

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA-Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Biologiques de l'Environnement
Filière : Sciences Biologiques
Option : Environnement et Santé Publique



Réf.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Effets des margines sur la fertilité du sol

Présenté par:

Melle BOUZERA Meriem & Melle KECHI Zina

Soutenu le : **21 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

M^{me} MANKOU N.
M^r HAMLAT M.
M^r SIDI H.

MAA
MAA
MCA

Présidente
Encadreur
Examineur

Année universitaire: 2016/2017

Dédicace

A mes très chers parents

Aucune dédicace aussi parfaite et douce soit-elle, ne saurait exprimer toute ma reconnaissance et tout l'amour que je vous porte.

Ce travail représente le fruit de votre soutien, vos sacrifices, et vos encouragements.

Jamais il n'aurait vu le jour sans les conseils que vous avez consentis pour mon éducation.

Que Dieu vous protège et vous accorde une longue vie pleine de santé et de bonheur.

A mon cher frère Boubekeur

En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je te souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et puisse Dieu te garde, éclaire ta route et t'aide à réaliser tes vœux les plus chers.

A tous les membres de ma famille, petits et grands

Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.



A ma binôme Zina et sa famille

A toute ma promotion ESP



Meriem

Dédicace

A mes très chers parents

Aucune dédicace aussi parfaite et douce soit-elle, ne saura exprimer toute ma Reconnaissance et tout l'amour que je vous porte.

*Ce travail représente le fruit de vos sacrifices, et vos encouragement
Jamais il n'aurait vu le jour sans les conseils que vous avez consent
pour mon éducation.*

Que Dieu vous bénisse et que vous reposiez en paix !

A mes très chères sœurs : Nadia & Louisa.

A mes très chers frères : Brahim, Rahim & Madjid.

A mes adorables nièces : Ghacira, Nina, Didouche, Kamelia, Vanessa.

A mes fioles : Kouciela, Atlas.

A mon trésor Daris.

A mes beaux-frères : Razik, LAziz, Idir, Saber

A mon cher ami Belal.

A ma binôme Meriem et toutes sa famille

A toutes la promotion ESP sans exception.

A tous ceux qui me sont chers.



Zina

Remerciements

Avant tous nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, la patience et la santé durant nos cursus d'études et que grâce à lui qu'on a entamé et terminé ce mémoire.

*Nos vifs remerciements vont à M^r **HAMLAT Mourad**, pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour son aide, sa patience, sa rigueur, sa disponibilité et ses Conseils durant notre préparation de ce mémoire.*

*Nos remerciements vont également au membre de jury M^{me} **MANKOU Nadia**, qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence du jury, qu'elle trouve ici l'expression de notre profond respect.*

*A M^r **SIDI Hachemi**, qui a fait l'honneur d'être parmi le jury pour examiner notre travail.*

Enfin, merci à toute personne qui a pu, de près ou de loin contribuer à l'accomplissement de ce travail



Liste des tableaux

Tableau. I : Classement des 10 premiers pays producteurs de l'huile d'olive.....	4
Tableau. II : Caractéristiques physico-chimiques des margines.....	9
Tableau. III : Concentrations et quantité des margines épandus sur les pots.....	21
Tableau. IV : Caractéristiques physico-chimiques des margines étudiés.....	27
Tableau. V : Caractéristiques pédologique du sol étudié.....	29

Liste des figures

Fig. 1 : Principaux processus d'extraction de l'huile d'olive.....	7
Fig. 2 : Etape de la formation d'un sol.....	14
Fig. 3 : Représentation des tailles des différentes particules du sol.....	15
Fig. 4 : le complexe argilo-humique.....	17
Fig. 5 : Triangle textural.....	30
Fig. 6 : Effets des margines sur le Ph du sol.....	31
Fig. 7 : Effets des margines sur la conductivité électrique du sol.....	31
Fig. 8 : Effets des margines sur l'évolution de la matière organique.....	32
Fig. 9 : Effets des margines sur la capacité au champ du sol.....	33
Fig. 10 : Effets des margines sur l'humidité hygroscopique.	33
Fig. 11 : Effets des margines sur la teneur en eau du sol.....	34

Liste des photos

- Photo. 1** : Les grignons en sortie de moulin.....8
- Photo. 2** : Pollution des eaux de surface par les rejets des huileries.....11

Liste des abréviations

COI : Conseil Oléicole International.

DSA : Direction des Services Agricoles.

ONFAA : Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaire.

UNIFA : Union des Industries de la Fertilisation.

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

TE : Teneur en eau.

MO : Matière organique.

MM : Matière minérale.

MS : Matière sèche

H : Humidité hygroscopique

HF : Humidité au point de flétrissement.

CC : Capacité au champ.

RU : Réserve d'eau utile.

CE : Conductivité électrique.

q : quintal

Sommaire

Sommaire

Dédicaces	
Remerciement	
Liste des tableaux	
Liste des Figures	
Liste des photos	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1

Partie théorique

Chapitre I : L'olivier

I.1. Origine et historique.....	3
I.2. Importance de l'olivier.....	3
I.3. Systématique et classification.....	3
II-Répartition de l'olivier.....	4
II.1. Dans le monde.....	4
II.2. En Algérie.....	5
II.3. A Bejaia.....	5
III-Processus d'extraction d'huile d'olive.....	5
III.1. Opérations préliminaires.....	6
III.1.1. Lavage des olives.....	6
III.1.2. Le broyage.....	6
III.1.3. Le malaxage.....	6
III.2. Les systèmes d'extraction.....	6
III.2.1. Système discontinu.....	6
III.2.2. Système continu d'extraction à trois phases.....	6
III.2.3. Système continu d'extraction à deux phases.....	7
IV-Les sous-produits de l'olivier.....	8
IV.1. Grignons ou tourteaux.....	8
IV.2. Les margines.....	8
IV.2.1. Les caractéristiques des margines.....	9
IV.2.2. Effets des margines sur l'environnement.....	10
IV.2.3. Traitement et valorisation des margines.....	11

Chapitre II : Le sol

II.1.Définition.....	13
II .2. Formation du sol.....	13
II.2.1.Altération de la roche mère.....	13
II.2.2. processus biologique.....	13
II.2.3. Le phénomène de migration.....	13
II.3. Les composants physique du sol.....	14
II .3.1. Une phase solide.....	14
II .3.2. Une phase liquide.....	14
II .3.3. Une phase gazeuse.....	15
II .4. Les Propriétés du sol.....	15
II.4.1. Les Propriétés physique.....	15
II.4.1.1. La texture.....	15
II.4.1.2. La structure.....	15
II.4.1.3. La porosité.....	16
II.4.1.4. La réserve d'eau utile.....	16
II.4.2. Les Propriétés chimique.....	16
II.4.2.1. Le pH.....	16
II.4.2.2. Le complexe argilo-humique	17
II.4.3. Les Propriétés Biologiques.....	18
II.4.3.1 L'activité Biologique du sol.....	18
II.4.3.2.L'humus.....	18
II.5. La fertilité du sol.....	18
II.6. La fertilisation	19

Partie pratique

Chapitre I : Matériels et méthodes

I.1. Station d'étude.....	20
I.2. Échantillonnage.....	20
I.2.1. Les margines	20
I.2.2. Le sol.....	20
I.3. Protocole expérimental.....	20
I.4. Méthodes d'analyses.....	21
I.4.1. Les Analyses des margines.....	21
I.4.1.1. La teneur en eau.....	21

I.4.1.2. Le pH.....	21
I.4.1.3. La conductivité électrique	22
I.4.1.4. La matière minérale (Teneur en cendre).....	22
I.4.1.5. La matière organique.....	22
I.4.2. Les analyses du sol	23
I.4.2.1. Humidité hygroscopique	23
I.4.2.2. La texture.....	23
I.4.2.3. Le calcaire total.....	24
I.4.2.4. La densité apparente.....	24
I.4.2.5. Le pH du sol	24
I.4.2.6. La conductivité électrique.....	24
I.4.2.7. La matière organique	25
I.4.2.8. La Capacité au champ.....	25
I.4.2.9. Humidité au point de flétrissement	25
I.4.2.10. La réserve d'eau utile.....	26
I.4.3. Les analyses statistiques.....	26

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Caractéristiques physicochimiques des margines.....	27
II.2. Les analyses du sol	29
II.2.1. Caractères pédologiques.....	29
II.2.2. Caractères physico-chimiques.....	30
II.2.2.1. Le pH du sol	30
II.2.2.2. La conductivité électrique.....	31
II.2.2.3. La matière organique	32
II.2.2.4. La Capacité au champ.....	32
II.2.2.5. Humidité au point de flétrissement	33
II.2.2.6. La réserve d'eau utile.....	34
Conclusion.....	35
Références bibliographiques	
Annexe	

Introduction

L'industrie oléicole est l'une des activités importantes pour l'homme à cause de sa production d'huile d'olive. Elle se concentre principalement dans les pays du pourtour méditerranéen, dont la production représente 94% de la production mondiale (**Sbai et Loukili, 2015**).

En parallèle à son produit principal, l'industrie oléicole génère deux résidus, l'un liquide (les margines) et l'autre solide (les grignons). Dans les unités de trituration modernes, le processus de production génère plus de 1500 kg de margines par tonne d'olive traitée (**Vitolo et al. 1999**).

Les margines ne subissent en générale aucun traitement préalable et sont souvent déversés dans la nature, (**Filidei et al., 2003**). Il en résulte un impact négatif sur l'environnement qui se traduit, selon **Camurati et al., (1984)**, par le colmatage des sols, la pollution des eaux superficielles et souterraines et le dégagement de mauvaises odeurs

D'après **Jardak (1999)**, ces problèmes environnementaux sont attribués à la richesse de ses effluents en matière organique et en particulier en polyphénols

Selon **Iboukhoulef (2014)**, le rejet des margines reste jusqu'à présent un problème écologique prépondérant, pour les pays producteurs d'huile d'olive.

Pour pallier à ce problème environnemental, de nombreux travaux sont menés sur le traitement et la valorisation des margines, (**Nefzaoui, 1988; Zenjari et Nejmeddine, 2001; Abichou, 2003; Benyahia et Zein, 2003; Hamza et al., 2010; Dakhliet al., 2014; Gharby et al., 2014; Ouabou et al., 2014; Fedila et Tibarious, 2016**).

Et ceci afin de trouver les meilleures stratégies et technologies, de valorisation, minimisation ou d'élimination basées sur le traitement biologique, physico-chimique ou thermique. (**Aktas et al., 2001**).

L'utilisation de cet effluent, à des fins agricoles, est la voie de valorisation envisagée par ce présent travail, compte tenu de sa richesse en éléments fertilisants (**Morisot, 1979 ; cité par Nefzaoui, 1999**) et sa stimulation du développement de la microflore du sol (**Aissam et al., 2002 ; El Hassani et al., 2005**).

Notre travail concerne l'impact des margines sur la réserve utile en eau, et il fait suite à celui initié en 2016 par Fedila et Tibarious, et qui concernait l'impact des margines sur la fertilité minérale du sol.

Pour cela, nous avons divisé notre travail en deux parties :

- ✓ Une partie bibliographique concernant des généralités sur l'olivier et sur le sol
- ✓ Une partie expérimentale dans laquelle nous avons présenté le protocole expérimentale, le matériel et les méthodes utilisées et enfin les résultats et discussions

I.1. Origine et historique

La présence de l'olivier remonte, au moins, à 6000 ans avant J.C., puisque des traces en référence à cet arbre millénaire ont été retrouvées dans l'ancienne Asie Mineure (**Vican, 2006**).

En Afrique du nord, la présence de cette culture a été mise en évidence dans de nombreux sites sahariens.

Selon **Mendil et Sebai (2006)**, l'oléastre aurait existé en Algérie depuis le 12ème millénaire avant notre ère. Depuis cette époque, l'histoire de l'olivier se confond avec l'histoire de l'Algérie et les différentes invasions ont eu un impact certain sur la répartition géographique de l'olivier dont nous avons hérité à l'indépendance du pays.

