traitement des sols	25
IV	Germination des graines d'orge sans traitement dans des boîtes de Pétri	26
V	Nombre de graines germées après traitement avec la margine	28
VI	Poids de la partie aérienne des plantules des trois essais	35

Liste des abréviations

% : Pourcentage

MO : Matière Organique

OGM : Organismes Génétiquement Modifiés

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DBO : Demande Biologique en Oxygène

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique

Ha : Hectare

CO : Carbone Organique

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures

COI : Commission de l'Océan Indien

SOMMAIRE

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.	1

Chapitre I: Partie Bibliographique

I. Importance de la biotechnologie végétale	3
I.1.Définition de la biotechnologie	3
I.2.Différents types de la biotechnologie et ces applications.	3
I.2.2.Biotechnologie et agriculture	3
II. Céréales	5
II.1.Superficies des céréales	5
II.2.Principaux groupes de céréales	6
II.3.Généralités sur l'orge	6
II.3.1.Définition	6
II.3.2.Classification	6
II.3.3.Caractères botaniques	7
II.3.4.Description de la plante	7
II.3.5.Cycle de développement de l'orge	8
III. Sol	9
III.1. Définitions	9
III.2.Structure et propriétés physicochimiques du sol	9
III.3.Rôle de la matière organique et minérale dans la fertilisation du sol	12
III.4.Microbiologie et activité enzymatique du sol	12
III.4.1.Biodégradation de la matière organique	12
III.4.2.Activités enzymatiques du sol.....	12
IV. Production oléicole et valorisation biotechnologique	14

IV.1.Importance de l'olivier	14
IV.2.Production oléicole dans le monde	14
IV.3. Production en Algérie	14
IV.4.Sous-produits de l'oléiculture	14
IV.4.1.Grignons d'olive	15
IV.4.1.1.Différents types de grignons	15
IV.4.1.2.Margines.....	15
IV.4.1.2.1.Caractéristiques physico-chimiques des margines.....	15
IV.4.1.2.2. Effet des margines sur l'environnement	16
IV.5.Valorisation agronomique des margines et des grignons	17
IV.5.1.Utilisation comme amendement au sol	17
IV.5.1.1.Grignons	17
IV.5.1.2.Margines	17
IV.5.2.Effet des margines sur la germination de l'orge	17
IV.5.3.Compostage	18
IV.6. Autres traitements et valorisations des margines	19
IV.6.1.Traitement aérobie	19
IV.6.2.Traitement fongique	19
IV.6.3.Traitement anaérobie	20

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Matériel biologique	21
2. Matériel du laboratoire	21
3. Présentation du dispositif expérimental.	21
3.1. Essai de germination dans des boîtes de Pétri.....	21
3.1.1. Germination sans traitement.....	21
3.1.2. Essai de germination avec les margines	22

4. Essai de germination dans des pots en plastiques	23
5. Analyse statistique.....	25

Chapitre III : Résultats et Discussion

1. Test de Germination sans traitement	26
2. Effet des margines sur la germination de l'orge	28
3. Résultats de l'essai en pots après traitement avec différentes doses de margines	29
3.1. Caractères biométriques mesurés	29
3.1.1. Longueur des feuilles des plants d'orge	29
3.1.2. Variation temporelle de la biomasse aérienne	35
Conclusion et Perspectives	38
Références Bibliographiques	39

Annexes

Résumé

Introduction

Introduction

Les céréales couvrent la plus grande surface agricole dans le monde. Elles sont la base de la première civilisation humaine et encore la base de l'alimentation d'une population (Belaid, 2009). En Algérie, la filière des céréales englobe des activités de production et des activités de transformation en semoulerie, en boulangerie dans l'industrie agro-alimentaire. Elles occupent également une place centrale dans l'alimentation et les habitudes alimentaires des populations (Ammar, 2014).

L'eau, les éléments minéraux, la lumière, l'air et le sol sont des facteurs indispensables pour la croissance des plantes. Le sol est considéré comme un support pour la plante et aussi une zone exploitée par les racines et d'échange d'ions (Ammar, 2014).

L'industrie oléicole génère en plus de l'huile d'olive deux autres sous produits, le rejet solide qui est les grignons d'olive et le rejet liquide qui est appelé la margine. La phase liquide est séparée de la phase solide par plusieurs techniques telles que la pression, (système discontinu ou traditionnel) ou la force centrifuge (système continu) (Roussos et *al.*, 2009).

D'après quelques travaux faits par des chercheurs ((Toscano et Montemurro, 2012), (Innangi et al, 2017), la margine est définie comme des eaux de végétation. Elle est considérée comme une source de pollution, un sous-produit nuisible à l'environnement qui est due à leur concentration élevée en composés phénoliques et leur forte acidité qui influencent sur la faune et la flore (Dakhli et *al.*, 2009). Dans le monde des millions de tonnes de ces déchets sont produits par an et pour cela il est donc nécessaire d'approfondir la recherche sur le développement de nouvelles méthodes et technologies et techniques de biorémédiation des margines et grignons d'olive, ainsi pour les mettre en valeur par la biotechnologie (Darvishi, 2012).

La valorisation des margines consiste dans leur réemploi comme fertilisant et leur recyclage (Proot, 2002). Les dix dernières années ont vu se multiplier les nombres de recherches qui travaillent sur l'utilisation des margines dans les domaines de la biotechnologie, de la chimie, de l'agriculture et voire même du génie civil (Tyouri et *al.*, 2007). Certains d'entre eux sont très récents, il s'agit, en particulier de la récupération des composants aromatiques et phénoliques qui ont un pouvoir antioxydant très élevé (Benhaouan et *al.*, 2007). Ainsi, les effluents d'huileries d'olive ont été utilisés directement comme boisson pour les ruminants.

Introduction

L'objectif de cette étude est d'essayer d'utiliser dans des conditions contrôlées (Laboratoire de biotechnologie et valorisation des plantes) ces margines comme fertilisants sur les sols provenant des régions céréalières sous climat semi-arides à savoir Sétif et Bordj Bou Arreridj. Dans ce travail nous avons utilisé des caryopses de l'orge, variété Fouara. L'orge est connue pour être à la tête des cultures destinées à l'alimentation humaine et animale. Son rôle dans l'alimentation animale a toujours été et reste fondamental. Elle a des capacités d'adaptation aux irrégularités du climat algérien, ses qualités nutritionnelles voire ses vertus sur la santé humaine font d'elle une culture qui mérite une attention particulière (Bouziane, 2015).

Afin d'atteindre les objectifs de cette investigation, ce travail est subdivisé en trois chapitres. Le premier est consacré à une synthèse bibliographique sur les céréales en générale, les margines et leur valorisation ainsi que l'importance de l'orge comme plant test en biotechnologie. Dans le second chapitre nous détaillerons le matériel et méthodes utilisées durant l'essai, suivi des résultats et discussion. Une conclusion et des perspectives viendront clore cette étude.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Importance de la biotechnologie**I.1. Définition de la biotechnologie**

« Biotechnologie » est un terme relativement récent puisqu'il est apparu pour la première fois vers 1960, il est composé de bios (« vie » en grec) et de technologie (entré dans la langue française en 1656, au sens d'« étude des outils, machines et matières premières ») (Bhojwani, 1990).

I.2. Différents types de la biotechnologie et ses applications

D'après Monsan et Richard., (2006) On distingue cinq types de la biotechnologie (Figure 1)

- La biotechnologie verte : celle-ci concerne les végétaux.
- La biotechnologie rouge : elle vise des applications médicales.
- La biotechnologie bleue : elle concerne la vie marine.
- La biotechnologie jaune : appliquée à l'environnement.
- La biotechnologie blanche : appliquée à l'industrie.

I.2.2. Biotechnologie et agriculture

Il existe deux définitions possibles du terme « biotechnologie végétale ». La première est une définition au sens large et traditionnelle, selon laquelle la biotechnologie végétale est l'intervention humaine sur du matériel végétal au moyen d'instruments technologiques afin de produire des effets temporaires. La seconde définition, au sens strict et moderne, décrit la biotechnologie végétale comme l'intervention humaine sur du matériel végétal au moyen d'instruments technologiques afin de produire des effets permanents (transmissibles à la descendance), incluant le génie génétique, ou manipulation génétique, pour obtenir des plantes transgéniques (Alvaro, 2009).

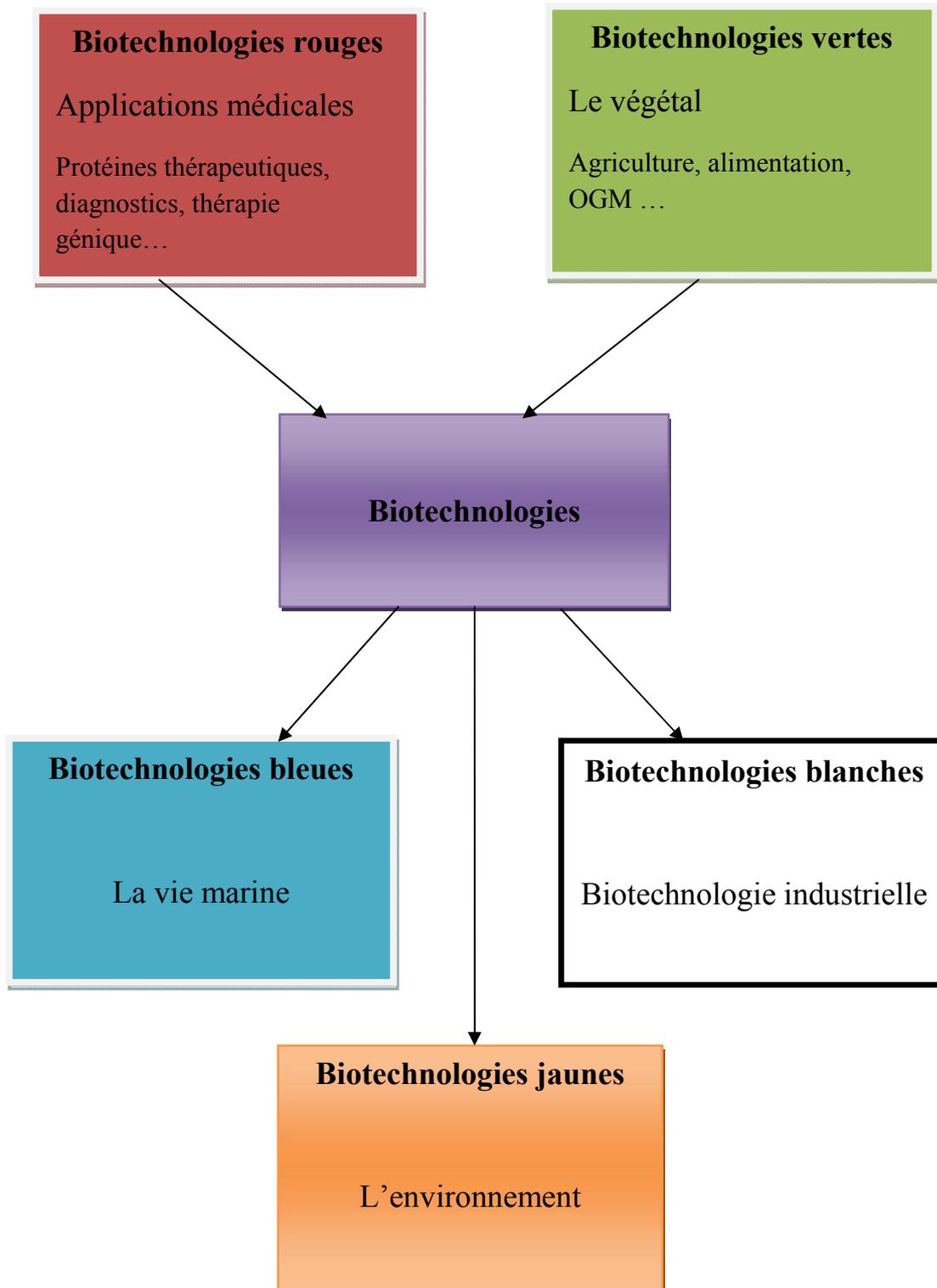


Figure 1. Les différents types de la biotechnologie (Monsan et Richard, 2006)

I. Céréales

Les céréales couvrent la plus grande surface agricole dans le monde et sont la base de la première civilisation humaine et encore la base de l'alimentation d'une population (Ammar, 2014).

En Algérie, les céréales et leurs dérivés constituent l'une des bases importantes dans le domaine agro-alimentaire, Vu leurs valeurs nutritionnelles, elles occupent une place importante dans l'alimentation humaine notamment la semoule et la farine.

II.1. Superficies des céréales

En Algérie, les superficies céréalières occupent environ 3,4 millions d'hectares (Figure 2), dont 1,6 millions d'hectares pour le blé dur avec 46% et 480 000 hectares pour le blé tendre, l'orge avec 1.2 millions d'hectares, et l'avoine avec 81 171 hectares (Cic, 2018).

Les céréales se trouvent pratiquement dans toutes les régions des hauts plateaux situées dans les zones semi-arides et sub-humides (isohyète 300 à 450mm) et de grandes plaines intérieures littorales et sub-littorales (isohyète 450 à 600 mm).

Les hauts- plateaux sétifiens ont été et resteront pendant long temps une zone privilégiée pour la production des céréales car le climat est très convenable (Bouzerzous *et al.*, 2002 ; Chenaffi *et al.*, 2008) .