I-2-Importance de l'olivier

L'olivier occupe une place importante dans l'arboriculture fruitière méditerranéenne. Actuellement, il est considéré comme un élément majeur de l'économie agricole dans certains pays de cette région et surtout dans notre pays.

Ses vertus nutritives et curatives ne sont plus à démontrer, vu que son huile est utilisée en consommation directe, et aussi dans les domaines de la médecine et de la cosmétique (**Sekour, 2012**).

I .3.Systématique et classification

L'olivier appartient à la famille des Oléacées comme le jasmin, le lilas et le frêne. Le genre *Olea* se compose de 30 espèces différentes.

La seule espèce qui porte des fruits comestibles est *Olea europaea L.* Elle se subdivise, selon **Loussert et Brousse (1978) et Vican (2006)**, en trois sous-espèces :

- *Cuspidata*
- *Euromediterranea*
- *Laperrini*

La sous-espèce euromediterranea se subdiviserait en deux grands groupes :

Olea euromediterranea oleaster ou bien *Olea sylvistris*, dénommé en Afrique du nord oléastre, se présente sous forme spontanée comme un buisson épineux et a fruits ordinairement petits.

Olea euromediterranea sativa ou *Olea sativa*, dénommé aussi olivier cultivé.

Doveri et Baldoni (2007) ; ont adopté la classification suivante :

Embranchement.....	<i>Spermaphytes.</i>
Sous embranchement	<i>Angiospermes.</i>
Classe.....	<i>Dicotylédones.</i>
Sous classe.....	<i>Terebinthales.</i>
Ordre.....	<i>Ligustrales.</i>
Famille.....	<i>Oléacées.</i>
Genre.....	<i>Olea L.</i>
Espèce.....	<i>Olea europaea.</i>
Sous-espèce.....	<i>Olea euromediterranea</i>
Série.....	<i>Sativa.</i>

II. Répartition de l'olivier

II.1. Dans le monde

La production d'huile d'olive se concentre principalement dans les pays du pourtour Méditerranéen : Espagne, Italie, Grèce, Turquie, Syrie, Tunisie et Maroc. La production de ces pays représente 94 % de la production mondiale.

La campagne oléicole 2013/2014 atteignait 3 098 000 de tonnes (COI, 2014).

Le Tableau. I présente le classement des pays producteurs mondiaux et illustre la grande variabilité de la production dans la plupart des pays.

Tableau. I : Classement des 10 premiers pays producteurs d'huile d'olive, au cours des trois campagnes oléicoles 2011/2014 (COI 2014).

Pays	Production(milliers de tonnes)		
	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Espagne	1 615,0	616,3	1 536,6
Italie	399,2	415,5	450,0
Grèce	294,6	357,9	230,0
Turquie	191,0	195,0	180,0
Syrie	198,0	198,0	135,0
Maroc	120,0	100,0	120,0
Tunisie	182,0	220,0	80,0
Portugal	76,2	59,1	76,2
Algérie	39,5	66,0	62,0
Chili	21,5	28,0	32,0

II.2. En Algérie

L'Algérie est le neuvième pays méditerranéen producteur d'olive et d'huile d'olive.

La production de l'huile d'olive a enregistré le niveau le plus élevé des 15 dernières années en atteignant plus de 900 000 hl à travers le territoire national soit une croissance de 25 % comparativement à la campagne 2014/2015. Ce résultat s'explique par l'entrée en production de près de 2,5 millions d'oliviers au cours de la campagne 2015/2016. (**Onfaa, 2016**)

Selon **Saraoui (2004)**, l'oléiculture occupe une place très importante dans notre pays. Elle représente 49% du verger oléicole national.

La superficie oléicole nationale est répartie en 4 zones :

- ✓ Le centre avec 141 102 Ha, qui représente 58% du verger oléicole
- ✓ L'est avec 47 117 Ha, qui représente 20% du verger oléicole
- ✓ L'ouest avec 50 985 Ha, qui représente 21% du verger oléicole
- ✓ Le sud avec 1 251 Ha. qui représente 0.5% du verger oléicole

II.3. A Bejaia

La wilaya de Bejaia présente une superficie oléicole de 58 059,38 Ha, et un nombre d'arbres cultivés de 4 929 904,00 d'oliviers en masse et 310 622,00 d'oliviers isolés, ce qui la place en tête à l'échelle nationale, **DSA (2017)**.

La production d'huile d'olive a connu une évolution importante durant les années 2009 à 2015, avec :

- ✓ 2009 – 2010 : 58.007 hl. Pour un rendement de 18,76 L /q.
- ✓ 2014 – 2015 : 193.310 hl. Pour un rendement de 22 L /q.

III. Processus d'extraction d'huile d'olive

Avec le développement du secteur oléicole, les systèmes traditionnels discontinus sont actuellement remplacés par des équipements modernes. Ce perfectionnement, moins onéreux, permet d'extraire l'huile en continue à travers des phases successives et la séparation par centrifugation de l'huile, des eaux de végétation (**Francesco, 1993**).

III.1. Opérations préliminaires

Selon **Aggoun-Arhab (2016)**, les opérations préliminaires se déroulent en trois étapes :

III.1.1. Lavage des olives

A leur arrivée dans une huilerie, les olives sont pesées puis nettoyées dans un système de laveuse-effeuilleuse qui permet de retirer les impuretés (terre, cailloux, feuilles...).

III.1.2. Le broyage

Le broyage (ou trituration) des olives a pour but de détruire les cellules des olives afin que celles-ci puissent libérer leur contenu. A ce stade du procédé, les olives sont réduites en une pâte plus ou moins homogène qui devra être malaxée.

III.1.3. Le malaxage

Outre le rôle d'homogénéisation de la pâte, le malaxage permet la coalescence des gouttes d'huile : les microgouttelettes d'huile qui viennent d'être libérées de leurs vacuoles cellulaires vont se regrouper afin de former des gouttes de plus grande taille qui seront plus faciles à extraire de la pâte.

III.2. Les systèmes d'extraction

D'après **Chimi (2006)**, Les systèmes d'extraction de l'huile d'olive sont essentiellement de trois types :

III.2.1. Système discontinu (système à presse), ou système traditionnel :

Consiste à presser la pâte à l'aide de presses hydrauliques. Il s'agit d'un système "discontinu", dû à la nécessité de procéder selon des "charges" ou des cycles de presse séquentiels.

La pression exercée varie de 100 kg/cm² à 400 kg/cm², suivant les unités de trituration

III.2.2. Système continu d'extraction à trois phases

Les grignons, les margines et les huiles constituent les trois phases de ce système.

Composée de deux centrifugations, la première pour séparer les grignons et les huiles plus margine et la deuxième pour séparer les huiles et margines (**Fig.1**)

Ce système utilise beaucoup d'eau et génère des quantités importantes d'effluents liquides (margines) polluants.

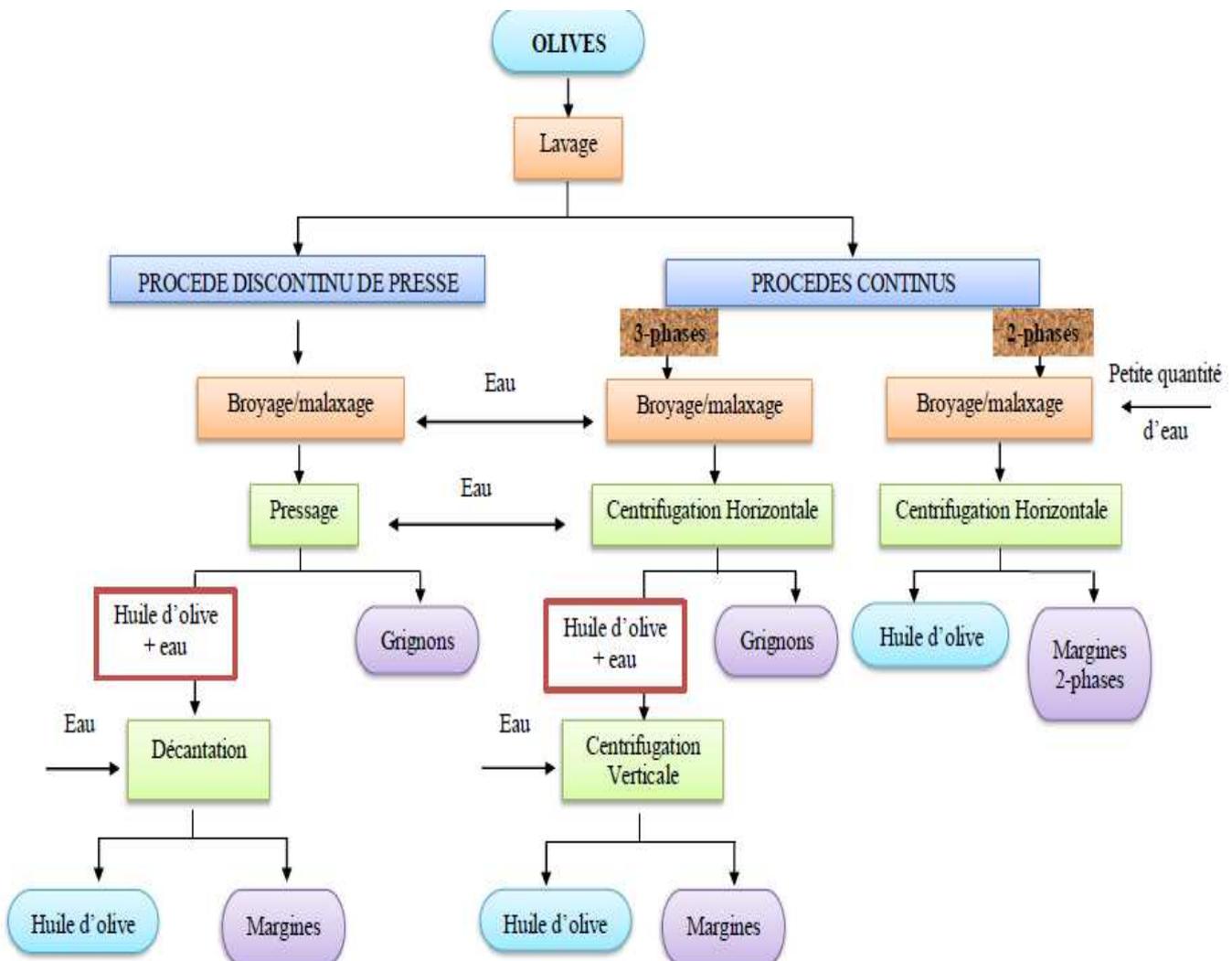


Fig. 1 : Principaux processus d'extraction de l'huile d'olive (Aggoun-Arhab, 2016).

III.2.3. Système continu d'extraction à deux phases

Les grignons et les huiles constituent les deux phases de ce système (Fig.1).

Le décanteur sépare l'huile et mélange le grignon et les eaux de végétation en une unique phase de consistance pâteuse appelée grignon humide.

Ce système nécessite moins d'eau mais engendre des quantités importantes de grignons humides difficiles à exploiter.

IV. Les sous-produits de l'olivier

L'extraction d'huile d'olive génère deux types de résidus :

IV.1.Grignons ou tourteaux

Selon **Benyahia et Zein (2003)**, Les grignons sont les résidus solides issus de la première pression ou centrifugation et sont formés des pulpes et noyaux d'olives. Ce produit peut être transformé en un produit destiné à l'alimentation animale ou en huile dite de grignons d'olive après extraction chimique. **(Photo. 1)**



Photo. 1 : Les grignons en sortie de moulin (**Amic et Dalmasso, 2013**)

IV.2.Marges ou eaux de végétation

Le procédé d'extraction de l'huile d'olive engendre la production d'effluents liquides, nommés marges ou parfois eaux de végétation. Le pressage d'une tonne d'olives produit en moyenne 1,5 tonnes de marges avec les modes de production modernes. Les variations constatées dépendent des processus d'extraction : lavage préalable ou non des olives, humidification des pâtes durant le pressage. (**Amic et Dalmasso, 2013**).