Le diagramme suivant dédie la superficie mondiale des céréales durant les dernières années de 2011 à 2016

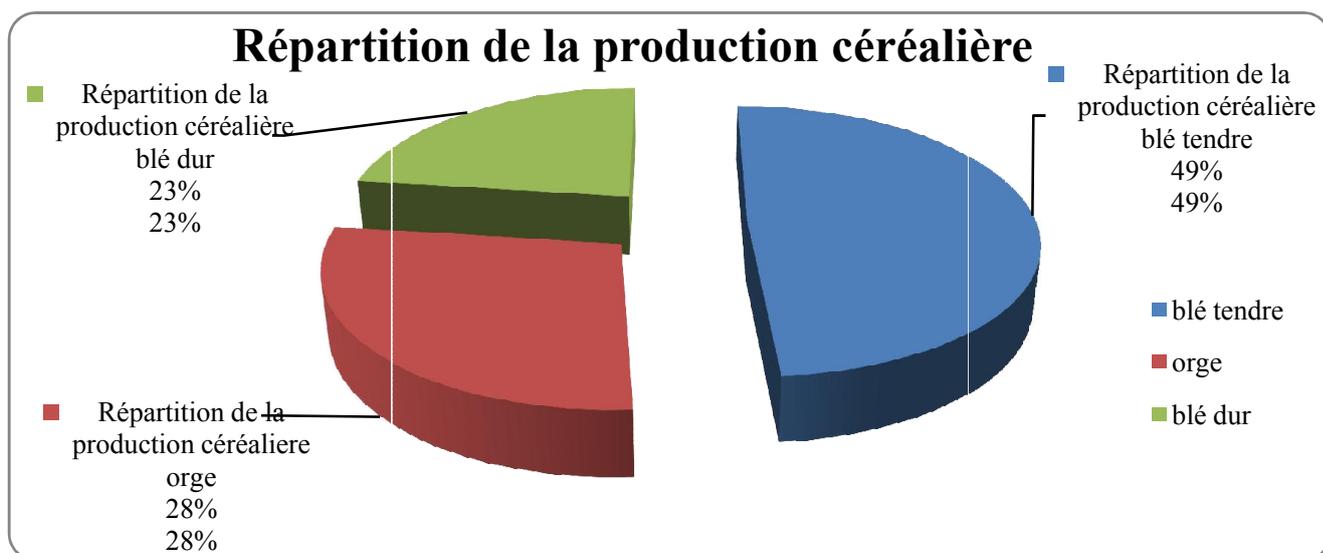


Figure 2. Superficie mondiale des céréales durant les dernières années (anonyme1, 2016)

La production nationale céréalière réalisée à l'issue de la campagne 2017-2018 a atteint 60,5 millions de quintaux, contre 34,7 millions de quintaux enregistrés durant la campagne 2016-2017, soit une hausse de 74,4% (Onfaa, 2017).

II.2. Principaux groupes des céréales

Les céréales sont un groupe de plantes cultivées, appartenant à la famille des poacées appelées « graminées ». Il existe trois groupes de céréales (Guignard et Duponf, 2004) :

- Le premier groupe concerne le blé, l'orge, le seigle et l'avoine ;
- Le deuxième groupe est formé par le maïs ;
- Le troisième groupe est ordonné autour du riz (Alais *et al.*, 2003) ;

II.3.Généralités sur l'orge

II.3.1.Définition

L'orge est une plante annuelle de la classe des monocotylédones, appartenant à la famille des graminées et au genre *Hordeum* qui comprend 31 espèces, c'est une espèce diploïde ($2n=14$). L'orge a été l'une des premières cultures domestiquées, il y'a 10 000 ans dans le croissant fertile du Moyen-Orient (Baik et Ulrich, 2008).

II.3.2.Classification

D'après Feillet (2000), l'orge cultivée appartient à la classification suivante :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Lilipsida

S/Classe : Commelinidae

Ordre : Poale

Famille : Poaceae

S/Famille : Hordeoideae

Tribu : Hordeae (hordées)

S/Tribu : Hordeinae

Genre : *Hordeum*

Espèce : *Hordeum vulgare* L

II.3.3. Caractères botaniques

L'orge est une plante herbacée qui pousse en touffes, elle est constituée par les racines, les feuilles, la tige et l'épi dans lequel sont contenues les graines. Elle a un cycle évolutif qui se divise en trois grandes périodes : végétatives, reproductrices et maturation (Salfer *et al.*, 2002).

II.3.4. Description de la plante**II.3.4.1. Appareil végétatif**

Les graminées sont des herbacées de petite taille, la plante se développe en produisant un certain nombre d'unités : les talles.

II.3.4.1.1. Système racinaire

Il est composé de deux systèmes radiculaires successifs. Le système séminal, où les racines sont au nombre de six, rarement sept (Benlaribi *et al.*, 1990 ;Hazmoune, 2006). Le système adventif ou coronal, apparaissant au moment où la plante émet ses talles, il est de type fasciculé (Soltner, 2005).

II.3.4.1.2. Système aérien

Dans la partie aérienne des céréales, on distingue une tige principale « le maître brin » et des tiges secondaires « les talles » qui naissent à la base de la plante (Boubal *et al.*, 2007). L'orge est caractérisé par un tallage supérieur à celui du blé et un chaume plus faible, susceptible à la verse par rapport que celui du blé (Camille, 1980).

Les feuilles d'orge ont des nervures parallèles et formées de deux parties. La partie inférieure entourant la tige appelée la gaine et la partie supérieure en forme de lame, le limbe. À la soudure du limbe et de la gaine se trouve une membrane non vasculaire entourant, en partie, la ligule qui est bien développée (Belaid, 1996 et Camille, 1980).

II.3.4.2. L'appareil reproducteur

L'orge est une céréale autogame, avec une inflorescence simple (épi). Un épillet est un groupe de fleurs, à la base des épillets se trouve les glumes qui les protègent, à la base de chaque fleurs les glumelles qui couvrent la fleur (Belaid, 1996).

II.3.5. Cycle de développement de l'orge

Le cycle de vie de l'orge se divise en deux phases (période végétative et période reproductrice), (Figure 3).

II.3.5.1. Période végétative

- **Germination**

C'est l'entrée de la semence en vie active et au début de la croissance de l'embryon (Giban *et al.*, 2003).

- **Levée**

Elle est caractérisée par le nombre de feuilles de la jeune plante et leur stade de développement (Giban *et al.*, 2003).

- **Le tallage**

Le début du tallage est marqué par l'apparition de l'extrémité de la 1^{ère} feuille de la talle latérale puis d'autres talles naissent successivement, formant un plateau du tallage situé juste au niveau du sol. Le fin tallage est celle de la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductive (Hadria, 2006).

II.3.5.2. Période reproductive

- **Montaison**

Ce stade est repérable une fois l'ébauche de l'épi du brin maître, atteint 1 cm de hauteur. En suite l'épi va prendre sa forme définitive à l'intérieur de la gaine de la feuille étendard qui gonfle (Giban *et al.*, 2003).

- **Epiaison**

C'est l'apparition des premiers épis jusqu'à la sortie complète de tous les épis hors de la gaine de la dernière feuille (Giban *et al.*, 2003).

- **Floraison**

C'est la sortie des premières étamines hors des épillets au milieu de l'épi sur 50% des épis, la formation du grain se fait quand les grains du tiers moyen de l'épi parviennent à la moitié de leur développement. Les grains se développent en deux stades. Le premier stade laiteux où le grain est vert clair et d'un contenu laiteux, atteint une dimension définitive. Le second stade pâteux où le grain, d'une couleur jaune vert, s'écrase facilement.

- **Maturité complète**

La teneur en humidité atteint environ 20%, le grain est mûr et prêt à être récolté, alors c'est la période des moissons (Giban *et al.*, 2003).

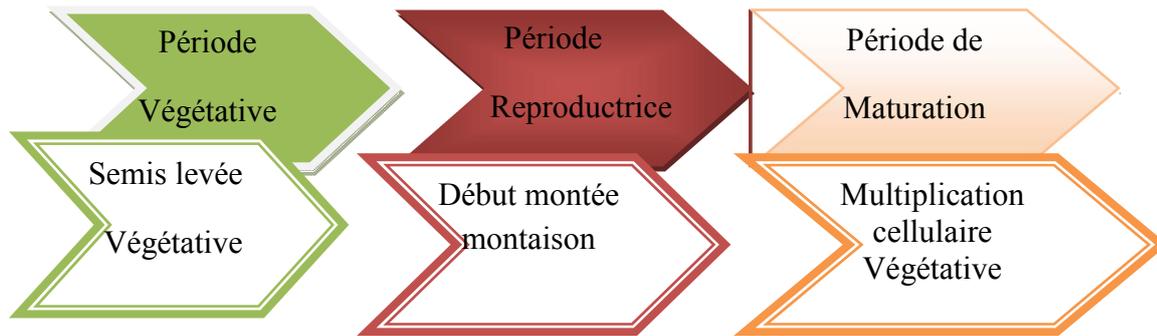


Figure 3. Les différentes parties du développement de l'orge (Anonyme 2, 2016)

III. Sol

III.1.Définitions

Le sol est la zone exploitée par les racines, zone d'ions, de compétition pour l'eau, l'oxygène où l'activité microbienne est stimulée par la libération des composés organiques (Abail, 2013). Le sol est un milieu où minéral et vivant sont étroitement imbriqués et par conséquent indissociables. C'est un milieu organisé et multi-échelles, caractérisé par des niveaux d'organisation d'âge plurimillénaires issus de la pédogenèse auxquels surimposent des niveaux d'organisation liés à l'usage du sol et qui varient à l'échelle de l'année (Bruckler et Balesdent, 2009). Le sol est un milieu poreux traversé en permanence par les flux hydriques et les flux gazeux ce qui permet au sol de transformer, épurer ou polluer les eaux qui le traversent (Abail, 2013).

III.2.Structure et propriétés physicochimiques du sol

III.2.1.Phases du sol

Trois phases sont en générales présentes dans les sols :

- Phase solide : c'est un assemblage de minéraux et de matières organiques, ces assemblages ne sont pas compacts et ménagent un espace poral contenant les deux autres phases qui constituent la phase fluide (Calvet *et al.*, 2005).
- Phase liquide ou solution du sol : il ne s'agit pas d'une eau pure mais d'une solution dont la composition est complexe et très variable désignée par l'expression « solution du sol ». Elle contient de très nombreuses substances dissoutes organiques et inorganiques, ionisées et non.

- Phase gazeuse ou atmosphère du sol : l'espace poral, contient également des organismes vivants : racines, microflore, microfaunes et macrofaune (Calvet *et al.*, 2005).

Les sols se situent entre deux extrêmes, les Suspensions où la phase liquide qui occupe plus de 90% du volume total et les matériaux compacts ou, au contraire, la phase solide occupe plus de 95% du volume total (Calvet *et al.*, 2005).

Les proportions du volume occupé par l'espace poral le plus souvent observées sont de 3,5%. Les proportions des volumes occupées par les phases solides et fluides (espace poral) varient beaucoup selon les matériaux et leurs histoires (Figure 4) (Calvet *et al.*, 2005).

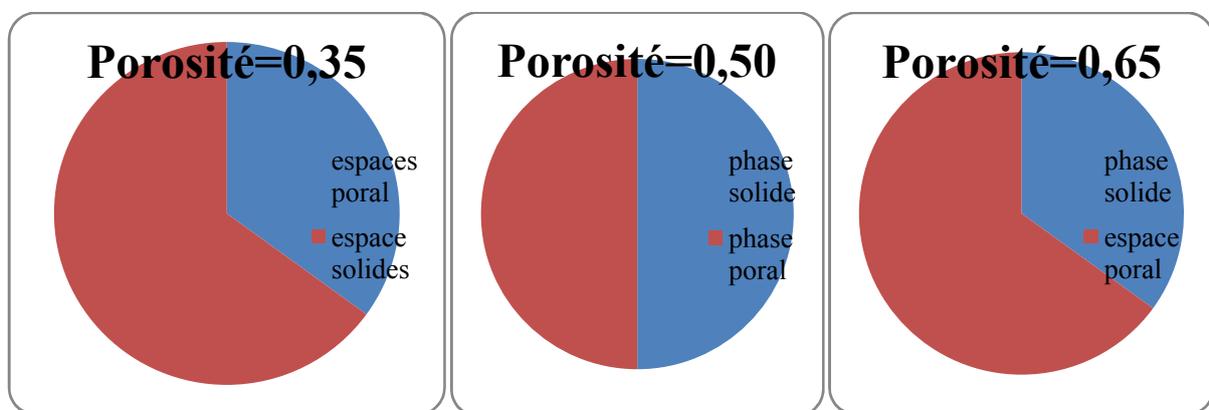


Figure 4. Représentation graphique des proportions du volume occupé par l'espace poral dans les sols (Calvet *et al.*, 2005)

III.2.2. Matières organiques du sol

Le terme "matière organique du sol" regroupe l'ensemble des constituants morts ou vivants présents dans le sol, lesquels peuvent être d'origine végétale, animale ou microbienne, transformés ou non. Elle présente en général 1 à 10% de la masse des sols (Dupraque et Rigalle, 2011). La teneur des sols en matières organiques est très variable selon les conditions de leur formation et les modalités de leur utilisation (Figure 5), (Calvet *et al.*, 2005).

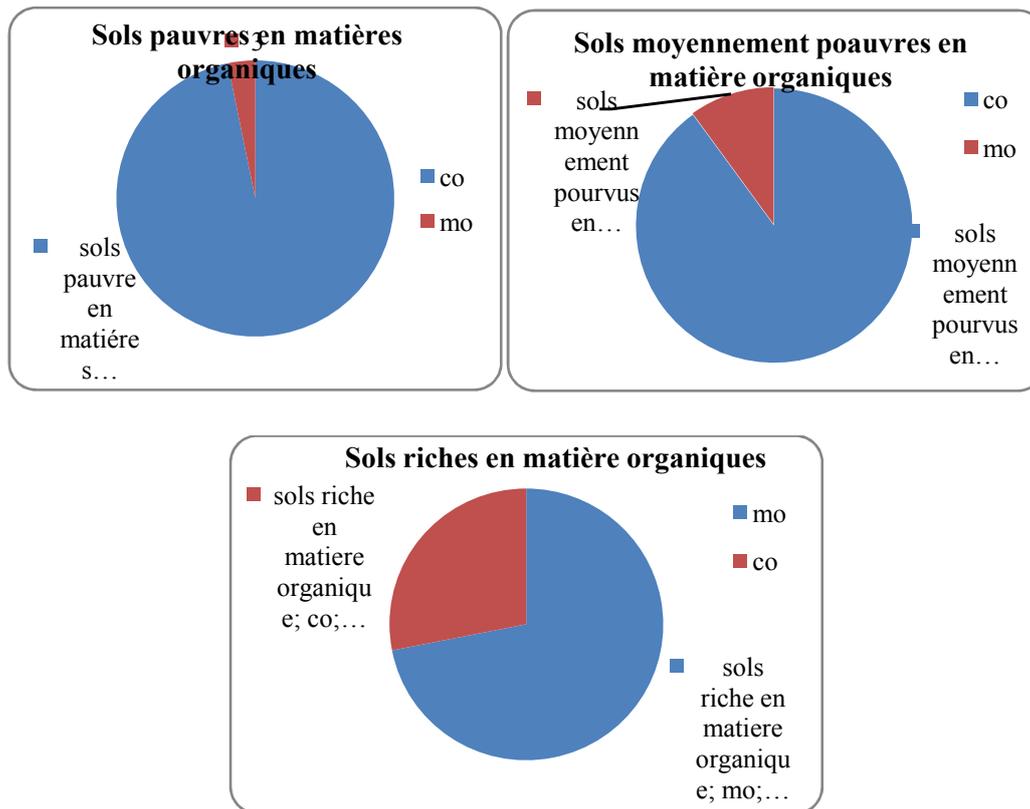


Figure 5. Teneur en matière organique et en carbone dans les différents sols (Calvet *et al.*, 2005).

MO : Teneur en matière organique, **CO** : teneur en carbone organique.

Comme il est constaté sur la figure 5, d’après Calvet *et al.* (2005), les sols pauvres en MO sont généralement composés de 3% en MO et de 90,7% en CO et es sols moyennement pauvres présentent une contenance d’environ 10% et 90%, pour les mêmes paramètres précédents. Quant aux sols riches en matières organiques, leurs contenances en cette dernière et en CO sont respectivement de 8,2% et 3,2%.

III.2.3. Matières minérales

Les minéraux sont importants pour la croissance des plantes. Leur teneur dans le végétal dépend essentiellement de deux facteurs : le facteur génétique lié au pouvoir d'absorption spécifique de la plante et la disponibilité des éléments minéraux dans la solution du sol. Ainsi, la teneur en un élément varie d'une espèce à l'autre selon sa concentration dans le sol (Abail, 2013).

III.3. Rôle de la matière organique et minérale dans la fertilisation du sol

Dans le sol, les MO assument de nombreuses fonctions agronomiques et environnementales, comme synthétisées dans la Figure 4.

Elles assurent le stockage et la mise à disposition pour la plante, par minéralisation, des éléments nutritifs dont elle a besoin. Elles stimulent l'activité biologique, étant à la fois source d'énergie et d'éléments nutritifs pour les organismes du sol. Elles jouent aussi un rôle central dans la structuration du sol et participent à sa stabilité vis-à-vis des agressions extérieures (pluie, tassement...) en limitant notamment l'érosion hydrique.

La MO favorise le réchauffement du sol (coloration plus sombre des matières organiques) et contribue à la perméabilité, l'aération du sol et la capacité de rétention en eau (Duparique et Rigalle, 2006).

III.4. Microbiologie et activité enzymatique du sol

III.4.1. Biodégradation de la matière organique

La biodégradation est un processus de décontamination de sol qui utilise, en présence d'oxygène, les capacités épuratrices naturelles des microorganismes. Les différentes transformations qui touchent la matière organique sont la conséquence des activités biologique existant dans le sol et particulièrement, les activités microbiennes et enzymatiques (Dommergues, 1970). D'après Fritsche et Hofrichter, (2000) ainsi que Thiem et Schulze, (2003), la biodégradation est le processus le plus énergétique et le plus efficace, c'est un phénomène qui dépend de l'activité bactérienne et des conditions environnementales ou de biodisponibilité des polluants organiques.

III.4.2. Activités enzymatiques du sol

Les enzymes sont des protéines avec des propriétés catalytiques spécifiques. La présence et l'activité d'êtres vivants dans le sol se traduit par la synthèse d'une variété d'enzymes intracellulaires ou extracellulaires, adsorbées sur les parois des microbiennes ou sur les minéraux argileux, ou encore formant des copolymères avec des substances humiques (Burns, 1982).

Parmi les activités enzymatiques les plus abondantes dans le sol on peut distinguer les suivantes :

- Oxydo-réductases : il s'agit d'enzymes de type "respiratoire", particulièrement la déshydrogénase, cette activité est souvent utilisée parmi les tests écotoxicologiques

(Rossel et Tarradellas, 1991) en vue d'une estimation rapide de l'activité globale du sol.

- L'activité catalase : La mesure de cette activité consiste à enregistrer la formation d'oxygène gazeux issu de la décomposition du peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée). Cependant des réactions abiotiques, notamment l'activité physicochimique des oxydes de manganèse, peuvent entraver les résultats.
- Les polyphénol-oxydases : à l'exemple des laccases, celles-ci interviennent dans les processus d'humification via la dégradation des lignines.
- Hydrolases : Elles ont très répondues dans le sol et leurs activités se traduisent souvent par des transformations d'intérêt agronomique.
- Cellulases : Ont une grande importance dans la dégradation des résidus de récolte de nature ligno-cellulosique.
- Phosphatase (phosphatase acide, phosphatase alcaline, phospho-diestérase) : Son rôle est la séparation de l'ion ortho-phosphate d'une molécule organique. L'activité dépendante de la concentration en ions PO_4 - dans le sol, car ce dernier peut inhiber la synthèse de l'enzyme.

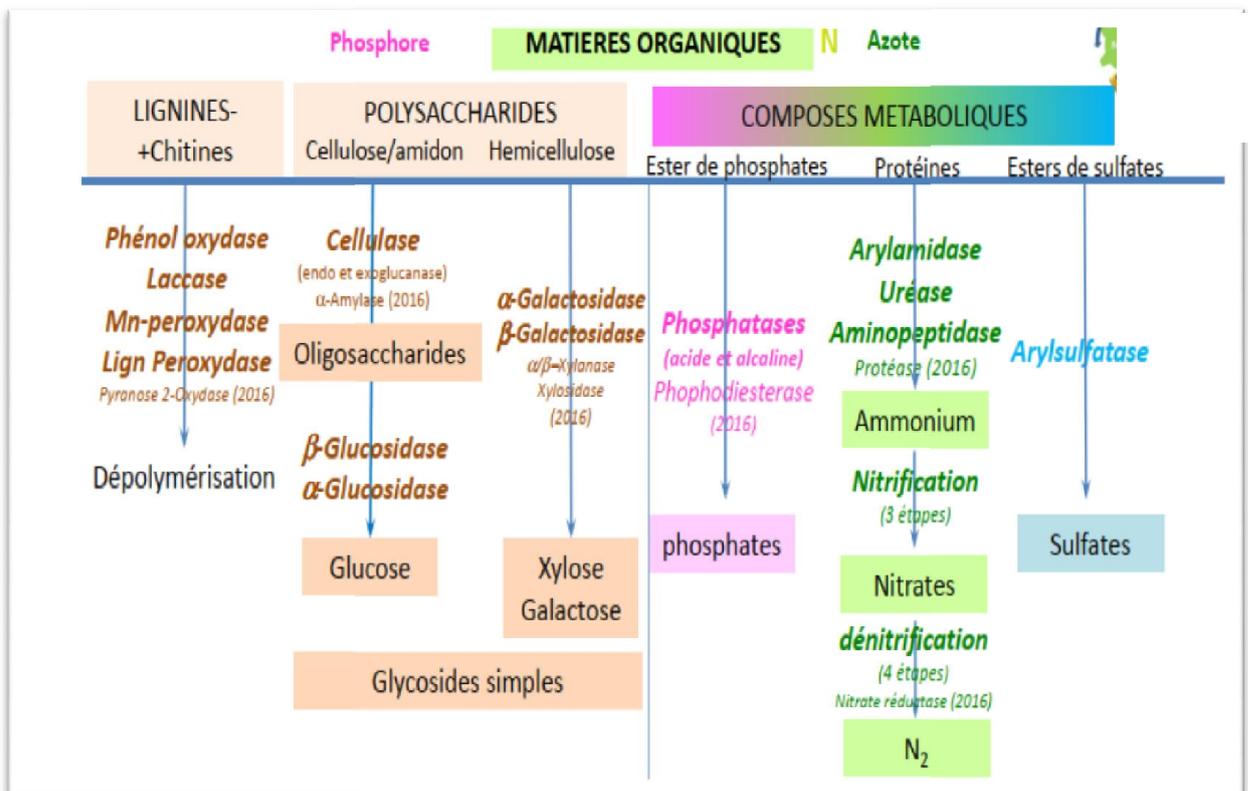


Figure 6. Recyclages des nutriments par les enzymes du sol (Cheviron, 2015)

IV. Production oléicole et valorisation biotechnologique**VI.1.Importance de l'olivier**

La culture de l'olivier occupe la région méditerranéenne depuis des milliers d'années, elle constitue l'élément principal des systèmes de culture qui y sont développés et qui ont différents rôles économiques ou sociales environnementaux importants (Allalout et Zarrouk, 2013).

IV.2. Production oléicole dans le monde

Les chiffres de la campagne oléicole 2017/2018 indiquent une augmentation de la production d'huile d'olive par rapport à la dernière campagne 2017/2016. La production mondiale de l'huile d'olive a atteint 2 900 000 tonnes (t). La production européenne arrive en tête avec l'Espagne, l'Italie, la Grèce et le Portugal, dont la production atteint environ 1 800 000 t. Ensuite l'Algérie, l'Argentine, la Jordanie, le Maroc, la Palestine, la Tunisie et la Turquie enregistrent une production de plus de 800 000 tonnes d'huile d'olive .par contre Les pays non membres, comme la Syrie, l'Australie et le Chili, produit conjointement 177 000 t d'huile d'olive (COI, 2018).

Les Etats-Unis, restent le principale importateur d'huile d'olive avec 37%, suivi de l'union européenne avec 16 %(COI, 2018).

IV.3. Production en Algérie

L'Algérie, pays membre du COI depuis sa création, C'est le troisième pays producteur d'huile d'olive en Afrique du Nord Avec une production d'environ 80 000 tonnes d'huile d'olive en 2017/2016. La superficie consacrée à la culture des oliviers est de 500 000 hectares, dont 150 000 sont cultivés en régime irrigué (COI, 2018).

IV.4. Sous-produits de l'oléiculture

Lors de l'extraction de l'huile, on met les olives dans un moulin de malaxation, à la fin de cette extraction on obtient deux sous produits qui sont considérés comme des polluants a l'état de sortie : le premier produit c'est le grignon (pate solide avec noyaux broyés), le deuxième produit c'est la margine (eaux usées, chargées de quelques pulpes) (Cherbonnel, 2003).

IV.4.1 .Grignons d'olive

Les grignons sont les résidus solides obtenus après le premier pressage des olives. Ils contiennent encore de l'huile appelée huile secondaire. Ils sont composés de peaux, de résidus de pulpe et de fragments des noyaux. Ces déchets contiennent en moyenne 28,5% d'eau, 41,5% de coque, 21,5% de pulpe et 8,5% d'huile (Amic et Dalmaso, 2013).

IV.4.1.1. Différents types de grignons

Les résidus obtenus après la première extraction de l'huile par pression de l'olive entière sont appelés les grignons bruts, connus par leurs teneurs élevés en eau (24%) et en huile (9%), ce qui favorisent leurs altération rapide lorsqu'il est laissé à l'air libre.

Le grignon épuisé est le résidu obtenu après déshuilage du grignon brut par un solvant, généralement l'hexane. Quant au grignon humide, celui-ci est exploité dans les huileries à deux phases, afin d'extraire entre 40 et 60% de l'huile restante. Il est ensuite acheminé dans des usines d'extraction d'huile de grignon, où, après un séchage permettra d'atteindre 8% d'humidité (Nefzaoui, 1984).

VI.4.1.2. Margines

Les margines sont des eaux résiduaires produites lors de la trituration des olives. C'est une source de pollution de l'environnement, car elles ont une forte charge en composés phénoliques responsables de cette pollution (Dakhli *et al.*, 2009).

IV.4.1.2.1. Caractéristiques physico-chimiques des margines**• Caractéristiques physiques**

La marge est un liquide résiduel aqueux d'une couleur brune, connue par son goût amer et son odeur fétide qui se développe au fur à mesure avec le temps (Ranalli, 1991 et Hamdi, 1993).

• Caractéristiques chimiques

Des résultats d'analyses sur les margines, rapportés par Ouabou *et al.* (2014), ont montrés une variabilité des paramètres chimiques. Les teneurs en poly phénols, sucres totaux, humidité, chlorure et demande chimique en oxygène enregistrées par le même auteur, sont respectivement de l'ordre de 2g/l, 86%, 11g/l, 340g/l. Les margines sont aussi caractérisées par un pH acide 4,75 (Ouabou *et al.*, 2014).

Le tableau(I) montre quelques caractéristiques physico-chimiques des margines rapportées par certains auteurs.