IV.2.1. Les caractéristiques des margines

Les margines sont de couleur brune à brune rougeâtre, d'aspect trouble. Selon Assas *et al.*, (2000), ces effluents ont une forte charge saline (due aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium) et sont très acides (à cause de leur richesse en acides organiques et en poly-phénols).

La composition chimique des margines est assez variable (**Tableau. II**), elle dépend de nombreux facteurs tels que la variété et la maturité des olives, les conditions édaphiques et climatique, la méthode de culture et en particulier le mode d'extraction de l'huile (Paraskeva et Diamapoulons., 2006)

Tableau. II : Caractéristiques physico-chimiques des Margines (Ben Rouina *et al.*, 2014).

Paramètres	valeurs
pH	4,17 - 5,56
CE (mS/cm)	12,38 - 18,61
Teneur en eau (%)	87,9 - 95,4
Matière sèche (g/L)	44,6 - 121
Matière organique (g/L)	32,55 - 107
Matière grasse (g/L)	3,18 - 4,5
Composés phénoliques (g/L)	0,99 - 5,8
Azote total (g/L)	0,44 - 1,4
Carbone (g/L)	1,27 - 3,74
Matières minérales (g/L)	12,05 - 23,7
Phosphore (g/L)	0,08 - 0,32
Potassium (g/L)	4,37 - 7,5
Sodium (g/L)	1,15 - 1,31
Calcium (g/L)	0,71 - 2,3
Magnésium (g/L)	0,65 - 1,05
Chlorures (g/L)	0,56 - 1,25

IV.2.2. Effets des margines sur l'environnement

Selon **Jardak (1999)**, le rejet des margines reste jusqu'à présent un problème écologique prépondérant, pour les pays producteurs d'huile d'olive.

Les propriétaires d'huileries d'olive rejettent leurs margines, chargées en matières organiques et substances toxiques, dans la nature ou dans un réseau d'égouts sans aucun traitement, ce qui détériore le milieu récepteur (**Scandiaconsul., 1992**).

❖ Pollution du sol

L'épandage des effluents des huileries d'olive sur les sols agricoles a généralement des effets positifs (**lombardo et al., 1993; Di Giovacchino et al., 2006; yaakoubi et al., 2009**) sur la productivité des cultures et sur les caractéristiques du sol, à cause de leur richesse en matière organique (**Galli et al., 1997**) et en sels minéraux, notamment en potassium. Elle augmente également, selon **Di Giovacchino et al., (2002)**, le nombre et la diversité des microorganismes présents dans le sol.

Cependant, les polyphénols sont responsables d'effets phyto-toxiques et antimicrobiens (**Hamdi et Ellouz, 1993 ; Sayadi et al., 2000; Zenjari et al., 2006**).

❖ Pollution de l'air

Les fortes teneurs en sels des margines, leur forte charge et leur acidité sursaturent le milieu récepteur et provoquent des conditions d'anaérobioses propices aux dégagements d'odeurs désagréable liées à la formation du gaz H₂S lors du processus de fermentation. (**Boudoukhana, 2008**), qui posent, selon **Ghattas (2004)**, des problèmes de pollution de l'air.

❖ Pollution des eaux

Les margines sont le plus souvent rejetées dans des récepteurs naturels, des cours d'eau, sans aucun traitement préalable et nuisent fortement à la qualité de ces eaux de surfaces. 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 (**Mebirouk, 2002**).



Photo. 2 : Pollution des eaux de surface par les rejets des huileries
(Harakat et Lazrak, 2011)

IV.2.3. Traitement et valorisation des margines

Le traitement des margines constitue un problème complexe, vue la qualité et la quantité des substances chimiques qu'elles renferment. En effet, l'application d'un traitement simple s'avère insuffisant et incomplet (Ranalli, 1991; Hamdi, 1993).

Toutefois, les procédés de traitement envisageables pour l'élimination de la charge polluante des margines peuvent être classés selon trois catégories, et peuvent être utilisés seuls ou combinés :

- ✓ **Procédés physiques :** (Processus thermique, Technique membranaire).
- ✓ **Procédés chimiques :** (coagulation, floculation, adsorption).
- ✓ **Procédés biologiques :** (Traitement anaérobie, Traitement aérobie).

Selon Francesco (1993), le choix du système de traitement approprié est lié à plusieurs facteurs locaux, à savoir le système utilisé pour l'extraction d'huile, la possibilité de stockage et le rapport entre la charge produite par les huileries et la population locale.

Par ailleurs, la 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).

➤ **Valorisation agronomique**

Utilisation des margines comme fertilisant, se fait selon **Ouzzani (2012)**, soit par épandage ou bien par compostage.

En effet, Les margines sont des effluents très riches en éléments fertilisants. Elles contiennent des quantités appréciables d'éléments nutritifs minéraux qui peuvent remplacer une partie de la fumure 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 physico-chimiques des sols. (**Paredes et al., 1999; Sierra et al., 2001 et Cereti et al., 2004**).

➤ **Production de biogaz**

L'application du processus de la digestion anaérobie aux margines permet de transformer environ 80% des substances organiques en biogaz (65 à 70 % de méthane).

Ainsi, la fermentation méthanique permet la dépollution des margines tout en produisant de l'énergie (**Nefzaoui, 1987; Loulan et Thelie, 1987**).

II.1. Définition :

Demolon (1952), à définit le sol comme étant « la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus, physiques, chimiques et biologiques, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants ».

II.2. Formation du sol (pédogenèse)

La Formation du sol est un ensemble de processus progressifs qui passe par trois étapes (**Fig.2**).

II.2.1. Altération de la roche mère :

C'est un double processus de transformation de la roche mère qui conduit à la formation de la fraction minérale du sol. (**Climent, 2004**)

-Désagrégation Physique

Selon **Soltner (1988)**, les variations des températures, l'augmentation des diamètres des racines et l'usure causées par les agents érosifs causent des fissurations de la roche mère.

-L'altération chimique

L'oxygène, les acides humiques, et le gaz carbonique interviennent dans les réactions d'attaque et d'altération par la dissolution, la réduction, l'oxydation et l'hydrolyse (**Soltner, 1988**).

II.2.2. Processus biologiques

Incorporation de la matière organique par minéralisation de molécules organiques et humification, c'est à dire édification d'acides humiques à partir des molécules issues de cette minéralisation.

II.2.3. Phénomènes de migrations

Les migrations sont classés, d'après **Duchaufour (1965)**, selon leurs directions en :

- ✓ Migrations descendantes : le phénomène de lessivage, généralement en climat humide,
- ✓ Migrations oblique : fréquente le long d'une pente, elles enrichissent les dépressions situées aux pieds des pentes, appauvrissement les sommets.
- ✓ Migrations ascendantes : la présence d'une zone saturée d'eau à une faible profondeur ainsi qu'une évaporation superficielle intense restent les conditions nécessaire à l'établissement du courant ascendant.

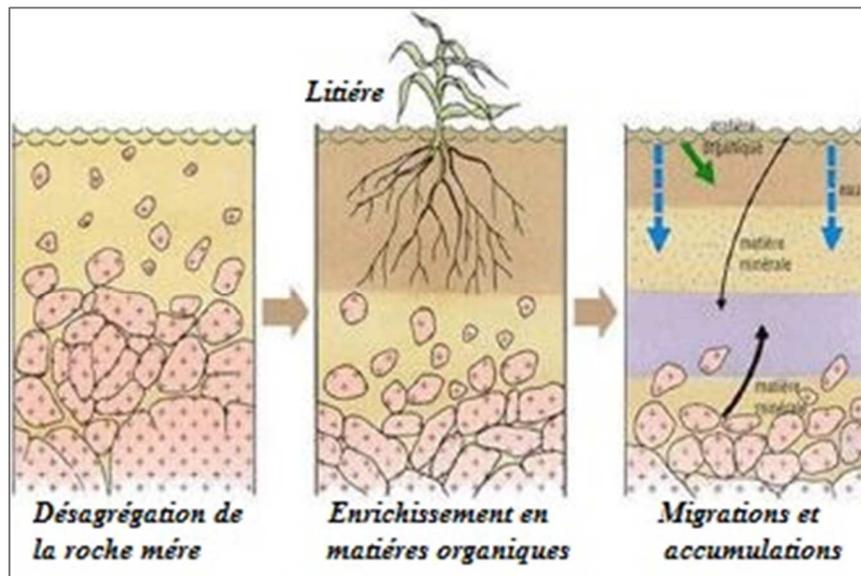


Fig.2 : Etapes de La formation d'un sol (Soltner, 1988).

II.3. Les composants physique du sol

Selon Tollefson (2005), Le sol est composé de petites particules minérales (issues de la décomposition de la roche-mère) et de matière organique (les détritits de plantes ou d'animaux), ainsi que des quantités variables d'eau et d'air.

La matière organique constitue 1 à 10 % seulement du poids total du sol, mais elle influence grandement les propriétés de celui-ci.

On peut distinguer, trois phases :

II.3.1. La phase solide

Elle englobe la matière minérale et la matière organique.

II.3.2. La phase liquide

Plus souvent appelée solution du sol, qui comprend de l'eau contenant des substances dissoutes provenant de l'altération des roches, des phénomènes de pédogenèse ou des apports extérieurs (les engrais solubles).

II.3.3. La phase gazeuse

Le sol est une matrice poreuse. De ce fait, les vides entre les particules qui ne sont pas saturés en eau renferment de l'air (atmosphère). C'est la phase gazeuse du sol. Ces gaz sont incorporés dans le sol via l'atmosphère et le réseau de pores.

II.4. Les propriétés du sol

II.4.1. Les propriétés physique

II.4.1.1. La texture

D'après **Duchaufour (1994)**, La texture ou granulométrie correspond à la répartition des constituants du sol par catégorie de taille, indépendamment de leur nature et de leur composition.

En fonction de leur diamètre d , les particules (**Fig. 3**) 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 ($d < 2\mu\text{m}$).

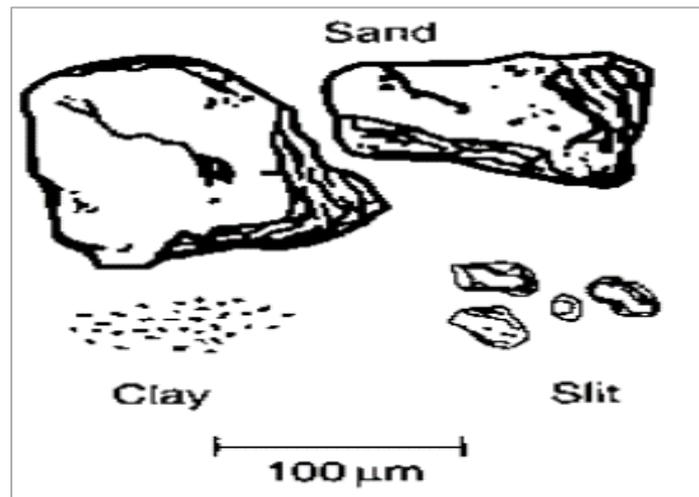


Fig.3 : Représentation des tailles des différentes particules du sol (**Hillel, 2004**).

II.4.1.2. La structure

La structure d'un sol est la façon selon laquelle s'arrangent naturellement et durablement les particules élémentaires en formant ou non des agrégats.

La structure est un paramètre dynamique, plutôt qu'un paramètre statique (**Hussein et Adey, 1998; Six et al., 2004**). Elle évolue en fonction de nombreux facteurs, dont la dynamique de la matière organique, la teneur en eau, l'activité de microorganismes, etc.

La circulation de l'eau et de l'air dans le sol, dépendent en grande partie de la structure

II.4.1.3. La porosité

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**).

II.4.1.4. La réserve d'eau utile

L'eau a une importance considérable pour de nombreuses fonctions (alimentation des plantes, transport d'éléments dissous ou sous forme colloïdale, lieu de vie pour les microorganismes, etc.).

Pour considérer la disponibilité de l'eau aux plantes, on se réfère à :

➤ **Eau non disponible**

C'est l'eau trop fortement retenue par les particules de sol et que la plante ne peut utiliser. Sa limite supérieure est la teneur en eau au point de flétrissement permanent (PFP)

➤ **Eau utilisable**

L'eau utilisable est celle contenue entre la capacité au champ (CC) et le point de flétrissement permanent (**Duchaufour, 1984**).

II.4.2. Les Propriétés chimiques

Correspondent aux teneurs et disponibilités des éléments minéraux nutritifs pour les plantes et aux paramètres chimiques du sol en lien avec leur restitution ou disponibilité, (**Inra, 2011 ; Vidal, 2014**).

II.4.2.1. Le pH

La concentration en ions hydrogène H^+ d'un milieu chimique détermine sa réaction, mesurée par le pH, qui varie de 0 à 14.

Le pH d'un sol est la mesure de la quantité d'ions H^+ libres dans l'eau (pH eau).

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.4.2.2. Le complexe argilo-humique

Le complexe argilo-humique résulte de l'association des argiles à l'humus, grâce à l'action stabilisatrice du calcium. Les argiles ayant une puissante charge négative due à leur structure en feuillet, une certaine quantité de cations libres de la solution du sol peuvent s'y fixer (Ca^{2+} , K^+ , H^+ , Na^{2+} etc.).

Le complexe argilo-humique (Fig.4), constitue donc un véritable réservoir d'éléments nutritifs pour la culture qui échange en permanence des ions avec la solution du sol environnante. (Masson, 2012).

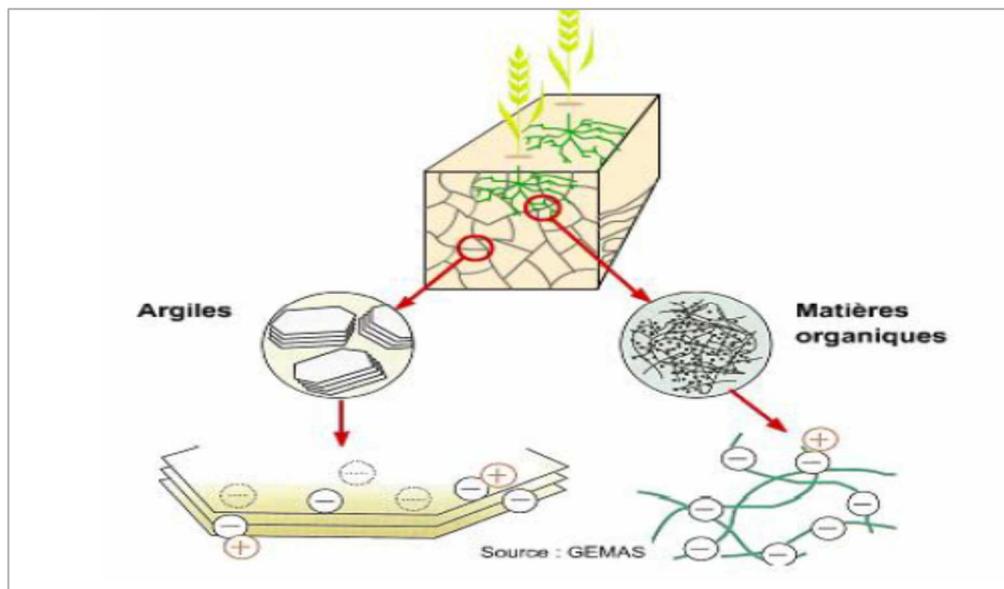


Fig. 4 : Le complexe argilo-humique (Unifa, 2005)

II.4.3. Les Propriétés Biologiques

II.4.3.1 L'activité biologique du sol

Le sol est un milieu vivant dans lequel se développe une multitude d'organismes appartenant aux règnes animal et végétal.

-La microflore du sol ;

Elle comprend algues, champignons, actinomycètes et bactéries. Qui agissent sur les processus de formation de l'humus et la stabilisation des agrégats.

-La faune du sol

Représentée par des organismes très variée allant des protozoaires aux mammifères, elle 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.4.3.2.L'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).

II.5. La fertilité du sol

Le sol est une réserve de substances nutritives qui proviennent de l'altération de la roche mère, de la décomposition de matières organiques et sous l'effet de l'atmosphère. Les racines puisent dans la solution du sol les éléments majeurs (N, P, K, Ca, Mg, ...) et les oligo-éléments. La composition de la solution étant régulée par le complexe adsorbant du sol (Védie, 2003).

La fertilité d'un sol définit selon Soltner (1986), comme étant la résultante de ses propriétés physiques chimiques, et biologiques. Ces propriétés résultent elles-mêmes des interactions entre les milieux humains, naturels et techniques.

II.6. La fertilisation

C'est l'action qui consiste à effectuer des apports d'engrais organique ou minéraux, nécessaires au bon développement des végétaux. (Abdoul Habou et *al.*, 2015). Elle vise à améliorer la fertilité du sol et la nutrition des plantes. (Unifa, 2015)

Le plus souvent, on parle d'amendements lorsqu'un effort de fertilisation est destiné au sol et on parle d'engrais lorsque l'effort de fertilisation est destiné aux plantes (Pontailler, 1971).

-Amendements

Ce sont des produits de nature minérale ou organique que l'on apporte au sol pour en améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques.

-Engrais

Les engrais sont des produits dont la fonction majeure est d'apporter aux plantes des compléments d'éléments nutritifs (éléments majeurs, éléments secondaires et oligo-éléments). (Abdoul Habou et *al.*, 2015).

I.1. Station d'étude

Le choix de notre station d'étude a porté sur un champ agricole, qui est situé dans le village de Tichy, à 15 Km à l'Est de Bejaia.

La station se trouve à une altitude de 3 m, une latitude de 36° 41' 06" Nord et une longitude de 5° 07 ' 05 " Est.

I.2. Echantillonnage

I.2.1. Les margines

Les margines utilisées dans notre travail ont été prélevé à partir d'un bassin de décantation d'une l'huilerie moderne a trois phases située dans la région de Takrietz « Bejaïa »

Les margines ont été transporté au laboratoire, dans des bidons de 5L, puis conservées à une température de 4° C, pour garder leurs caractéristiques physico-chimiques.

I.2.2. Le sol

Après avoir nettoyé la surface du sol, nous avons prélevé 3 échantillons, jusqu'à une profondeur de 20 cm.

Les échantillons sont mis dans des sachets, puis ramené directement au laboratoire. Après avoir mélanger tous les échantillons, le sol est étalé sur du papier, débarrasser de tous les débris végétaux et animaux et laissé a l'air libre pour sécher.

I.3. Protocole expérimental

Notre étude a été réalisée sur des pots de 17.5 cm de diamètre et de 14 cm de profondeur. Ils contiennent environ 4 kg de sol.

L'épandage des margines a concerné une superficie de 240.40 cm². Il a porté sur trois conditions expérimentales ; C1 (5 L/m²), C2 (10 L/m²) et C3 (20 L/m²), avec un témoin sans margine T (0 L/m²) (**Tableau. III**).

Chaque condition est représentée par 6 pots.

Dans chaque pot nous avons semé 3 graines de *vicia faba*.

Tableau. III : Concentrations et quantité des margines épandus sur les pots

conditions	Concentration des margines	Quantité de margines apporté
C ₀	0 L/m ²	0 ml
C ₁	5 L/m ²	120 ml
C ₂	10 L/m ²	240 ml
C ₃	20 L/m ²	480 ml

I.4. Méthodes d'analyses

I.4.1. Les analyses des Margines :

I.4.1.1. La teneur en eau

Elle est déterminée par la différence entre le poids frais d'un échantillon de margine, et son poids sec (après passage à l'étuve à 105°C, pendant 24 h), (**Pinta, 1968 in Gautier et al., 1984**).

Elle est exprimée par :

$$TE = \frac{Pf - Ps}{Pf} \times 100$$

Avec :

TE : Teneur en eau

Pf : poids frais.

Ps : poids sec.

I.4.1.2. Le pH

Le PH est mesuré sur des margines fraîches, par un PH-mètre de type BANTE instruments.

✓ Mode opératoire

- Après avoir étalonné le pH mètre avec les solutions étalons
- Plonger l'électrode dans l'échantillon.
- Lire la valeur du PH directement sur l'écran de l'appareil.

I.4.1.3. La conductivité électrique

Elle est mesurée sur des margines fraîches, par un Conductimètre de type BANTE instruments.

✓ **Mode opératoire**

- Étalonné l'appareil avec les solutions étalons.
- Plonger l'électrode dans l'échantillon.
- Lire la valeur de la conductivité directement sur l'écran de l'appareil.

I.4.1.4. La matière minérale (Teneur en cendre)

L'échantillon sec de margine est calciné dans un four à moufle à 550°C, pendant 3 h. Après refroidissement dans un dessiccateur, les produits de l'incinération sont pesés et constituent la matière minérale.

$$C = (M_2 - M_0) / V \times 1000$$

Avec :

C : teneurs en cendres (g/l)

M₀ : masse de la capsule vide (g)

M₂ : masse de la capsule avec la matière sèche calcinée (g)

V : volume de la prise d'essai (ml)

I.4.1.5. La matière organique

La teneur de la matière organique est obtenue par déduction entre le poids sec des margines et leurs poids après calcination (matière minérale), (Pauwels et *al.*, 1992)

I.4.2. Les analyses du sol

I.4.2.1. Humidité hygroscopique

D'après **Kaouritchev et al., (1983)**, elle correspond à l'eau retenue solidement à la surface des particules du sol. Elle est déterminée par la différence entre le poids frais d'un échantillon du sol, et son poids sec (après passage à l'étuve à 105 °C, pendant 24 h).

Elle est exprimée par :

$$H \% = (P1 - P2) / (P1 - P3) \times 100$$

Avec :

- P₁ : poids de la capsule et du sol frais.
- P₂ : poids de la capsule et du sol sec.
- P₃ : poids de la capsule vide.

I.4.2.2. La texture

L'analyse granulométrique a pour objectif de classer les particules minérales du sol par catégories de diamètre afin de déterminer sa texture.

L'échelle utilisée est celle d'Atterberg qui donne 5 classes de particules :

- Argiles : 0 à 20 µm,
- Limons fins : 2 à 20 µm,
- Limons grossiers : 20 à 50 µm,
- Sables fins : 50 à 200 µm,
- Sables grossiers : 200 µm à 2 mm.

L'analyse consiste en une mise en suspension dans l'eau des particules après destruction de la matière organique et des agrégats (avec l'eau oxygénée) et dispersion des particules d'argile (avec du pyrophosphate de sodium).

La séparation des différentes classes s'effectue par sédimentation gravitaire pour les fractions fines (<50µm) et par tamisage pour les fractions supérieures (**Duchaufour, 1984**).

I.4.2.3. Le calcaire total

Le calcaire total est l'ensemble du calcaire du sol, représenté sous toutes dimensions (toutes les tailles). Sa quantité dans le sol peut être déterminée après sa dissolution par un acide moyennement concentré.

Le dosage a été réalisé par la technique volumétrique (par titrage), (**Baize, 2000**).

Le calcaire totale est exprimé par :

Avec :

$$\text{CaCO}_3 \% = (V_t - V_e) \times 12.5$$

V_t : Volume du témoin

V_e : Volume d'échantillon

I.4.2.4. La densité apparente

Elle est déterminée grâce à la méthode du cylindre, qui consiste, selon **Gobet et al., (2003)** à prélever un échantillon du sol, grâce à un cylindre de volume connu, puis on déterminera le poids sec du sol.

Elle est exprimée par :

$$d = P / V_a$$

Avec :

P : poids sec de l'échantillon prélevé.

V_a : volume du cylindre.

I.4.2.5. PH du sol

Le pH du sol est déterminé sur une suspension aqueuse dans laquelle le rapport sol/eau = 1/2,5, (**Denis, 2000**).

La lecture est faite avec un pH mètre de type BANTE instruments.

I.4.2.6. La conductivité électrique

La conductivité électrique est déterminé sur une suspension aqueuse dans laquelle le rapport sol/eau = 1/5, (**Dugain et al., 1961**).