Tableau I .Caractéristiques chimiques des margines

Paramètres	Paraskeva et al. (2007)	Asses et al. (2009)	El-Abbassi et al. (2013)	Khoufi et al. (2015)
PH	5.2g/l	5.1g/l	5.3g/l	4.8g/l
DCO	16.5g/l	95g/l	156g/l	150g/l
Lipides	0	0	0	0
Phénols	0.8g/l	4.82g/l	4.1g/l	8.9g/l
Sucre	1.3g/l	0	4.3g/l	0
DBO	0	0	0	37g/l

DCO: demande chimique en oxygène

DBO : demande biologique en oxygène

IV.4.1.2.2. Effet des margines sur l'environnement

Les margines présentent une sérieuse source de pollution qui influent sur l'environnement et les végétaux.

➤ **Pollution des eaux**

Les margines ont une forte charge en matière organique et grasse, cette matière grasse provoque un film imperméable qui empêche la pénétration de la lumière et de l'oxygène. Leur forte acidité développe un effet négatif sur la faune et la flore marine (asphyxie) (Yahyaoui, 2012).

➤ **Pollution du sol**

Les margines contiennent des substances toxiques (phénols) qui se fixent sur le sol, ces substances peuvent inhiber l'activité microbienne du sol (Benyahia et Zien, 2003).

➤ **Pollution de l'air**

Les margines, du fait de leurs forte teneur en sels et la forte charge organique et leurs acidité, saturant les milieux récepteurs et provoquent des dégagements d'odeur désagréables

liée à la formation d'hydrogène sulfureux (H₂S), lors du processus de fermentation (Yahyaoui, 2012).

IV.5. Valorisation agronomique des margines et des grignons

IV.5.1. Utilisation comme amendement au sol

IV.5.1.1. Grignons

Les grignons d'olive peuvent avoir un effet bénéfique pour le sol. Ils sont exploités comme amendement organique afin d'améliorer les propriétés du sol, grâce à leurs teneur riche en matière organique, cations, substances phénoliques et les sels.

Appliquer à court terme, les grignons d'olive peuvent augmenter la teneur en sel et les composés phénoliques dans le sol. A long terme, ils peuvent causer des toxicités et des effets négatifs sur la communauté microbienne à cause de l'accumulation des sels et des composés phénoliques (Innangi *et al.*, 2017). Ainsi, il est important de développer une stratégie d'application convenable, bénéfique pour le sol, sans causer de phytotoxicité ou de déséquilibre microbiologique négatif aux développements des plantes, (Innangi *et al.*, 2017).

IV.5.1.2. Margine

Les amendements se sont des substances organiques utilisées pour améliorer les propriétés physiques et chimiques aussi les activités biologiques du sol (Tibarious, 2016). Dans les sols traités avec des effluents issus de l'extraction de l'huile d'olive, une plus grande présence de la microflore totale a été observée (microorganismes fongiques et autres groupes microbiens), ainsi qu'une augmentation des activités respiratoires et enzymatiques (Toscano et Montemurro, 2012).

L'absence de toxicité des effluents pour les microorganismes et l'amélioration de la fertilité des sols ont été constatés (Toscano et Montemurro, 2012). Les margines traitées par fermentation et dilution sont un excellent engrais (Cereti *et al.*, 2004 ; Mekki *et al.*, 2006).

IV.5.2. Effet des margines sur la germination de l'orge

D'après les travaux de (Dakhli, 2009), l'inhibition du processus de germination peut être due à la teneur très élevée en sels des margines soit par la toxicité spécifique des ions soit par l'effet osmotique des sels. Les effets osmotiques se traduisent par une difficulté des graines à absorber des quantités d'eau suffisantes pour les ramener à leur seuil critique

d'hydratation et de déclencher les processus de germination. Ils conduisent à une baisse de la vitesse de germination (Dakhli *et al.*, 2009).

IV.5.3.Compostage

Des grandes quantités des déchets solides et liquides sont produit a partir de l'extraction de l'huile d'olive (chowdhury *et al* ,2014), telle que la margine qui est l'un des polluant de l'environnement a cause de leurs contenance en quantité importante composés phénoliques.

l'une des principales technologies pour recycler les margines et les transformer en fertilisants (Roig *et al.*, 2006). Durant le compostage, les micro-organismes fongiques et bactériens dégradent en aérobiose les composés organiques tels que les protéines, les acides aminés et les peptides en CO₂, eau, sels minéraux et des matières organiques stables contenant des substances de type humiques (Senesi *et al.*, 1989). Ainsi le compostage des margines a été largement recommandé avant de les appliquées comme amendement au sol. En effet, le compostage a comme effet de transformer les margines en produits riches en matières organiques, non phytotoxique et potentiellement bénéfique aux plantes vue leur richesse en macro et micronutrients, l'absence d'éléments toxiques et la présence d'une faible salinité. Toutefois, les sous produits oléicoles présentent des obstacles quant au compostage, notamment leurs humidité excessivement élevées (>90% pour les margines) et la présence de composants récalcitrants à la biodégradation, de lipides et de polyphénol se dotés de propriétés antimicrobiennes (Ramos-Cormenzana *et al.*, 1995). De plus, leur textures de se et visqueuse (particulièrement le grignon humide) rend difficile le maintien des conditions d'aérobiose lors du compostage.

Le cocompostage à été aussi développé pour les margines avec d'autres résidus agricoles, il s'agit notamment de feuilles d'olivier, paille de blé, fumier, etc. (Paredes *et al.*, 2002; Garcia-Gomez *et al.*, 2003 ;Cyuela *et al.*, 2004 ; Albuquerque *et al.*, 2006). Le compostage des margines s'est avéré remarquablement intéressant pour la fertilisation des cultures horticoles (Albuquerque *et al.*, 2006), des Olivers (Cyuela *et al.*, 2004) et aussi comme substrats ou milieux de culture de plantes ornementales (Garcia-Gomez *et al.*, 2003). Enfin, de nos jours, la plupart des pays producteurs de l'huile d'olive ont adopté des procédés de compostage pour le traitement de leurs effluents oléicoles toxiques.

IV.6. Autres traitements et valorisations des margines

Différents procédés d'épuration ont été adoptés afin d'éliminer ou de réduire l'action nocif des margines tels que :

- **Procédés physiques** : Procédé thermique, Techniques membranaires.
- **Procédés chimiques** : Coagulation-floculation, Adsorption.
- **Procédés biologiques** : Traitement anaérobie, Traitement aérobie.
- **Procédés combinés** : Procédés physiques et biologiques, Procédés physicochimiques

IV.6.1. Traitement aérobie

Le traitement aérobie (bioremédiation) consiste à dégrader par voie biologique les polluants organiques présents dans la margine, grâce aux microorganismes qui consomment l'oxygène dissous dans l'eau en modifiant l'équilibre naturel. Plusieurs études ont été réalisées à l'aide de microorganismes capables de se développer en aérobie sur des margines afin de réduire la charge organique initiale en polyphénols (Hamdi *et al.*, 1991 ; Borja *et al.*, 1995).

IV.6.2. Traitement fongique

L'étude de la biorémédiation fongique des margines chez trois types de champignons de la pourriture blanche, *Lentinula* et *Pleurotus*, *Aspergillus* sp, et plusieurs levures différentes ont montrés la réduction de la DCO, l'élimination des composés phénoliques simples et la réduction de la coloration des margines (McNamara *et al.*, 2008). Un système de biodégradation combinée, bactérie-levure, entre *Pseudomonas putida* et *Yarrowia lipolytica* peut être aussi utilisé pour la dépollution des margines (Felice *et al.*, 1997). D'après Fadil *et al.* (2003), l'utilisation d'*Aspergillus* sp pour la fermentation des margines permet la détoxification de ces dernières.

IV.6.3. Traitement anaérobie

D'après Angelidaki *et al.*, (2011) trois principaux groupes physiologiques de microorganismes sont impliqués , il s'agit de :

- Bactéries fermentaires organiques ;
- Bactéries oxydantes acides ;
- Archées méthanogène ;

Les traitements anaérobies sont adaptés à plusieurs types de résidus : biomasse humide, sous-produits agricoles, déchets des eaux résiduaires. Ils sont les plus utilisés pour le traitement et l'exploitation des effluents d'huileries d'olive à cause de leur charge élevée en matière organique. (Borja et *al.*, 1994). La fermentation anaérobie peut être utilisée comme un moyen de traitement et de valorisation des margines en bioénergie (Ergüder et *al.*, 2000 ; Fountoulakis et *al.*, 2002).

Chapitre II Matériel et méthodes

1. Matériel biologique

Dans notre expérimentation, nous avons choisi une variété d'orge très cultivée dans les hauts plateaux Algériens et les sols arides. Il s'agit de *Hordeum vulgare* variété *Fouara* qui nous a été donnée par l'ITGC de Sétif. Cependant, les sols sont prélevés dans la région de Sétif et Bordj Bou-Argeridj. Pour chaque station nous avons quatre sols différents.

Les margines proviennent d'une huilerie industrielle, située dans la région de Tizi Rached Wilaya de Tizi Ouzou. Les échantillons des margines ont été prélevés le mois de février 2019 et transportés dans de petites bouteilles en plastiques, puis conservés au congélateur les premiers 24h après leurs extraction jusqu'à la veille de leurs utilisation dans le laboratoire de biotechnologie et valorisation des plantes.

2. Matériel du laboratoire

Le matériel utilisé est le suivant :

Boîtes de pétri, bécards, pipettes, pots (boîtes de yaourt), eau distillée, balance de précision.

3. Présentation du dispositif expérimental

3.1. Essai de germination dans des boîtes de Pétri

3.1.1. Germination sans traitement

Le test de germination a été fait dans deux boîtes de pétri de différents diamètres, l'une de diamètre 10 cm et l'autre de 7cm. Les caryopses sont prétraités afin d'éviter toute attaque parasitaire ou fongique.

Les caryopses sont disposés sur du papier absorbant imbibé d'eau dans des boîtes de Pétri (Figure 8). Ces boîtes sont disposées au laboratoire à une température optimale stable d'environ (25°C) qui correspond à la température de développement normal pour cette espèce.



Figure 7. Test de germination d'orge dans des boîtes de Pétri

Une graine est considérée germée dès que la radicule perce le tégument. Les graines germées ont été dénombrées et enregistrées chaque jour.

3.1.2. Essai de germination avec les margines

Toutefois, nous avons pris en compte l'effet des margines avant de lancer l'essai. Le protocole comporte 5 concentrations différentes de margines (4, 8, 12, 14 et 24ml), Les graines sont placées sur le papier absorbant, puis imbibées avec de l'eau distillée (Figure 8).



Figure 8. Germination de l'orge avec l'eau distillée

Ensuite le 2ème jour chaque boîte de pétri a été imbibée avec une concentration différente de margine (Figure 9).



Figure 9. Traitement de l'orge avec les margines

Les différentes concentrations adoptées figurent dans le tableau II, le calcul est réalisé selon les doses.

Tableau II. Concentrations des margines utilisées sur boîte de Pétri.

Concentration (mL)	Boîtes de Pétri
4	1
8	2
12	3
14	4
24	5

Les graines germées ont été dénombrées et enregistrées.

4. Essai de germination dans des pots en plastique

L'impact des margines sur la germination de l'orge peut se manifester autrement dans les conditions au champ. Pour cela, on a adopté un essai en pot pour se rapprocher au maximum des conditions réelles. L'objectif de cet essai consiste à étudier l'impact de l'apport des margines sur la germination et la croissance de l'orge (*Hordeum vulgare* L. var. *fouara*)

Le poids du sol utilisé dans chaque pot est de 120 g. Par contre celui du pot vide est de 3,72g (Figure 10).



Figure 10. Préparation et remplissage des pots selon les blocs

Le protocole sert à faire un semis des graines d'orge dans des pots, dont lequel 3 répétitions sont réalisées.

Pour chaque répétition, 8 échantillons des sols sont utilisés et chaque sol comporte 6 pots, le premier est considéré toujours comme un témoin, et les 5 pots restant sont traités par différentes concentrations de margines. Les semis ont été réalisés dans 6 pots pour chaque échantillon du sol. Dans Chaque pot on a semis 4 graines d'orge. Ces dernières, ont été ensuite arrosées avec de l'eau de robinet. Le dispositif comporte un intervalle entre la date du semis et la date du traitement avec la marge dont lequel on va suivre les différents variations qui touchent l'orge.

Une journée après le semis :

- Aérations des sols (Figure 11).
- Arrosage avec l'eau.

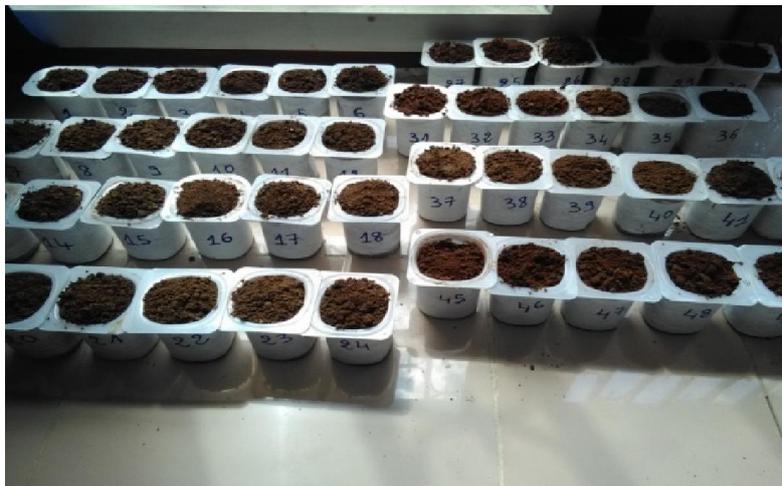


Figure 11. Aérations des sols de la semis d'orge

Après le troisième jour, le sol a été traité avec les margines selon cinq différentes concentrations. Le premier pot (non traité), a été arrosé avec de l'eau distillée. Les cinq autres pots ont été traités avec les margines à des doses différentes : 4ml, 8ml, 12ml, 14ml et 24ml successivement (Tableau III).