La lecture se fait avec un conductimètre de type BANTE instruments.

I.4.2.7. La matière organique (méthode Anne modifiée)

Le dosage du carbone permet de déterminer d'une part la teneur en carbone dans le sol et d'autre part la teneur en matière organique.

Le carbone de la matière organique est oxydé à chaud en CO₂, par un mélange de bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) et d'acide Sulfurique (H₂SO₄), le bichromate en excès est titré à froid par le sel de MOHR en présence de diphénylamine dont la couleur vire du bleu foncé au vert.

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

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

I.4.2.8. Capacité au champ

Selon **Duchaufour (1984)**, elle correspond au maximum d'eau retenue par le sol, après ressuyage.

La méthode utilisée consiste à imbibé d'eau l'échantillon de sol, jusqu'à saturation, puis on place les pots sur un substrat de sable. Après l'arrêt du ressuyage, on détermine l'humidité de l'échantillon de la même manière que l'humidité hygroscopique.

I.4.2.9. Humidité au point de flétrissement :

Correspond à l'eau non absorbable par les racines. Elle est déterminée suivant la méthode biologique, qui consiste à semer une graine de fève dans l'échantillon de sol à étudier, dès que la plante a suffisamment grandi, on la prive d'eau. L'humidité de l'échantillon n'est déterminée qu'après le flétrissement de la plante (**Duchaufour, 1984**).

I.4.2.10. La réserve d'eau utile

D'après **Duchaufour (1980)**, la réserve d'eau utile est déterminée par deux extrémités, à savoir la capacité au champ et l'humidité au point de flétrissement.

$$RU = (Cc - Hf / 100) \times h \times d$$

Avec :

RU : Réserve d'eau utile

Cc : Capacité au champ.

Hf : Humidité au point de flétrissement.

h : Epaisseur du sol.

d : Densité apparente.

I.4.3. Analyses statistiques

Au cours de notre travail, nous avons utilisés les analyses statistiques suivantes :

- ✓ Le calcul des moyennes et des écarts-types.
- ✓ L'analyse de la variance

L'analyse de la variance est un mode de présentation du test F particulièrement commode.

La comparaison des moyennes de c série de mesures d'une quantité x , inscrites dans les c colonnes d'un tableau (Annexe) est basé sur le rapport F dont :

- le numérateur est la variance « entre colonnes » :

$$\frac{\sum (T_i^2 / n_i) - T_G^2 / N}{c - 1}$$

- le dénominateur est la variance « résiduelles » :

$$\frac{\sum x^2 - \sum (T_i^2 / n_i)}{N - c}$$

Avec :

n_i = nombre de mesures de la colonne, N = nombre total des mesures

T_i = total des mesures de la colonne i , T_G = total général des mesures

Les moyennes diffèrent significativement dans leur ensemble au risque 5% si F dépasse la limite F_{G-c}^{c-1} lue dans la table de F « point 5% » (annexe), pour les degrés de liberté $(c-1)$ et $(N-c)$, (**Schwartz D., 2002**).

L'exemple de la présentation du test est donné par le tableau d'analyse de la variance (**voir l'annexe**)

II.1. Les caractéristiques physico-chimique des margines

La caractérisation chimique des margines avant épandage est une étape primordiale pour l'évaluation de leur composition, en comparaison avec les normes déjà établies pour l'épandage sur les terres agricoles :

Les margines se présentent comme un liquide résiduel aqueux, de couleur brun-rougeâtre à noire avec un aspect trouble (**Ranalli, 1991 et Aissam, 2003**).

Leur odeur rappelle celle de l'huile d'olive, mais elle peut devenir gênante lors des phénomènes de rancissement et de fermentation. (**Iboukhoulef, 2014**).

Les margines sont des effluents très acides et sont caractérisées par un pH de 4.85, (**Tableau. IV**). Cette valeur correspond aux résultats citée dans la littérature (**Sahraoui et al., 2012**).

D'après **Leulmi (2011)**, cette acidité est due à la richesse de cet effluent en acides organiques (acides phénoliques, acides gras...).

Ces effluents ont une forte charge saline avec une conductivité de l'ordre de 9.9 ms/cm. Ce résultat confirme ceux rencontrés dans la littérature (**Sahraoui et al., 2012**, **Fedila et Tibarious, 2016**). Il reflète la teneur élevée en sels présents dans ces effluents, due surtout aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium (**Hafidia et al., 2005** et **Tsagariti et al., 2007**).

Tableau. IV : Les caractéristique physico-chimique des margines étudiés

Paramètres	Valeurs
Teneur en eau (%)	92,75
Ph	4,85
Conductivité (ms /cm)	9,9
Matière Organique (g /L)	57,5
Matière Minérale (g /L)	15
Matière sèche (g /L)	72,5

L'analyse des margines utilisées révèle une teneur très élevée en eau, qui est de 92,75 %. Ainsi qu'une teneur appréciable de matière sèche, qui est de l'ordre de 72,5 g/L.

Cette dernière correspond à l'ensemble de la matière organique (57,5 g/L) et la matière minérale (15 g/L).

D'après **Abichou et al., (2003)**, ces quantités appréciables d'éléments organiques et minéraux peuvent remplacer une partie des nutriments apportés par la fertilisation du sol.

Les margines constituent un rejet fortement pollué sous forme de liquide résiduel dont la composition est variable. De nombreuses études sur la composition des margines **Aissam (2003); Benyahia et Zain (2003); Ghomari (2015)**, ont montré que cette variabilité dépend de plusieurs facteurs : le stade de maturation des olives, les conditions climatiques, la variété des oliviers, le système de culture, la situation géographique, la nature de conservation des olives et le procédé d'extraction d'huile d'olive.

II.2. Les analyses du sol

II.2.1. caractères pédologiques

Le sol utilisé au cours de notre expérimentation (**Tableau. V**), est caractérisé par :

- ✓ Un taux d'humidité hygroscopique de 2.98 %,
- ✓ Un taux élevé en calcaire total qui est de 28,5 %,
- ✓ Une densité apparente de l'ordre de 1.88 g /cm³.

Tableau. V : Caractéristiques pédologique du sol étudié

Paramètre		Valeur
Humidité hygroscopique (%)		2.98 ± 0.03
Calcaire totale (%)		28.5
Densité (g/cm ³)		1.88
Texture (%) (Granulométrie)	Sable grossier	28.9
	Sable fin	20
	Limon grossier	4.72
	Limon fin	25.77
	Argile	20.61

- ✓ La texture

Les résultats de l'analyse granulométrique révèlent un taux de sable de 48,9 %, un taux de limon de 30,49 %, et un taux d'argile de 20,61 %.

D'après le triangle de texture (**Fig. 5**), qui permet de déterminer la classe texturale des sols (**Duchauffour, 2001**), le sol étudié se caractérise par une texture calcaire-limoneuse.

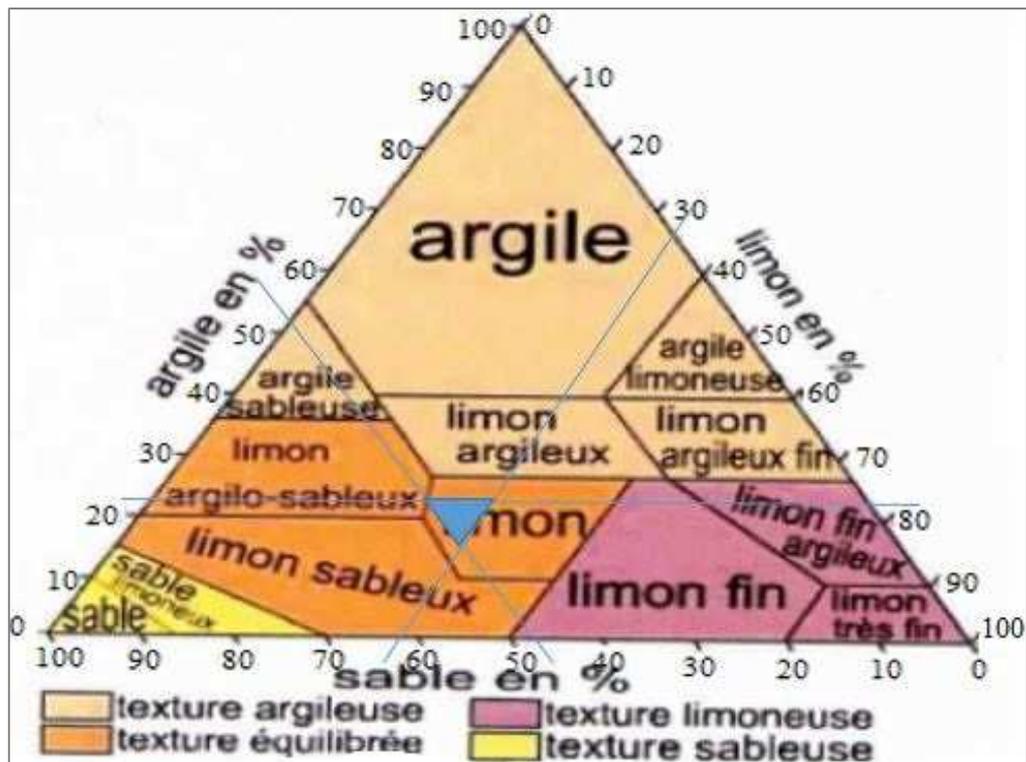


Fig. 5. Triangle textural (Duchauffour, 2001).

(▲ : Texture du sol étudié).

II.2.2. Caractères physico-chimiques

II.2.2.1. Le pH

Le sol étudié présente un pH alcalin $\text{pH} = 8.27$

La Fig. 6, montre que le pH du sol diminue légèrement pour tous les traitements. Et cette diminution est proportionnelle à la concentration des margines

Ceci est dû selon **Khoufi et al., (2007)** et **Yaakoubi et al., (2009)**, à leur richesse en acides organiques et en polyphénols.

Bien que les margines présentent un pH acide (4.85), leur épandage à différentes doses ne modifie que faiblement le pH du sol. Ceci pourrait être dû d'après **Achak et al., (2009)** à la richesse de notre sol en calcaire (28.5 %), qui lui permet d'atténuer l'action de cette acidité.

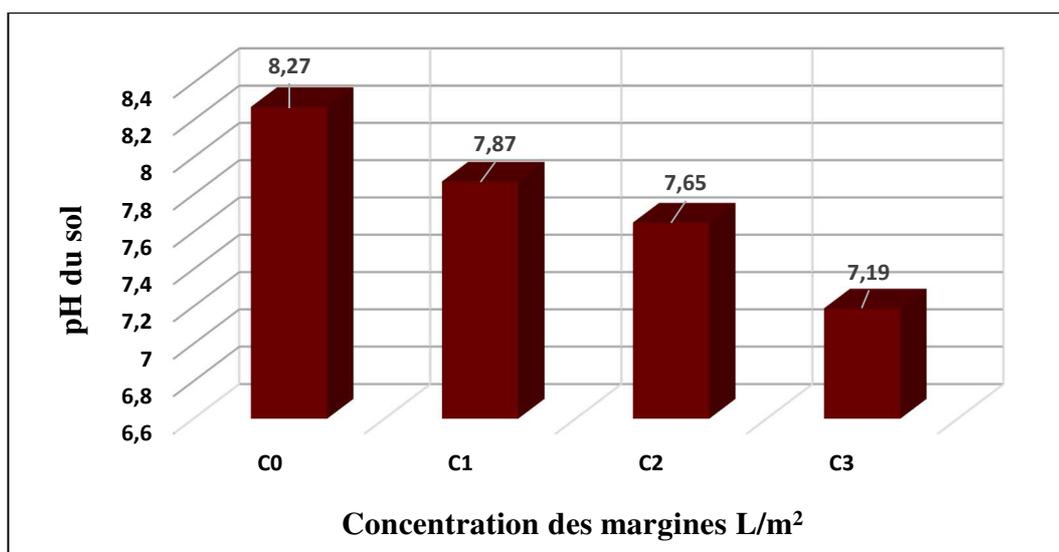


Fig. 6 : Effets des margines sur le pH du sol, après épandage.

II.2.2.2. La conductivité électrique

Le sol étudié est considéré comme pauvre en sels solubles, puisqu'il présente une conductivité électrique de 208.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

L'épandage des margines a provoqué une augmentation très significative ($F = 85.9$) de la conductivité électrique pour toutes les conditions expérimentales, pour atteindre des valeurs de 991.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La Fig. 7, montre que l'augmentation de la conductivité électrique est proportionnelle à la concentration des margines épandus.

L'enrichissement du sol en éléments minéraux est due, d'après **Ranalli (1991)** et **Levis-Minzi et al.,(1992)**, à la richesse de cet effluent en sels minéraux.

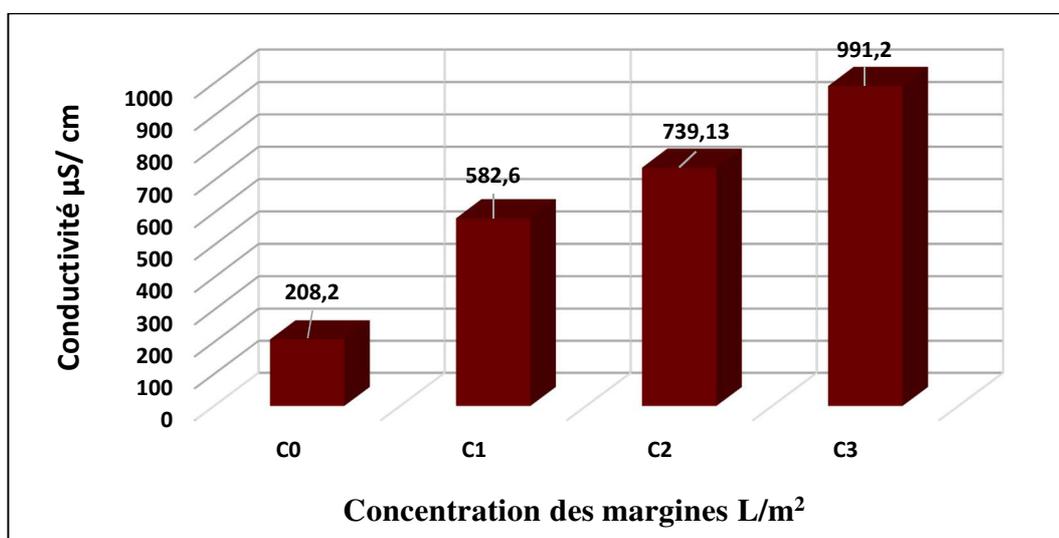


Fig. 7 : Effet des margines sur la conductivité électrique du sol.

II.2.2.3. La matière organique

Le taux de la matière organique de notre sol avant l'épandage est de 1,79 %.

L'apport des margines a induit une augmentation très significative ($F = 50.7$) du taux de la matière organique du sol, et cela pour toute les conditions étudiées.

Cette augmentation est proportionnelle à la concentration des margines (**Fig. 8**). Elle est due, selon **Haouache et Boughdad (2014)** et **Esmail et al., (2014)**, à la richesse des margines en substances organiques.

D'après **Abichou et al., (2003)**, l'accroissement de la teneur de la matière organique s'accompagne d'une amélioration de la capacité de rétention en eau du sol, suite à une amélioration de la fertilité du sol et de ses caractéristiques physiques (perméabilité rétention).

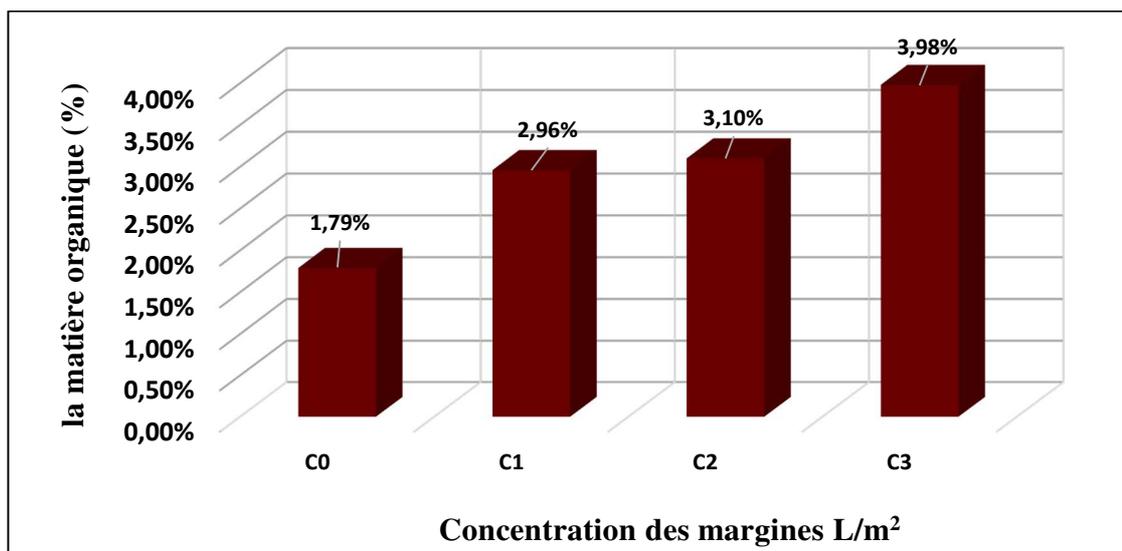


Fig. 8 : Effet des margines sur l'évolution de la matière organique.

II.2.2.4. La capacité au champ (CR)

Le sol étudié présente une capacité au champ de l'ordre de 32,89%.

L'épandage des margines permet d'élever significativement ($F = 11,6$) le niveau de la capacité au champ, et ceci pour toute les conditions expérimentales.

Cette augmentation est proportionnelle à la concentration des margines (**Fig. 9**), et elle est due, selon **Abichou et al., (2003)**, à la richesse de ce effluent en matière organique (57,5 g/l).

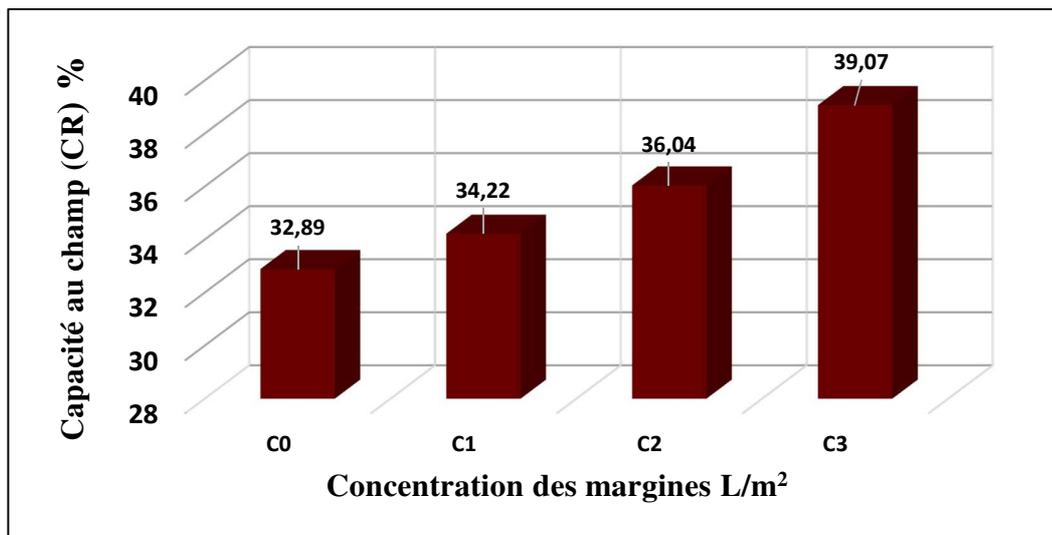


Fig.9 : Effets des margines sur la capacité au champ du sol

II.2.2.5. Humidité au point de flétrissement (Hf)

Le sol présente une Hf de 5 %

L'épandage des margines a provoqué une légère élévation (non significative) de l'humidité au point de flétrissement (Fig. 10).

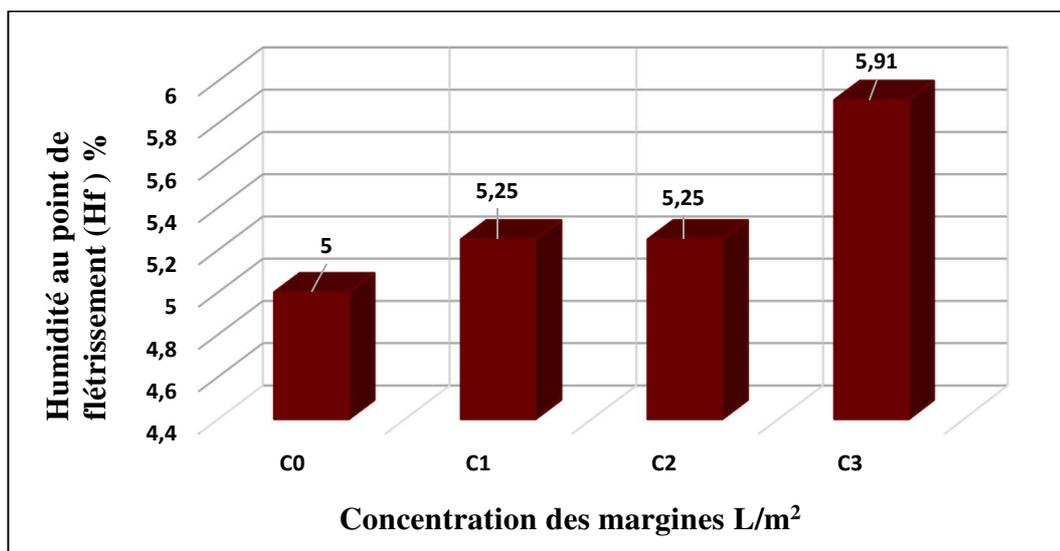


Fig.10 : Effets des margines sur l'humidité au point de flétrissement

II.2.2.6. La réserve d'eau utile (RU)

Avant épandage, la réserve d'eau utile est de l'ordre de 7,34 cm, Celle-ci devient de plus en plus élevée au fur et à mesure que la concentration des margines augmente (Fig. 11).

Selon **Labidi et al., (2016)**, cette réserve Utile (RU) représente la quantité d'eau maximale que le sol peut contenir et qu'il peut restituer aux plantes. Son accroissement est en relation avec la matière organique que les margines apportent au sol.

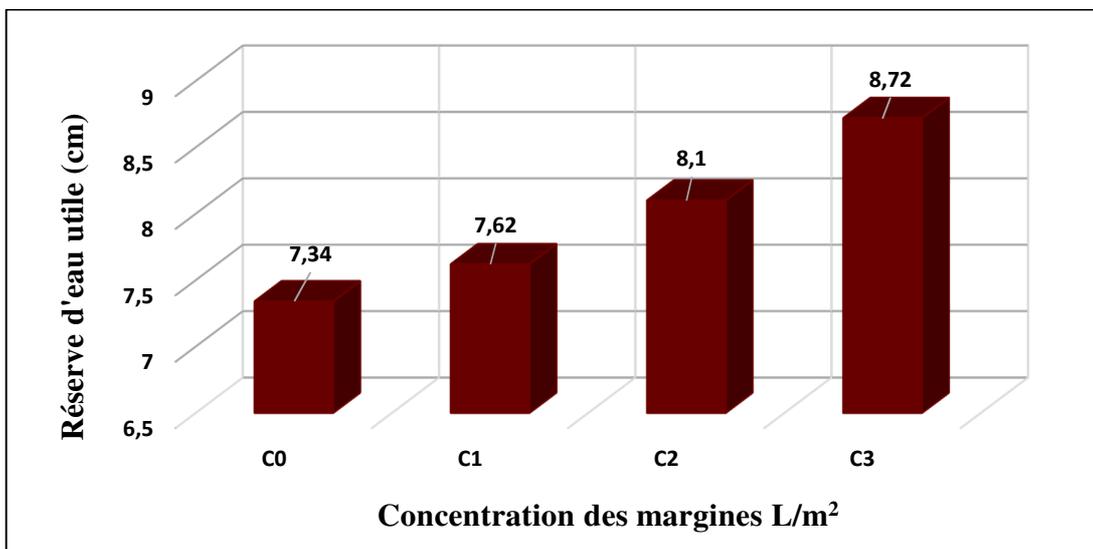


Fig.11 : Effets des margines sur la teneur en eau du sol

A l'issue de notre travail, concernant l'impact des margines sur la réserve en eau utile du sol, les résultats obtenus montre que la richesse des margines, en matière organique et en élément minéraux, augmente la fertilité du sol et améliore ses propriétés physico-chimiques.