Tableau III. Concentrations des margines utilisées dans le traitement des sols

La concentration (ml)	Nombre des pots
0	1
4	2
8	3
12	4
14	5
24	6

Le traitement avec la margine s'effectue après chaque semaine pendant une période de 45 jours. Après chaque arrosage avec la margine, la longueur des plantules est mesurée pour chaque teste.

5-Analyse statistiques des données

Le test statistique c'est ANOVA, comparaison entre 3 caractères (doses, temps, sols). Avec le logiciel de SAT Box (version 6)

Chapitre III : Résultats et Discussion

Résultats et Discussion**1. Test de germination sans traitement**

La mesure de la longueur de germination de l'orge dans des boîtes de Pétri non traitées avec les margines a montré que tous les caryopses ont bien germé. Après deux jours de mise en essai, le pourcentage de germination observé est élevé dans les deux boîtes de Pétri testées (Tableau IV).

Tableau IV. Germination des graines d'orge sans traitement

Première boîte		Deuxième boîte	
Nombre de graines avant germination	Nombre de graines après germination	Nombre de graines avant germination	Nombre des graines après germination
10	10	20	13

Les résultats observés durant cet essai de germination ont révélé des pourcentages importants, lesquels sont de 100% et 65% respectivement pour le premier et le deuxième échantillon (Tableau IV).

Il est important de signaler que la morphologie des plantules est de qualité supérieure en plus de la vitesse de développement (Figure 12). Ceci nous permet de dire aussi que la surface réduite a donné un meilleur taux de germination.



Figure 12 .Germination d'orge en fonction du temps

2. Effet des margines sur la germination de l'orge

Le traitement direct des caryopses avec les margines a montré un effet inhibiteur important. Les résultats de ce test sont nuls comparativement à ceux des témoins (Tableau V et Figure 13)

Tableau V. Nombre de graines germés après traitement.

Boite de pétri nombre de graines germées	Boite N1	Boite N2	Boite N3	Boite N4	Boite N 5
Après une semaine	0	0	0	0	0
Après 2 semaines	0	0	0	0	0

Les résultats du test avec les margines révèlent que leur effet inhibiteur est important (Tableau V et Figure13). Nous remarquons que tous les caryopses n'ont pas germé dans toutes boîtes de Pétri. L'inhibition du processus de germination observée peut être expliquée par la teneur très élevée en sels dans les margines, soit par la toxicité spécifique des ions soit par l'effet osmotique. Toutes les doses testées ont inhibé la germination des caryopses ce qui nous permet de dire que l'effet direct sur le matériel végétal est déconseillé. Toutefois, les margines sont toujours connues par leur effet inhibiteur sur la croissance des plantes et la germination, ce qui s'explique par les effets toxique et osmotique.

Pour déclencher la germination, les graines absorbent une quantité suffisante de l'eau pour arriver à un seuil critiques d'hydratation, mais dans le cas des margines, les graines ne peuvent pas absorber une quantité suffisante d'eau et cela provoque une baisse de vitesse de germination (Bliss et *al.*, 1986). C'est l'effet osmotique, d'ailleurs nous n'avons observé aucune levée chez les caryopses traités directement avec les margines. A cela, s'ajoute l'effet toxique, qui est du à une accumulation des sels dans les cellules lesquels provoquent des perturbations au niveau des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination (Ungar, 1978), ce qui empêche ainsi la germination des embryons. Par conséquent, ils induisent une diminution de la germination. Dans notre dispositif nous avons eu certainement ce stade au moment où les plants commençaient à flétrir.

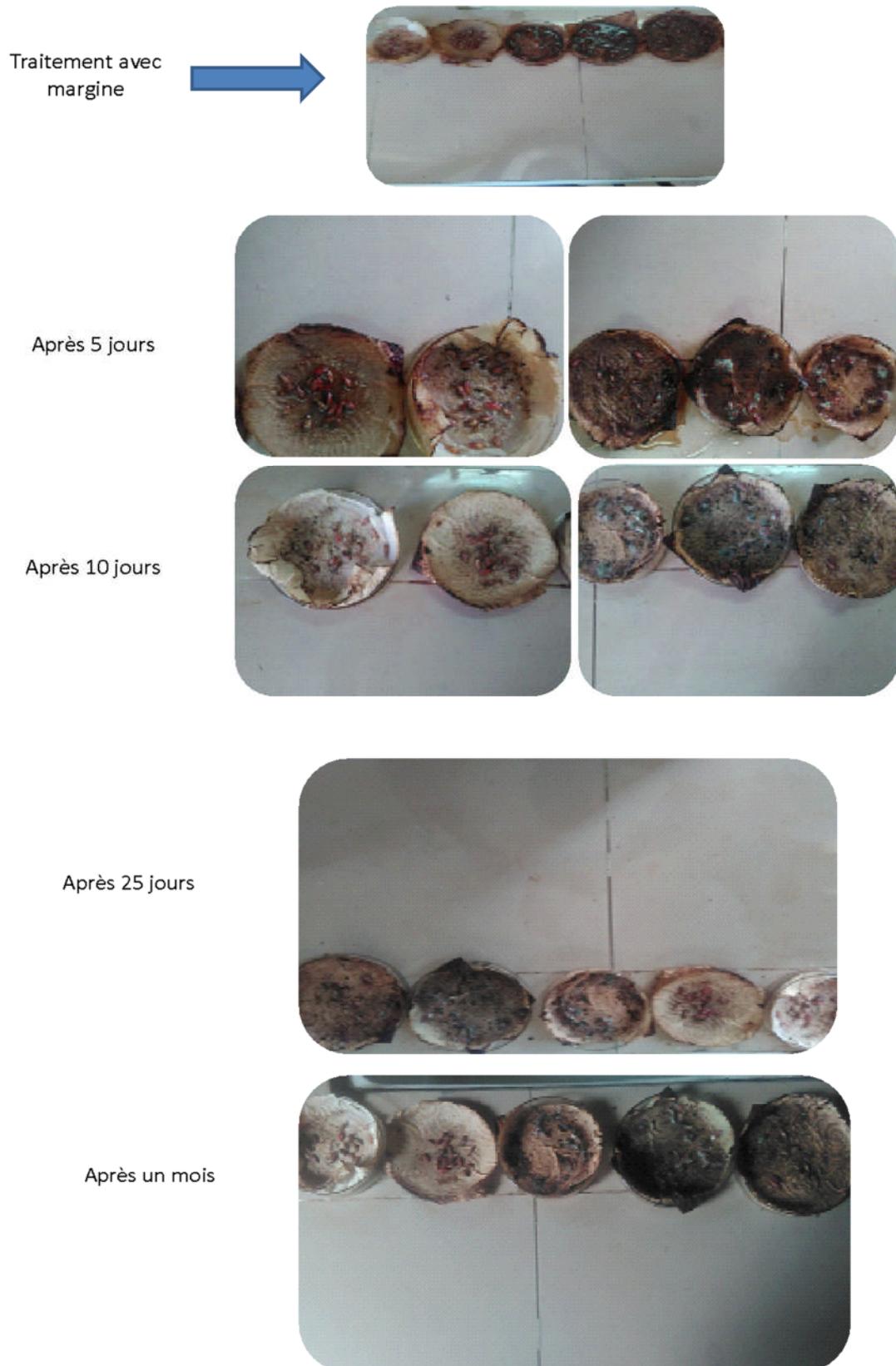


Figure 13. Effet des margines sur la germination de l'orge.

3. Résultats de l'essai en pots après traitement avec différentes doses de margines

3.1. Caractères biométriques mesurés

3.1.1. Longueur des feuilles des plants d'orge

Dans cette partie du travail, nous allons présenter les différentes étapes de germination de la partie aérienne des plants germés après apports des différentes concentrations de margines (Figure14, 15,16) selon le protocole annoncé en matériel et méthodes.

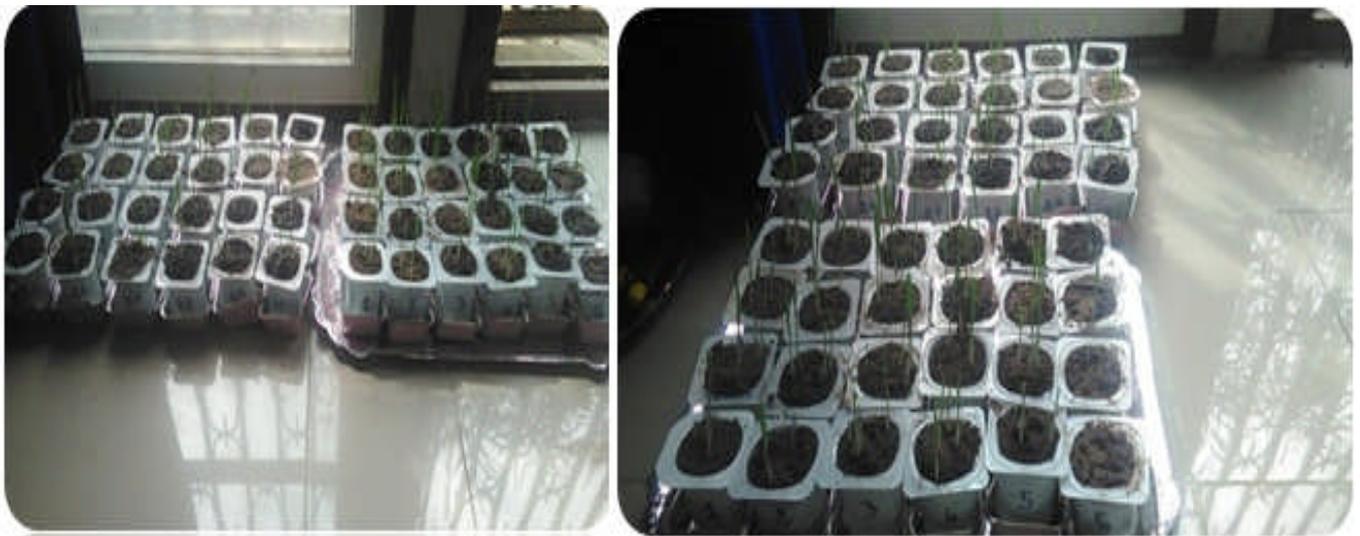


Figure14 .Germination de l'orge après 4 jours

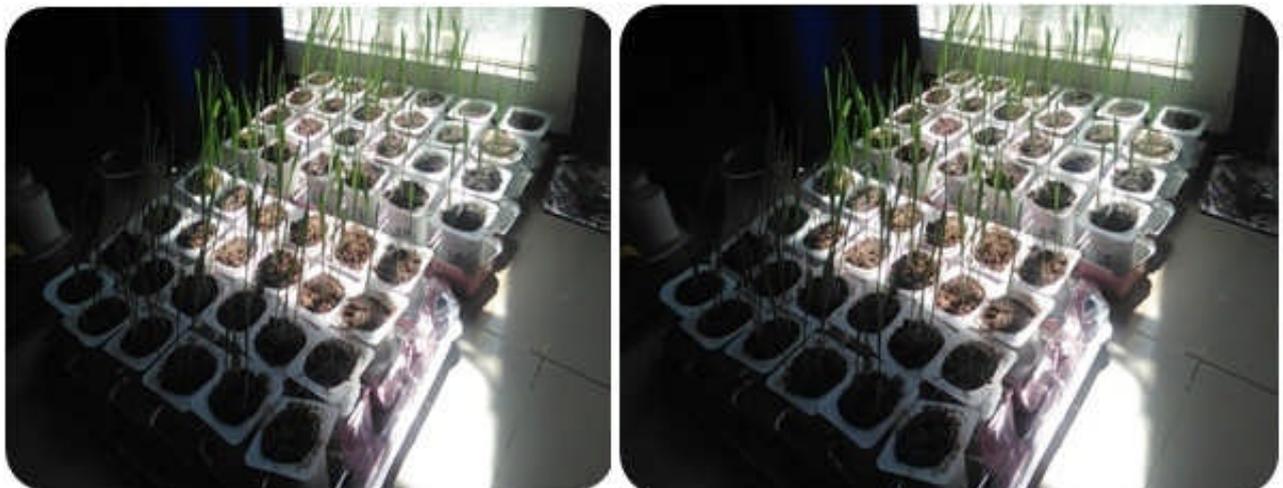


Figure15. Germination de l'orge après une semaine



Figure 16. Germination de l'orge après 25 jours.

Dans un deuxième temps nous avons traité les résultats obtenus avec SAT Box (version 6). Nous avons fait une comparaison du poids et de la longueur de la partie aérienne en fonction des différentes doses.

Les résultats de l'analyse statistique (Figure 17) sont très hautement significatifs avec une probabilité de 0.00001. Cette différence très hautement significative est notée entre les longueurs des parties aériennes d'un échantillon à un autre. La longueur maximale est observée dans le sol 4 de la station de Bordj Bou Arreridj. Cela explique la capacité efficace de ce sol sur la modération des effets nuisibles des margines. Yaakoubi *et al.*, (2009), signalent que ce sont les microorganismes du sol qui sont responsables de la dégradation des composés phénoliques de ces effluents. Selon Borja *et al.*, (1995), les microorganismes peuvent utiliser ces effluents comme nutriments carbonés.