En effet, les analyses réalisées sur cet effluent révèlent qu'il est très riche en matière organique (57.5 g/L), ainsi qu'en éléments minéraux (15 g/L).

Il est caractérisé par un pH acide (4,85), dû principalement aux acides organiques et aux acides phénoliques, et une conductivité électrique élevé (9,9 ms/cm), qui dénote de sa richesse en sels minéraux.

Le sol étudié présente une texture limoneuse, il se caractérise par un taux élevé en calcaire (28,5%).

L'épandage des margines sur le sol provoque :

- Une légère diminution du pH, malgré l'acidité de ces margines, ceci est dû la richesse du sol en calcaire, qui joue un rôle tampon.
- Un enrichissement en éléments minéraux, ce qui est confirmé par l'augmentation de la conductivité électrique.
- L'enrichissement du sol en matière organique, qui a pour conséquence d'augmenter la capacité de rétention d'eau.

L'épandage des margines sur les terres agricoles peut être considérée comme une solution adéquate pour un précieux recyclage de la matière organique contenue dans ces effluents.

Toutefois, l'opération d'épandage doit être contrôlée afin d'éviter des éventuels problèmes environnementaux.

En perspective, notre travaille mérite d'être compléter par d'autres études qui porterons sur :

- ✓ Epandage des margines en plein champs
- ✓ l'action des margines sur des cultures agricoles
- ✓ Prospection d'autres voie de valorisation des margines
- ✓ Impact des margines sur la microflore du sol.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

-A -

- 1- **Abdoul Haboul Z., Nouhou M., Ibrahim S., Nouhou B., 2015.** Fertilisation minérale chez les cultures maraichères. Fiche technique, Projet de mobilisation des eaux pour le Renforcement de la Sécurité Alimentaire dans les Régions de Maradi, Tahoua et Zinder. Niger. p 4.
- 2- **Abichou M., Ben Rouina B., Taamallah H., Gargouri K., 2003.** Essais de valorisation des margines par épandage en oliveraies. Revue Ezzaitouna. N°9, pp 1-21.
- 3- **Achak M., Ouzzani N., Mandi L., 2009.** Traitement des margines d'une huilerie moderne par infiltration-percolation sur un filtre à sable. Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, vol. 22, n° 3, 2009, pp 421-433.
- 4- **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. p144.
- 5- **Aissam H., Errachidi F., Merzouki M. et Benlemlih M. (2002).** Identification des levures isolées des margines et étude de leur activité catalase. Cahiers de l'Association Scientifique Européenne pour l'Eau et la Santé. pp23-30.
- 6- **Aissam H., 2003.** Etude de la biodégradation des effluents des huileries (margines) et leur valorisation par production de l'enzyme tannase. Thèse de doctorat. Université sidi Mohamed Ben Abdellah. Fes. p 156.
- 7- **Aktas E-S., Imre S., Erosy L., 2001.** Caractérisation and lime treatment of olive mill wastewater, Water Res, 35, pp 2336 – 2340.
- 8- **Amic A. et Dalmasso C., 2013.** Unité de valorisation complète de déchets oléicoles par lombricompostage : Production de produits à haute valeur ajoutée : lombricompost, savon, collagène et lombrics. Master en sciences de l'environnement terrestre. Université Aix-Marseille. France. P. 29.

9- **Anne P., 1945.** Sur le dosage rapide du carbone organique des sols. *Ann. agron*, 2(1), pp 161-172.

10- **Assas N., Marouani L., Hamdi M., 2000.** Scale down and optimization of olive mill wastewater decolorization by *Geotrichum Candidum*. *Bioprocess Eng.* 22, pp 503-507.

-B-

11- **Baize D., 2000.** Guide des analyses en pédologie 2^{ème} édition, INRA, p159.

12- **Baver L.D., 1963.** Soil Physics. John Wiley & Sons, New York. p 489.

13- **BenRouina B., Gargouri K., Abichou M., Rhouma A., Magdich S., Jilani S., 2014.** L'épandage des margines sur les terres agricole : résultats et gestion pratique. 7^{ème} journée méditerranéennes de l'olivier. Meknès, Maroc. P 37.

14- **Benyahia N., et Zein K., 2003.** Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. 2^{ème} Conférence Internationale Swiss Environmental Solution for Emerging Countries (SESEC II). Lausanne, Suisse. p 1-7.

15- **Bonneau M., et Souchier B., 1979.** Constituants et propriétés du sol. Ed Masson. Paris. p 459.

16- **Boudoukhana H., 2008.** Impacts des margines sur les eaux de oued Bouchtata (Wilaya de Skikda). Magister en pollution chimique et environnement. Université de Skikda. p 101.

-C-

17- **Camurati F., Lanzani A., Arpino A., Ruffo C., Fedeli E., 1984.** Le acque di vegetazione della lavorazione delle olive: tecnologie de economie di recupero di sottoprodotti. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 61, pp 283-292.

18- **Cereti F., Rossini F., Federici D., Quarantino N., Vassilev M., 2004.** FeniceReuse of microbially treated olive mill wastewater as fertilizer for wheat (*Triticum durum* Desf.) *Bioresource Technol*, 91, pp. 135-145.

19- **Chimi H., 2006.**Technologie d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. Transfert de technologie en agriculture. Département des sciences Alimentaires et Nutritionnelles, IAV Hassan II, Rabat. N° 141. P 4.

20- **Climent A., 2004.** Notre sol, sa roche mère, leurs identités. ALS. p 13.

21- **COI., 2014.** Conseil oléicole international. L'économie mondiale de l'huile d'olive. P 5.

-D-

22- **Dakhli R., Lamouri R., Mallek-Maalej E., 2014.** Effet des margines en condition de stress salin sur le comportement phénologique de l'orge (*Hordeum Vulgare*) : Essais en pot, Tunisie. *J.Mater.Environ.Sci.* 5 (3), pp. 915-922.

23- **Denis B., 2000.** Guide pratique pour la description des sols, éd. INRA. p 34.

24- **Demelon A., 1952.** Guide pour l'étude expérimentale du sol. 2ème édition. Gauthier Villars. P 251.

25- **Di Giovacchino L., Basti C., Costantini N., Surricchio G., Ferrante D., Lombardi D., 2002.** Effet de l'épandage des eaux de végétation des olives sur des sols complantés de maïs et de vigne. - *Olivae*, (91), pp 37-43.

26- **Di Giovacchino L., Prezinso S., 2006.** Utilization of olive mill by-products In Caruso T, Motisi A,sebastiani L (Eds) Recent advances in olive industry. *Biotechnology and Quality in Olive (Oiiivebioteq-2006, Marsala)*, pp. 379-389.

27- **Doveri S., et Baldoni L., 2007.** Olive Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. Volume 4, Fruits and Nuts C. Kole (Ed.) © Springer-Verlag Berlin Heidelberg. pp 253-264.

28- **DSA., 2017.** Direction des services agricoles. Bejaia.

29- **Duchaufour P., 1965.** Précise de pédologie. Ed. Masson. Paris. p 481.

30- **Duchaufour P., 1980.** Abrégé de pédologie. Ed. Masson. Paris. p 220.

31- **Duchaufour P., 1984.** Abrégé de pédologie. Ed. Masson. Paris. p 206.

32- **Duchaufour P., 1994.** Pédologie. (Sol, végétation, environnement). Abrégés. Ed Masson. P 324.

33- **Duchaufour P., 2001.** Introduction à la science du sol (Sol, végétation, environnement). Ed Masson, Paris, P. 331.

34- **Dugain F., Arial G., Audry P., Jonga J., 1961.** Les méthodes d'analyses utilisées au laboratoire de physico chimie des sols. « Office de la recherche scientifique et technique outre-mer centre de pédologie de HANN-DARK, P. 55.

-E-

35- **El Hassani F-Z., Mdaghri-Alaoui S., Errachidi F., Aissam H., Merzouki M., Benlemlih M., 2005.** Effet de l'épandage des margines sur le rendement d'une culture de maïs et sur les abondances de certains groupes microbiens du sol. 3ème Journées Internationale des Géosciences de l'Environnement. El Jadida. Université Chouaïb Doukkali. Fès, Maroc, p 1.

36- **Esmail A., Abd H., Firdaous M., Chahboun N., Mennane Z., Berny E-H., Ouhsine M., 2014.** Etude physico-chimique et microbiologique des margines de trois régions du Maroc (Ouazzane, Fés Boulman et Beni Mellal). Mater. Environ. Sci. 5, Maroc, pp. 121-126.

-F-

37- **Fedila O., Tibarious S., 2016.** Valorisation des margines par épandage agricole. Master Environnement et Santé Publique. Université de Béjaïa. p 43.

38- **Filidei S., Masciandro G., Cencanti B., 2003.** Anaerobic digestion of olive oil mill effluents: Evaluation of wastewater, the organic load and phytotoxicity reduction. *Water, Air Soil Pollut.*, 145, pp.79-94.

39- **Francesco G-L., 1993.** Evaluations économiques sur l'innovation technologique. Les problèmes de l'environnement dans le secteur oléicole en Italie. *Olivae*, 47, pp.15-20.

-G-

- 40- **Galli E., Pasetti L., Fiorelli F., Tomati U., 1997.** Olive-mill wastewater composting: Microbiological aspects. - *Waste Manage. Res.*, **15**(3), pp.323-330.
- 41- **Gautier p., Pavel M., Gagnard J., 1984.** L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérés et tropicales. Ed TEC et DOC Lavoisier. p 810.
- 42- **Gharby S., Harhar H., Bouzoubaa Z., Roudani A., Chafchaoui I., Kartah B., Charrouf Z., 2014.** Effet des Polyphénols extraits des margines sur la stabilité de l'huile de tournesol (Effect of Polyphenols extracts from margins on the stability of sunflower oil). *J. Mater. Environ. Sci.* **5** (2) pp. 464-469.
- 43- **Ghattas D., 2004.** Valorisation des margines par digestion anaérobie. Mémoire de diplôme d'étude approfondis (DEA). Contrôle et gestion de qualité. « Application à l'agroalimentaire ». Institut de recherches agronomiques Libanais. p 39.
- 44- **Ghomari O., 2015.** Traitement des margines de la région de Fès. Master Sciences technique en biotechnologie microbienne. Université de Sidi Mohamed Ben Abdellah. Fès, Maroc. P 55.
- 45- **Gobat J-M., Aragno M., Matteley W., 2003.** Le sol vivant : Bases de pédologie, biologie des sols, Presse Polytechniques et universitaires Romandes. France, P. 586.

-H-

- 46- **Hafidia M., Amir S., Revel J-C., 2005.** Structural characterization of olive mill wastewater after aerobic digestion using elemental analysis, FTIR and ¹³C NMR. *Process Biochem.* **40**, pp 2615–2622.
- 47- **Hamdi M., 1993.** Future prospects and constraints of alive mill waste waters use and treatment: A. Review. *Bioprocess Engineering*, **8**, pp 209-214.
- 48- **Hamdi M., Ellouz P., 1993.** Treatment of detoxified olive mill wastewater's by anaerobic filter and aerobic fluized bed processes. *Environ. Technol.*, **14**, pp 183-188.

49- **Hamza W., Mekki H., Benzina M., 2010.** Valorisation des margines séchées dans les terres cuites. 5^{ème} Congrès International sur les énergies renouvelables et l'environnement. Ecole National d'Ingénieur de Sfax, Tunisie. P 13.