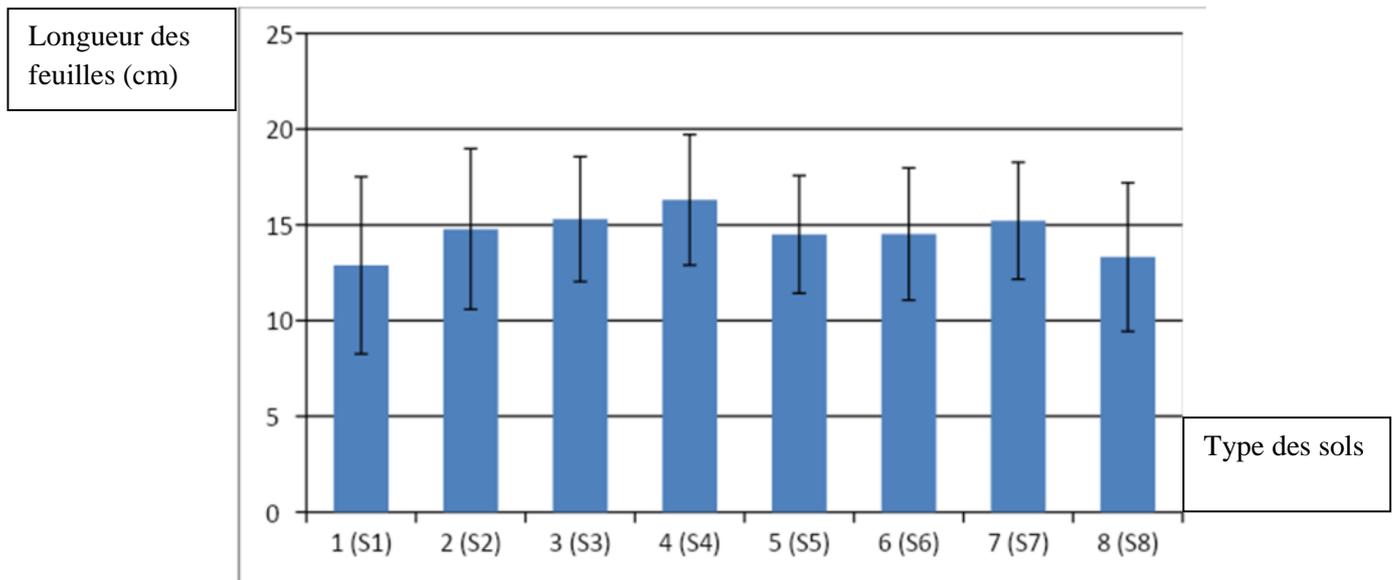


Figure 17. Variation de la longueur des feuilles des plantules d’orge en fonction des sols.

La figure (18) montre que les doses des margines ont un effet sur la longueur des feuilles. la probabilité est de 0 donc il y’a une différence significative. Il est constaté que les doses de 4ml et 8ml n’ont pas un effet sur la croissance en longueur des feuilles, ceci est justifié par leur comparaison avec les mesures des échantillons témoins. Il est important de signaler que les doses de 12ml et 14ml révèlent un effet positif remarquable sur la croissance des plantules. Cependant, la dose de 24ml donne une longueur minimale ce qui explique la toxicité de ces doses en margines. De ces résultats, nous pouvons dire dans un premier temps que la marge a un effet fertilisant sur les sols dégradés et pauvres en matière organique de la région de Sétif et bordj Bou Arreridj. Mais il faut veiller sur le calcul de la dose adéquate. Cet essai en pots dans des conditions contrôlées nous a permis d’observer des variations de la croissance des plants de l’orge en fonction des concentrations de margines apportées. Les margines constituent actuellement une contrainte pour l’industrie oléicole algérienne. L’orientation vers l’épandage de ces effluents constitue une alternative non couteuse pour réduire leurs impacts environnementaux particulièrement dans les sols dégradés des milieux semi arides et arides. Les sols traités avec ces margines, ont eu une amélioration de leur fertilité, ceci est déjà signalé par Toscano et Montemurro, (2012), en plus d’un développement de leur microflore.

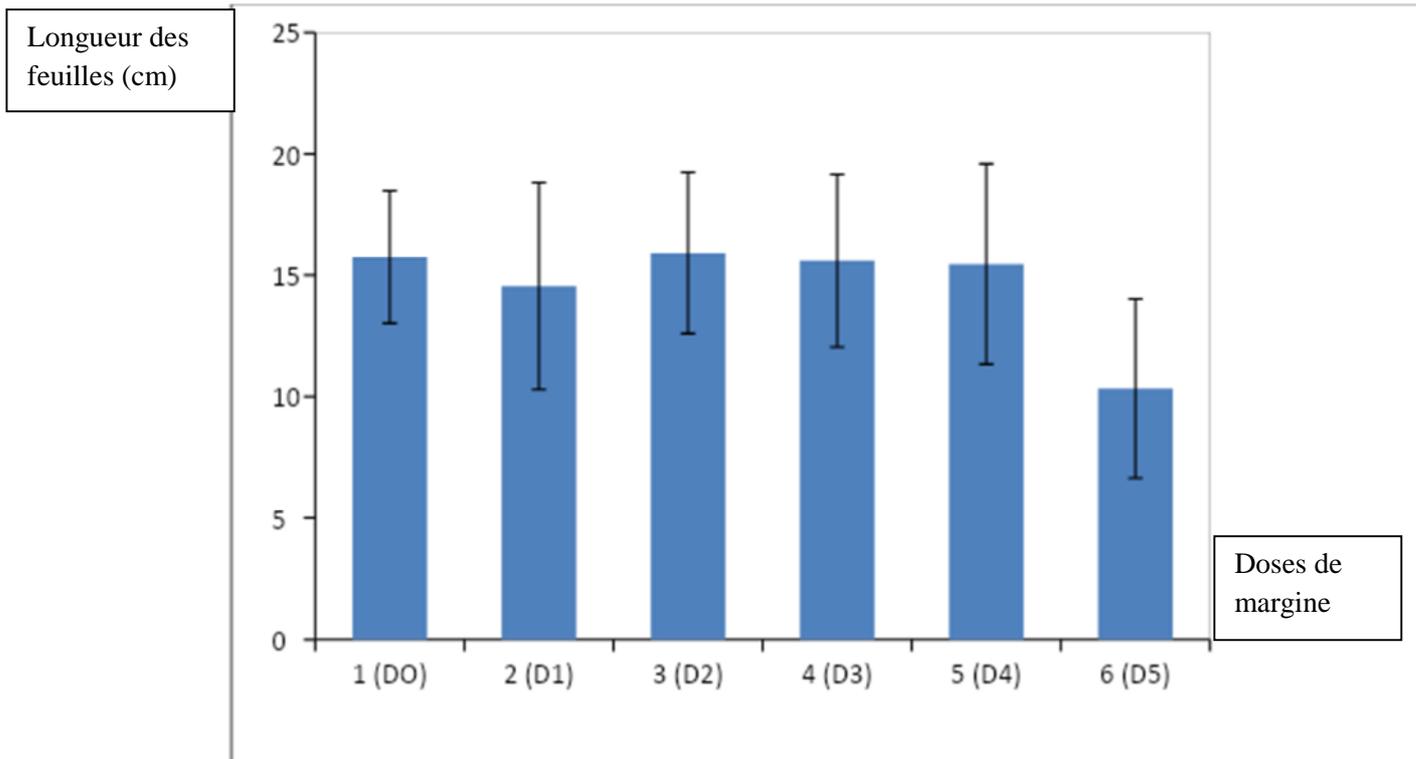


Figure 18 .Variation de la longueur des feuilles des plantules d’orge en fonction des doses de margines

L’analyse des résultats obtenus (Figure 19), montre que la différence est significative avec une probabilité de 0. La remarque principale de cette expérimentation est que la longueur des plants croît et varie continuellement avec le temps, ceci depuis la deuxième semaine de la mise en essai jusqu’à la cinquième semaine. A partir de ce moment les plants ont commencé à perdre leur vivacité avec une apparition d’un flétrissement important. Cette observation nous mène à dire que la quantité de margines et la durée de leur application doivent être calculées en tenant compte du type et du volume du sol utilisés. Ces effluents contiennent des quantités appréciables en éléments minéraux qui peuvent remplacer une partie des intrants d’une fertilisation classique. En outre, étant constituées principalement de matière organique, elles sont un excellent substrat pour le développement de la microflore qui favorise l’amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols (Paredes et *al.*, 1999 ; Sierra et *al.*, 2001 ; Cereti et *al.*, 2004).

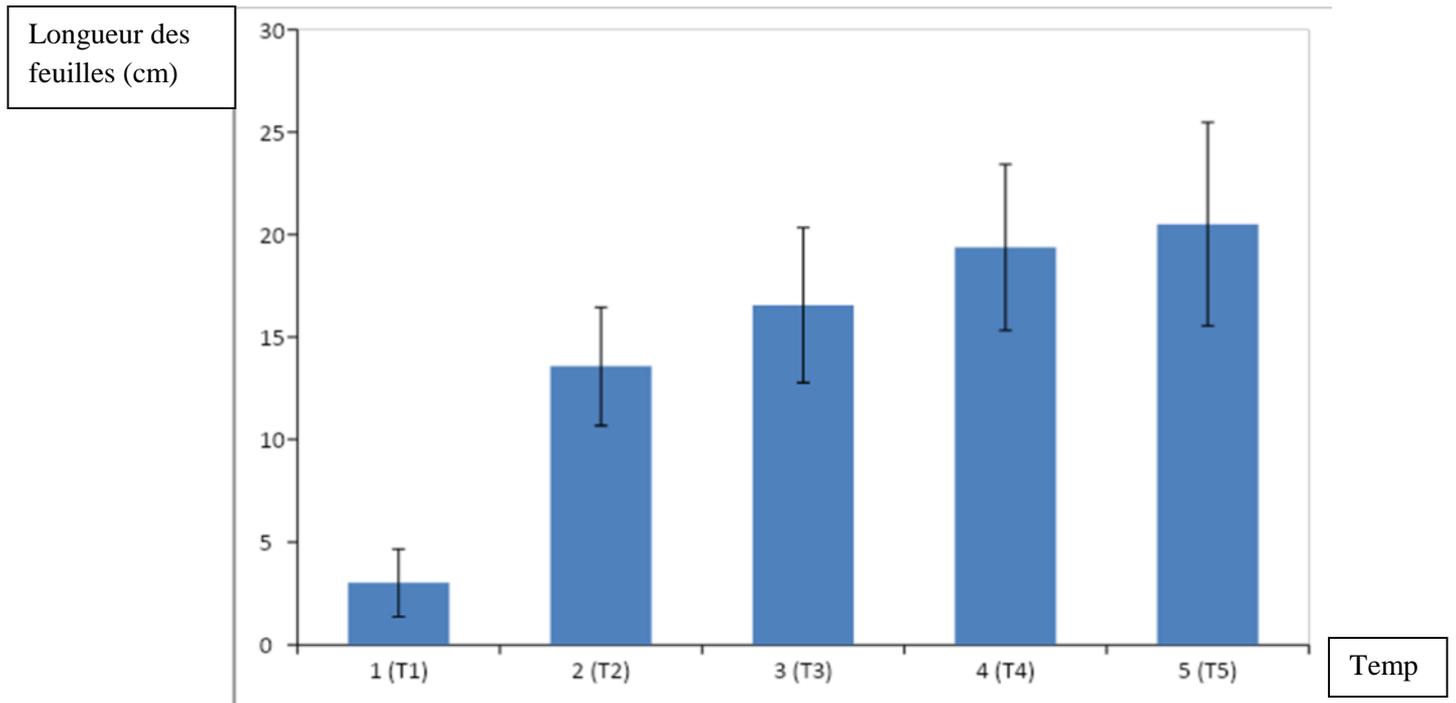


Figure 19. Variation temporelle des longueurs des feuilles des plantules d'orge

3.1.2. Variation temporelle de la biomasse aérienne

Le poids de la partie aérienne des plantes est mesuré avec une balance. Le tableau(VI) suivant présent les différentes mesures obtenues.

● **Tableau VI.** Poids de la partie aérienne des plantules des trois essais

Essai	Poids(g)	B1	B2	B3	B4	B5	B6
A	S1	0.369	1	1.03	0.61	1.48	0.05
	S2	0.70	1.19	0.97	1.09	1.43	0.02
	S3	0.71	0.86	0.57	1.21	1.16	0.10
	S4	1.01	0.25	0.60	0.48	1.01	0.16
	S5	1.01	0.25	0.60	0.48	1.01	0.46
	S6	1.17	0.33	0.46	0.50	0.26	0.86
	S7	0.90	0.27	0.27	0.47	0.84	0.34
	S8	0.26	0.27	0.50	0.55	0.85	0.54
B	S1	0.59	0.46	0.34	0.06	0.09	0.08
	S2	0.57	0.93	0.80	0.15	0.07	0.13
	S3	0.70	0.71	1.04	0.78	0.47	0.16
	S4	1.03	0.34	0.25	0.77	0.18	0.14
	S5	0.56	1.06	1.24	0.82	0.53	0.34
	S6	0.54	0.86	1	0.90	1.28	0.16
	S7	0.33	0.74	0.54	1.16	0.72	0.6
	S8	0.33	0.72	1.11	0.92	0.60	0.50
C	S1	0.87	0	0.35	0.95	0.50	0.10
	S2	0.54	0.73	0.50	0.28	0.36	0.01
	S3	0.42	1.01	0.60	0.67	0.83	0.55
	S4	0.30	0.74	1.19	0.86	0.75	0.15
	S5	0.58	0.15	0.65	0.25	0.54	0.65
	S6	0.12	0.75	0.78	0.28	0.75	0.31
	S7	0.29	1.25	0.92	0.73	0.88	0.60
	S8	0.90	1.29	0.82	0.06	0.07	0.03

L'analyse des résultats observés révèle des différences non significatives (Figure 20) avec une probabilité de 0.8. Les observations qui ressortent de cette analyse nous permettent de dire que le sol 3 nous a permis d'enregistrer les meilleurs rendements avec un poids moyen de 0.7g. Cependant, pour les sols 1, 2, 4,5 et 6 et 7 ,8 nous avons presque la même biomasse entre (0.4g à0.6g) par contre le sol 1 présente un poids très faible.