50- **Hillel D., 2004.** Introduction to Environmental Soil Physics. *Elsevier a cademic press*, pp 493.

51- **Houache N., Boughdad A., 2014.** Utilisation des margines contre *Aphis pomi* (De Geer, 1773) (Homoptera, Aphididae). 9^{ème} Congrès de l'Association Marocaine de Protection des plantes. Rabat, Maroc ; P 16.

52- **Harakat R., Lazrak A., 2010.** Impact des margines sur les eaux souterraines de la nappe phréatique de la vallée de Ghmat au sud de Marrakech (Maroc). Licence en Eau et Environnement. Université de Marakach. p 50.

53- **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), pp 63-82.

-I-

54- **Iboukhoulef-Bekda H., 2014.** Traitement des margines des huileries d'olive par les procédés d'oxydation avancée basés sur le système Fenton-like (H₂O₂ / Cu). Thèse. Université de Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, Algérie ; P139.

55- **Inra., 2011.** Institut national de la recherche agronomique. Propriété chimique du sol. Publié par Veri, Consulté en ligne : <https://www6.inra.fr/qualiagro/Efficacite-Agronomique/Proprietes-chimiques-du-sol>

-J-

56- **Jardak T., 1999.** Le secteur oléicole en Tunisie : Potentiel ; contraintes et perspectives ; The olive oil wastes Remediation Symposium. Sfax, Tunisie. pp 46-51.

-K-

57- **Kaouritchev I., Gretchine I-P., Savitch V-I., Ganjra N-F., 1983.** Manuel pratique de pédologie. Ed Mir.Mosco, P. 186.

58- **Khoufi S., Feki F., Sayadi S., 2007.** Detoxification of olive mill wastewater by electrocoagulation and sedimentation processes. *Journal of Hazardous Materials*, 142, pp 58

-L-

59- **Labidi A., Bouthier A., Cousin I., 2016.** Comment évaluer simplement la Réserve Utile d'un sol. Confrontation de modèles d'estimation des teneurs en eau des 2 bornes de la RU utilisant des caractéristiques du sol couramment mesurées. p 4.

60- **Leulmi N., 2011.** La valorisation nutritionnelle des margines et de leur impact sur la réduction de la méthanogènes ruminale chez l'ovin. Magister en microbiologie appliqué. Université de Mentouri. Constantine. p 58.

61- **Levis-Menzi R., Gaviozzi A., Riffaldi R., falzi L., 1992.** L'épandage aux champs des margines : effet sur les propriétés du sol. *Olivae*, 40, pp 20-25.

62- **Lombardo N., Briccoli Bati C., Marsilio V., Di Giovacchino L., 1993.** Comportamento vegeto-produttivo di un oliveto trattato con acque di vegetazione. - *Atti Conv. "Tecniche, norme e qualità in olivicoltura"*, Potenza, Italia, 15-17 dic. 1993. p 97-107.

63- **Loulan P-Y., Thelie Y., 1987** Procédé et dispositif de traitement par fermentation méthanique des eaux résiduaires lipidiques, Brevet français, 2620439.

64- **Loussert R., et Brousse G., 1978.** « L'olivier » Edition Maisonneuve et Larose, Paris. p 447.

-M-

65- **Masson J-C., 2012.** Comprendre la formation et la fertilité des sols. Institut Français d'Education. p 5.

66- **Mebirouk M., 2002,** Rejets des huileries, Développement d'un procédé intégré pour la biodégradation des polyphénols dans la margine, *CMPP News*, n°11.

67- **Mendil M., et Sebai A., 2006.** L'olivier en Algérie. ITAF. Alger, Algérie. P 99.

68- **Morisot A., 1979.** Utilisation des margines par épandage. *Olivae*. 19, 8-13.

69- **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. Olivae-IV.19, pp 17-28.

70- **Nefzaoui A., 1988.** Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par une valorisation optimale des sous-produits. In l'Economie de l'Olivier. Allaya M. (Ed.) Options Méditerranéennes, Série Etudes, CCE (DGI)/ CIHEAM ; pp 153-173.

71- **Nefzaoui A., 1999.** Valorisation des sous-produits de l'olivier. Séminaire CIHEAM ; pp 101- 108.

-O-

72- **ONFAA., 2016.** Observatoire National des Filières Agricole et Agroalimentaire. Bilan de la campagne oléicole 2015/2016 « Segment huile d'olive ». p 13.

73- **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, pp. 6867- 6872.

74- **Ouazzani N., 2012.** Valorisation des sous-produits de l'olivier pour une oléiculture durable respectueuse de l'environnement. Pole de compétence pour le développement et la promotion de la filière oléicole. p 1.

-P-

75- **Paraskeva P., et Diamapoulous E., 2006.** Technologies for olive mill waste water (OMV) treatment : a review. Journal of chemical Technology and Biotechnology. 81, 1475-1485.

76- **Paredes C., Cegarra J., Roig A., Sanchez-Monedero M-A., Bernai M-P., 1999.** Characterization of olive mill wastewater (alpechin) and its sludge for agricultural purposes. Bioresource Technol. 67, pp11-115.

77- **Pontailier S., 1971.** « Engrais et Fumure ». Que sais je, point de connaissances actuelles, N° 703. 4^{eme} edition. p 127.

78- **Pauwels J-M., Van Rust E., Verloo M., Mvoudo Z., 1992.** Manuel de laboratoire de pédologie : Méthodes d'analyses des sols et des plantes. Publications Agricole.28, P. 265.

-R-

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

-S-

80- **Sahraoui H., Jrad A., Hafedh J., 2012.** Épandage des margines sur les sols agricoles : impacts environnementaux microbiologiques. *Afrique SCIENCE*. 08(1), pp. 97 – 106.

81- **Saraoui N., 2004.** Oléiculture mondiale et en Algérie. *Green Algérie*, 4-18-21.

82- **Sayadi S., Allouche N., Jaoua M., Aloui F., 2000.** Detrimental effects of high molecular mass polyphenols on olive mill wastewater biotreatment, *Process Biochemistry*, 35 (7), pp725-735.

83- **Sbai G., et Loukili M., 2015.** Traitement des margines par un procédé couplant la coagulation floculation et la voie électrochimique ‘’. *European Scientific Journal* March 2015 édition Vol. 11, NO. 9 ISSN: 1857-7881 (print) e-7431.

84- **Scandiaconsult., 1992.** Projet de gestion de l'environnement, Etude Institutionnelle, Juridique et de la pollution ; Rapport de consultant préparé par Groupement SWEEPS CANDIA CONSULT, Suède, Commandité par la Banque Mondiale.

85- **Schwartz D., 1977.** Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Ed Flammarion. p 307.

86- **Sekour B., 2012.** Phytoprotection de l'huile d'olive vierge (H.O.V) par ajout des plantes végétales (thym, ail, romarin). Mémoire de magister. Université de Boumerdes. Pp : 8-36.

87- **Sierra J., Martí E., Montserrat G., Crauañas R., Garau M-A., 2001.** Characterisation and evolution of a soil affected by olive oil mill wastewater disposal. *The Science of the total environment*, 279, 207-214.

88- **Six J., Bossuyt H., Degryze S., et Deneff K., 2004.** A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research*. **79**, pp7-31.

89- **Soltner D., 1986.** Phytotechnie, les bases de la production végétale. Le sol- le climat- la plante. Tome I, le sol. 14^{ème} édition. Volume 1. p 464.

90- **Soltner D., 1988.** Phytotechnie, les bases de la production végétale. Le sol- le climat- la plante. Ed DUNOD. pp 33-43, 51-72.

-T-

91- **Tollefson T., 2005.** Les sols et leur environnement. Science du sol. Université de Saskatchewan. p 36.

92- **Tsagariki E., Harris N., Lazarides., Konstantinos B-P., 2007.** Olive mill waste water treatment. Springerlink, pp 133-157.

-U-

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

94- **UNIFA., 2015.** Union des Industries de la Fertilisation. Agriculture durable productivité et fertilité du sol. Année internationale des sols. p 4

-V-

95- **Védie H., 2003.** Fiche technique « Evaluer la fertilité du sol ». Site d'Institut Technique de l'Agriculture Biologique « ITAB ».

96- **Vican P., 2006.** L'huile d'olive : historique, variétés, origines, vertus thérapeutique et Recette. Édition : « ANAGRAMME », 48, Rue de ponts. pp. 5-206.

97- **Vidal A., 2014.** Les sols. Introduction à la pédologie, cours LP. AGEPUR. p 105.

98- **Vitolo S., Petarca L., Bresc B-I., 1999.** Treatment of olive oil industry wastes, *Bioresour. Technol.* 67, pp 129-137.

-Y-

99- **Yaakoubi A., Chahlaoui A., Rahmani M., Elyachioui M., Oulhote Y., 2009.** Effet de l'épandage des margines sur la microflore du sol. – *Agrosolutions*, 20(1). pp. 35-43.

-Z-

100- **Zenjari B., et Nejmeddine A., 2001.** Impact of spreading olive mill wastewater on soil characteristics: Laboratory experiments, *Agronomie*, 21, 749-755.

101- **Zenjari B., El Hajjouji H., Ait Baddi G., Bailly J-R., Revel J-C., Nejmeddine A., Hafidi M., 2006.** Reduction of toxic compounds during the composting of olive mill waste water–straw mixture. *J. Hazard. Mater. A* 138, pp 433–437.

Annexes

Annexe

Exemple de l'analyse de variance pour la Capacité au champ

Condition	C0	C1	C2	C3	Total	Données brutes	
Mesures	30.6	33.8	35.67	38.28		N=12	Calculé
	32.89	33.32	35.88	39.79			
	35.18	35.54	36.58	39.15			
ni	3	3	3	3	T _G = 426,68	F =	
Ti	98.67	102.66	108.13	117.22	182055,8224		
Ti ²	9735,76	10539,0756	11692,0969	13740,5284	15235,82326		
Ti ² / ni	3245,2563	3513,0252	3897,36563	4580,1761	15250,6432		
∑ x ²	3255,7445	3515,754	3897,8197	4581,325			
Origine	<i>Sommes des carrés des écarts</i>			<i>d.d.l</i>	<i>variance</i>		
Entre témoins résiduelle	∑ (Ti ² /ni)-TG ² / N= 64.5			3	21.5	11.61	
	∑x ² -∑ (Ti ² /ni) = 14.82			8	1.85		
Total	79.32			11			

La valeur de $F= 11.61$ est supérieure à la valeur de F de la table ($F=4,07$),

Donc les moyennes diffèrent significativement au risque de 5%.

Résumé

Les margines sont des effluents liquides générés par la fabrication de l'huile d'olive, elles présentent les caractéristiques d'un bon fertilisant et leur épandage agricole constitue une excellente solution d'épuration et de valorisation.

L'épandage des margines sur le sol à des différentes concentrations (5 L/m², 10L/m², 20 L/m²) provoque :

- Une légère diminution du pH, malgré l'acidité de ces margines, ceci est dû la richesse du sol en calcaire, qui joue un rôle tampon.
- Un enrichissement en éléments minéraux, ce qui est confirmé par l'augmentation de la conductivité électrique.
- L'enrichissement du sol en matière organique, qui a pour conséquence d'augmenter la capacité de rétention d'eau.

Mots clés : Margines, épandage, fertilité, sol, capacité de rétention d'eau.

Abstract

Olive mill wastewater are effluent liquid generated by Olive oil extraction. They have the characteristics of a fertilizer. Their agricultural spreading is an alternative to value them.

The spreading Olive mill wastewater on soil at different concentrations (5 L / m², 10 L / m², 20 L / m²) causes:

- The pH decreases slightly, despite the acidity of these margins, this is due to the rich soil of limestone, which plays a buffer role.
- An enrichment of mineral elements, which is confirmed by the increase of electrical conductivity
- The enrichment of the soil in organic matter, which has the effect of increasing the water retention capacity.

Key words: Olive mill wastewater, spreading, fertility, soil, water retention capacity.