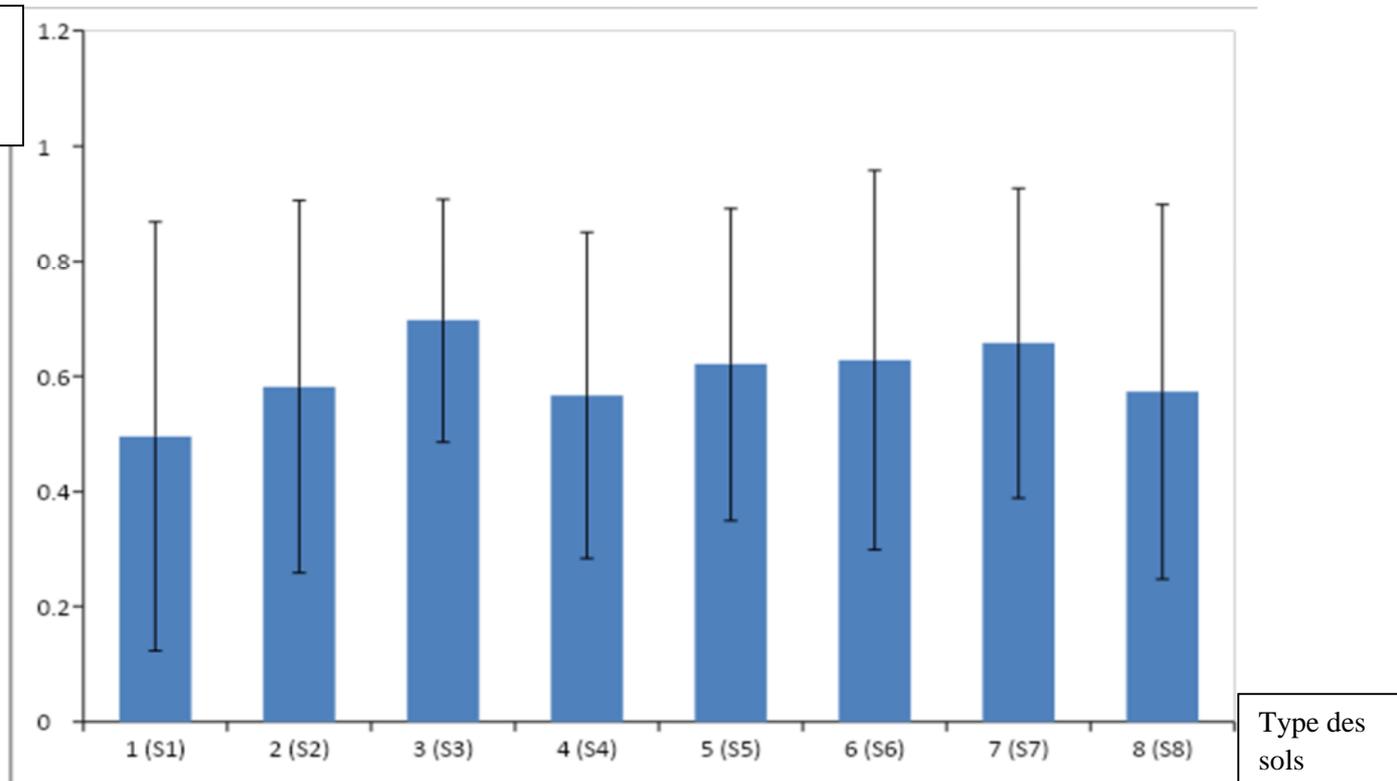


Figure20. Variation de la biomasse aérienne en fonction des sols.

Il est important de signaler que les résultats de la variation de la biomasse aérienne en fonction des doses de margines apportées présentent des différences très hautement significatives avec une probabilité de 0.001 (Figure 21). En effet, plus la dose de marge augmente plus le poids de la partie aérienne augmente. Cependant, à une dose 24 ml, le poids diminue d'une façon très remarquable, cela est due à la toxicité des margines. De nombreuses études ont montré qu'il est tout à fait possible et viable de valoriser les sous-produits de l'olivier, les grignons et les margines, et ce, à la fois, pour mettre fin à cette pollution et pour générer des sources de revenus complémentaires pour le secteur oléicole (Chouchene, 2010). Ces déchets générés par le secteur oléicole pourraient être utilisés pour

l'épandage et l'irrigation sans aucune contrainte, l'efficacité du traitement est estimée par le degré d'humification et la polymérisation qui est une réaction chimique où les petites molécules réagissent entre elles pour former des molécules de masses molaires plus élevées dans le sol (Colarieti, 2006). L'humification est un processus de dégradation de la matière organique dans le sol pour former l'humus qui représente 0.1% des sols fertiles (Colarieti, 2006).

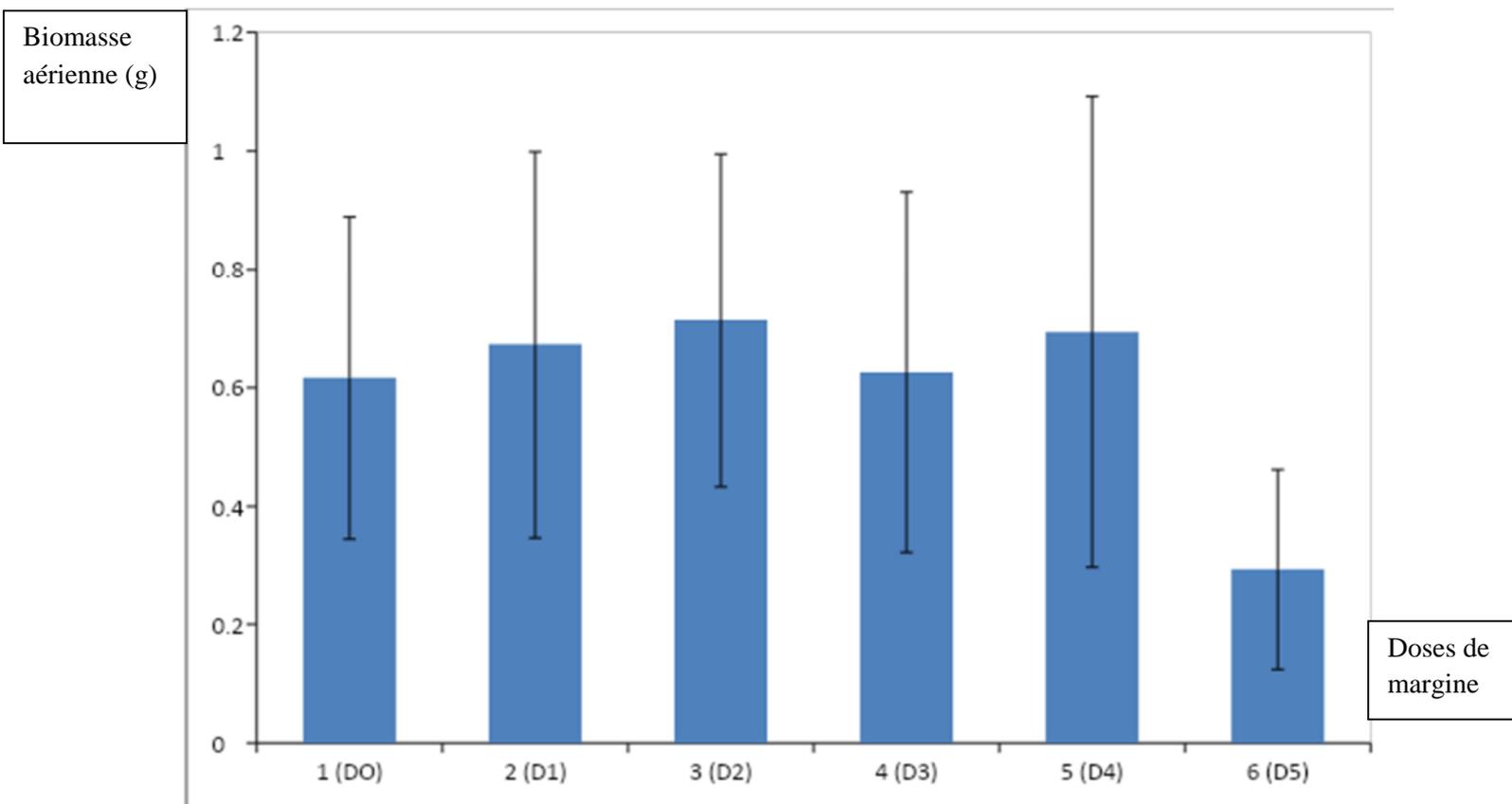


Figure21. Variation de la biomasse aérienne en fonction des doses de margines.

Conclusion

Conclusion :

Dans cette étude, nous avons évalué l'effet des margines sur la germination et la croissance d'orge dans des conditions contrôlées, ainsi que la capacité des sols à les dégrader et les utiliser comme substrats fertilisants pour une meilleure croissance. Cette expérimentation n'a porté que sur une variété d'orge (fouara) qui est une céréale très cultivée dans les zones semi arides et arides d'Algérie. Nous avons testé deux types de sol seulement qui proviennent des régions de Sétif et Bordj Bou Arreridj.

La margine pose un problème environnemental puisqu'elle est considérée comme un sous-produit nuisible à l'environnement, à cause de sa toxicité liée à la présence de composés phénoliques qui proviennent des fruits de l'olivier, connu comme espèce rustique.

A travers la recherche menée lors de cette étude, l'effet des margines sur la germination d'orge semble être inhibiteur lors du traitement direct sur les graines d'orges sans support, on peut dire que la germination est inhibée car les composés phénoliques de la margine n'ont pas été dégradés. De plus la dose autorisée par la loi sous climat méditerranéen est de 50m³/ha, dans notre dispositif nous avons traité avec des doses plus importantes et les calculs ont été faits sur la base de cette dernière.

Lors du traitement des graines cultivées dans des sols, certaines doses (bien définies) ont un effet fertilisant ce qui a donné une germination plus importante que celle du témoin. Cet effet s'explique par l'action des propriétés du sol sur les composés phénoliques, mais cette dernière devient toxique à de fortes doses. Le volume de sol utilisé dans chaque pot est faible cela s'explique que le sol n'a pas pu dégrader la grande quantité des margines (composés phénoliques).

On peut dire que les margines peuvent être utilisées comme fertilisants. Elles sont un sous-produit liquide généré par l'extraction de l'huile d'olive, leur pH est acide, riche en matières organiques et en phénols ce qui les rend difficile à purifier. Par contre, ces effluents sont riches en NPK. Il faut les utiliser après caractérisation et en respectant les doses afin d'obtenir des résultats meilleurs.

En perspectives, il serait intéressant d'explorer plusieurs voies de recherches en développant les points concernant un volume des pots plus grands, tester d'autres espèces telles que les légumineuses et surtout faire une étude biochimique avec un suivi de la dégradation des composés phénoliques dans le sol.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Abail, Z., 2013.** Notion sur les propriétés chimiques du sol et la nutrition des plantes, CRRA-Settat. 4p
- **Ademe, 2000.** Les coproduits d'origine végétale des industries agroalimentaires. 76-62p.
- **Alais, C., Linden, G., Micho., 2004.** Biochimie Alimentaire. 5ème ed Dunod, 131p
- **Allalout, A., Zarrouk M., 2013.** Culture hyper-intensive de l'olivier dans le monde et applications en Tunisie. Master en biologie. Université de Tunis. 31p
- **Albuquerque, J.A., Gonzalez, J., Garcia, D., Cegarra, J., 2006.** Measuring detoxification and maturity in compost made from "alperujo", the solid by-product of extracting olive oil by the two-phase centrifugation system. Chemosphere .64-470-477p.
- **Alvaro, S., 2009.** Biotechnologie végétale et éthique Borgo XX Giugno, Bucarest (Roumanie).1-2-3p.
- **Amic, A., Dalmasso, C., 2013.** Unité de valorisation complète de déchets oléicoles par lombricompostage. Master en sciences de l'environnement terrestre. Université Aix-Marseille, France. 30p.
- **Ammar, M., 2014.** Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie. Etat des lieux et perspectives. Mémoire de fin d'étude. 11p.
- **Anbgelidaki, I., Karashev D., Batstone D.J., Plugge C.M., Stams A.J., 2011.** Biomethanation and its potential. Methods Enzimol. 327-351-494p.
- **Asses, N., Ayed, L., Bouallagui, H., Sayadi, S., Hamdi, M., 2009.** Biodegradation of different molecular-mass polyphenols derived from olive mill wastewaters by *Geotrichum candidum*. Int. Biodeterior. Biodegradation. 63- 407-413p.
- **Baik, B.K., 2008.** Characteristics, improvement and renewed interest. Journal of cereal science. 48-233-242p.
- **Beccari, M., 1996.** Interaction between acidogenesis and methanogenesis in the anaerobic treatment of olive-oil mill effluents. Water Research.183-9p.
- **Belaid, D., 1996.** Aspect de la céréaliculture algérienne. Office des Publications Universitaires, Alger. 207-217p.
- **Benhaoun, G., 2007.** L'olivier en Méditerranée. ed L'harmattan. 137p.
- **Benlaribi, M., 1990.** Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Etude des caractères morphologiques et physiologiques. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Constantine. 164p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Benyahia, N., Zein., 2003.** Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. 2ème conférence Internationale Swiss Environmental Solutions for Emerging Countries (SESEC II), Suisse. 1-7p.
- **Bhojwani, P., 1990.** Plant Tissue Culture: Applications and Limitations. Amsterdam, Elsevier Science Publishers. 461 p.
- **Bliss, R.D., 1986.** The inhibitory effect of NaCl on barley germination. Plant; Cell environ. 9-727 -723p.
- **Borja, R., Banks C.J., Alba J., 1995.** A simplified method for determination of kinetic parameters to describe the aerobic biodegradation of two important phenolic Constituents of olive mill wastewater treatment by a heterogeneous microbial culture. Environ., Sci, Health. 30(3) - 607-626p.
- **Borja, R., Martin A., Alonso V., Garcia I., Banks C.J., 1994.** Influence of different aerobic pretreatment on the kinetic of anaerobic digestion of olive mill wastewater Water Research.19-489-495p.
- **Boulal, H., Zaghouane, O., El Mourid, M. et Rezgui S., 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie. 176p.
- **Bouzerzour, H., Benmaahmed, A., Benkharbache, A., Hassous, A., 2002.** Contribution des nouvelles obtentions à l'amélioration et à la stabilité du rendement d'orge (*Hordeum Vulgare L.*) en zone semi-aride d'altitude. Revue Recherche Agronomique de l'INRAA. 10-45-58p.
- **Bruckler, L., Balesdent, J., 2009.** Le sol, Quae, France. 16-152p.
- **Calvet, R., 2005.** Les pesticides dans le sol. Edit-press. 234p.
- **Camille, M., 1980.** Céréales, Phytotechnie spéciale bases scientifiques et techniques de la production des principales espèces de grande culture en France. Maison rustique, Paris. 318p.
- **Cereti, C.F., Rossini, O. F., Federici, F., Quarantino, D., Vassilev, N., Fencice, M., 2004.** Reuse of microbially treated olive mill wastewater as fertilizer for wheat (*Triticum durum Desf.*). Bioresource Technology. 91-135-140p.
- **Cherbonnel, A., 2003.** Les secrets de l'olivier, éd. Lacour, 92p
- **Chennafi, H., Bouzerzour H., Aidaoui A., Chenafi A., 2008.** Positionnement des exigences en eau de la culture du blé dur avec l'événement du déficit climatique en

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

milieu semi-aride des Hautes Plaines Sétifiennes(Algérie).In : Proceedings of the 5th International Conference on Land Degradation.Valenzanos, Italy.59-62p.

- **Chevion, N., 2015.** Activité enzymatiques dans les sols. INRA.5.7p.
- **Chouchene, A., 2010.** Etude expérimentale et théorique de procédés de valorisation de sous-produits oléicoles par voies thermiques et physico-chimiques. Thèse de Doctorat Génie Energétique-Génie des procédés .Université de Haute-Alace, France. 208p.
- **CIC(2018).** Rapport Marché des Céréales.14p.
- **COI(2018).** L'Algérie ratifie l'accord du coi.1p.
- **Cayuela, M.L., Sánchez-Monedero, M.A., Roig, A., 2006 .**Evaluation of two different aeration systems for composting two-phase olive mill wastes. Process Biochem. 41 –616–623.
- **Colarieti, M.L., Toscano G., Greco, J.R.G., 2006.** Toxicity attenuation of olive mill waster in soil slurries. Environ Chem Lett.115-118p.
- **Dakhli, R., 2009.** Effet des Margines sur les propriétés chimiques de sol et sur le rendement d'une culture d'orge. DEA. INAT 2009. 64-67p.
- **Dakhli, R., Lamouri R., Mallek.Maalej E., 2014.** Effet des Margines en condition de stresssalin sur le comportement phénologiques de l'Orge (*Hordeum Vulgare*) : Essai en pot, Tunisie. 915-922p.
- **Darvishi, F., 2012.** Microbial Biotechnology in Olive Oil Industry in: Olive Oil - Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions. ed Agricultural and Biological Sciences. 310-330p.
- **De Felice,B., Pontecorvo G., Carfagna M., 1997.** Degradation of wastewaters from olive oil mills by *Yarrowialia polytica* ATCC 20255 and *Pseudomonas putida*.Acta Biotechnologica. 17-231-239p.
- **Dommergues, Y., 1970.**Ecologie microbienne du sol, France. 74-75- 78-85p.
- **Doru Ioan, M., 2014.**Biotechnologie végétale et éthique.*Bd. Marăști,Bucarest (Roumanie).1.2.3p.*
- **Duprarque, A., Rigalle P., 2011.**Composition des MO et turn over. Rôles et fonctions des MO, actes du colloque « Gestion de l'état organique des sols », 27 janvier 2011, Agrotransfert.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **El-Abbassi,A., Akhal E.K ., Belaqziz, M., Agrafioti,E.,Galanakis, C.M., 2016.** Agronomic application of olive mill wastewaters: effects on maize production and soil properties. *J. Environ. Manag.* 171-158–165p.
- **Erguder, T.H.,Güven, E., Demirer, G.N., 2000.** Anaerobic treatment of olive mill wastes in batch reactors. *Process Biochem.*, 36–243-248p.
- **Fadil, K., Chahlaoui, A., Ouahbi, A., Zaid, A., Borja, R., 2003.** Aerobic biodegradation and detoxification of wastewaters from the olive oil industry. 37-41p.
- **Fedila, O., Tibarious S., 2016.** Valorisation des margines par épandage agricole. Master en environnement et santé publique. Université A. MIRA, Bejaia. 11-12-13p.
- **Feillet P., 2000.** Le grain de blé composition et utilisation. éd. INRA. Paris. 308p.
- **Feliachi, K ., 2002.** Intensification et développement des filières, cas de la céréaliculture. Acte des 3 emes Journées Scientifiques sur le Blé.
- **Fountoulakis, M.S., Dokianakis, S.N., Krnaros, M.E., Aggelis, G.G., Lyberatos, G., 2002.** Removal of phenolics in olive mill wasterwaters using the white-rot fungus *Pleurotusostreatus*. *Water Res.*36–4735-44.
- **.Garcia-Gomez, A., Roig, A., Bernal, M.P., 2003.** Composting of the solid fraction of olive mill wastewater with OL: organic matter degradation and biological activity. *Bioresour. Technol.* 86–59–64p.
- **Giban, M., Minier, B., Malvosi, R., 2003.** Stades du blé ITCF.ARVALLIS. Institut du végétale. 68p.
- **Guignard, J.L., Dupont F., 2004.** Botanique Systématique moléculaire. 13 emeed révisée.Masson, Paris. 116-117p.
- **Hadria, R., 2006.** Adaptation et spatialisation des modèles stricts pour la gestion d'un périmètre céréalier irriguée en milieu semi aride. Thèse de doctorat. Université Cadi AYYAD Samlalia, Marrakech.
- **Hamdi, M., 1991.** Nouvelle conception d'un procédé de dépollution biologique des Margines effluents liquides de l'extraction de huile d'olive. Thèse de doctorat. Université de Provence. 180 p.
- **Hamdi, M., 1993.** Valorisation et épuration des effluents des huileries d'olive, l'utilité de la microbiologie industrielle. *Olivae.* (46).20-24p.
- **Hazmoune, T., 2006.** Le semis profond comme palliatif à la sécheresse. Rôle de la coléoptile dans la levée et conséquences sur les composantes du rendement. Thèse docteur d'état. Université Constantine. 168p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Innangi, M., Schenk, M.K., D'Alessandro, F., Pinto S., Menta C., Papa, S., Fioretto, A., 2015.** Field and microcosm's decomposition dynamics of European beech leaf litter: influence of climate, plant material and soil with focus on N and Mn. *Appl. Soil Ecol.* 93, 88–97p.
- **Khoufi, S., Louhichi, A., Sayadi, S., 2015.** Optimization of anaerobic co-digestion of olive mill wastewater and liquid poultry manure in batch condition and semi-continuous jet-loop reactor. *Bioresour. Technol.* 182- 67–74p.
- **Lahlou, S., Ouadia, M., Malam Issa, O., Le Bissonais, Y., Mrabet, R., 2005.** Modification de la porosité du sol sous les techniques culturales de conservation en zone semi-aride marocaine. *Etude et gestion des sols. Volume 12,1.* 69-76p
- **Legros, J.P., 2007.** *Les Grands Sols Du Monde.* ed. Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes. Lausanne. 574 P.
- **Mcnamara, C.J., 2008.** Bioremediation of olive mill wastewater. In *Biodeter Biodegr.* 61-127–134p.
- **Mekki, A., Dhouib A., Sayadi S., 2006.** Olive wastewater as an ecological fertiliser. *Agronomy for Sustainable Development.* 26-61–67p.
- **Monsane, P., Gaëtan R., 2006.** Les enzymes et les microorganismes pour la chimie. *Laboratoire de Biotechnologie et Bioprocédés INSA, Toulouse.* 2p.
- **Morillon, J.A., 2009.** Bioremediation and biovalorisation of olive-mill wastes. *Applied Microbiology Biotechnology* 80 (1). 39p.
- **Nefzaoui, A., 1988.** Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par une valorisation. *CIHEAM. Options Méditerranéennes, Paris.* 153- 173p.
- **Onfaa, 2017.** *Le commerce international des céréales,* El Harrach, Alger.
- **Ouabou, E., Anouar, A., Hilali, S., 2014.** Traitement de la margine brute d'huile d'olive par distillation suivi de neutralisation par chaux. *Journal of Applied Biosciences* 79, Maroc. 6867- 6872p.
- **Paraskeva, P., Diamadopoulos, E., 2006.** Technologies for olive mill wastewater (OMW) treatment: a review. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 81, 1475–1485.
- **Paredes et al., 1999 ; Sieria et al., 2001 ; Gereti et al., 2004.** Influence of bulking agent on the degradation of olive mill waste water/sludge during composting international & biodeterioration & biodegradation. 205-210p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Paredes, C., Bernal, M.P., Cegarra, J., Roig, A., 2002.** Bio-degradation of olive mill wastewater sludge by its cocomposting with agricultural wastes. *Bioresour. Technol.* 85 –1–8.
- **Poehzman, M., 1985.** Adaptation and distribution. D.C.Rasmusson, et *Agron Monogr* 26 Am. Soc.Agronomy Madison,WI , in *Barly* .1-17p.
- **Proot ,J., 2002.** Les technologies propres appliquées aux industries agroalimentaires. *Bourgone.* 12p.
- **Rahal Bouziane, H., 2015.** L’orge en Algérie: passé présent et l’importance pour la sécurité alimentaire. Face aux nouveaux défis. 7p.
- **Ramos-Cormenzana, A., Monteoliva-Sánchez, M., López, M.L., 1995.** Bioremediation of alpechín. *Int. Biodeterior. Biodegradation.* 35,249-269p.
- **Ranalli, A., 1991.** The effluent from olive mills: proposals for re-use and purification with reference to Italian legislation .*Oliviae.* 85- 37p.
- **Roig, A.,Cayuela M.L., Sanchez.Monedero M.A.,2006.** An overview on olive mill wastes and their valorisation methods. *Waste Manage.*26-960-969p.
- **Roussos, S et al.,2009.** Valorisation biotechnologique des sous produits de l’olivier par Fermentation en Milieu Solide. ed:*Olivebioteq.* Tunisie. 293-299p.
- **Salfer, G.A., 2002.** Barley science.Recent Advances from Molecular Biology to Agronomy of yield and Quality. 665p.
- **Soltner, D., 1988.** Les grandes productions végétales. Collection sciences et techniques agricoles. 16 eme ed, France. 17p.
- **Soltner, D., 2005.** Les grandes productions végétales.20 eme ed. CCTA. 20-140p.
- **Toscano, P., Montemurro F., 2012.** Olive Mill By-Products Managment. In: *Olive Germplasm - The Olive Cultivation.* Agricultural and Biological Sciences. 174-200p.
- **Tyouri, M., 2007.** Propriétés thermo physiques de la sable émulsion Marginale utilise dans la réalisation des Pistes agricoles. 13èmes Journées Internationales de Thermique. France.
- **Ungar, L.A., 1978.** Halophyte seedgermination.*Bot.*233-264p.
- **Yahyaoui, N., 2012.** Etude de l’adsorption des composés phénoliques des margines d’olive sur carbonate de calcium, hydroxyapatite et charbon actif. Mémoire de magister. Université de Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 129p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Yaakoubi, A., Chahlaoui., Elyachioui M., Chaouch. A., 2010.** Traitement des margines à PH neutre et en conditions d'aérobic par la microflore du sol avant épandage .Bull Soc.Pharm, Bordeaux.43-56-149p.
- **Anonyme1** : Google ; consulté le 18/05/2019.
- **Anonyme 2** : Fellah-trade.com ; consulté le 22/05/2019.

Annexes

Les annexes

D'où viennent les concentrations choisies pour le traitement ?

➤ Premièrement calculer le volume du pot :

La longueur de pot : 5,5 cm

La largeur : 5 cm

La hauteur : 6,2 cm

$$V=5,5*5*6,2=170,5 \text{ cm}^3$$

On applique l'équation :

$$170,5 \text{ cm}^3 \longrightarrow 100\%$$

$$X \longrightarrow 5\%$$

$$X = \frac{170,5 * 5}{100} = 8,52 \text{ cm}^3$$

Transformer l'unité cm^3 à l'unité de litre(L) :

$$8,52 \text{ cm}^3 * 10^{-3} = 0,00852 \text{ L}$$

$$0,00852 \text{ L} * 1000 = 8,52 \text{ ml}$$

Donc c'est à partir de ce volume qu'on a déduit la dose de margine utilisée.

Donc utilisation d'un intervalle de 4ml, 8 ml, 12ml, 14ml, jusqu'à 24 ml.