

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



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

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de
Master en Sciences Agronomiques
Option Eau et Environnement

Thème

**Contribution à l'étude de l'effet de l'épandage des grignons
d'olives sur la qualité des eaux de drainages des sols agricoles**

Présenté par :

CHIBANE Ouerdia et MAHREZ Wissam

Devant le jury composé de

M MERROUKI K.	MCB-UMMTO	Président
M CHERFOUH R.	MCA-UMMTO	Promoteur
Mlle BELMIHOUB N.	MAB-UMMTO	Co-promotrice
M BOUJEMA S.	MAA-UMMTO	Examineur

Soutenue Le, ... / ... / 2024

Remerciements

On remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nous tenons particulièrement à remercier notre promoteur **M CHERFOUH R.**, et notre Co-promotrice **Melle BELMIHOUB N.**, pour avoir accepté de nous encadrer, pour la confiance qu'ils nous ont fait, pour les conseils qu'ils nous ont prodigué tout au long de la réalisation de ce modeste travail. Qu'ils trouvent ici nos sentiments de gratitude et l'expression de notre vive reconnaissance.

Monsieur **MERROUKI K.** nous fait un grand honneur en présidant ce jury de thèse, qu'il nous soit permis de lui exprimer notre profonde gratitude.

Nous sommes très honorée de compter parmi les membres du jury Mr **BOUJEMA S.** qu'il trouve ici nos profonds remerciements.

Sans oublier les ingénieures des deux laboratoires : science de sol et traitements des eaux du Département des Sciences Agronomiques Mme **LOUNAS**, Mme **YISSAD** et Mme **SIDI MAMMAR** pour avoir mis à notre disposition tous les moyens nécessaires pour le bon déroulement de notre travail.

Nos remerciements et profondes reconnaissances s'adressent également à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, qu'ils retrouvent à travers ce mémoire le fruit de leurs longues années de travail.

Enfin, on ne remercierait jamais assez, nos chers parents qui ont tous fait pour en arriver là, ainsi que nos adorables frères et sœurs pour leur soutien moral.

DEDICACES

Je dédie ce mémoire

*A mes chers parents ma mère et mon père
pour leur patience illimitée, leur amour, leur
soutien, et n'ont jamais cessé de prier pour
moi.*

*A mon unique frère : Mehdi et mes chères
sœurs : Anaïs et Manel avec qui j'ai partagé
les meilleurs moments de mon existence*

A ma famille, mes proches et mes amis

A mon binôme Wissam

*A toute personne qui m'a aidée à franchir un
horizon dans ma vie...*

Ouerdia

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents qui ont été toujours à mes côtés et m'ont toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études.

Mon unique frère : Mehdi et mes chères sœurs :

Katia, Ryma et Manel

Toute ma famille et mes amis

Mon binôme Ouerdia

Et à tous qui aiment le bon travail et ne reculent pas devant les obstacles de la vie

Wissam

Tables des Matières

Liste Des Figures	ii
Liste des Tableaux	iii
Introduction générale	1
CHAPITRE I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	
I.1. Généralités sur l'oléiculture	3
I.1.1. Définition.....	3
I.1.2. Oléiculture en Algérie	3
I.1.3. Importance de l'oléiculture.....	4
I.1.3.1. Importance économique.....	4
I.1.3.2. Importance sociale et culturelle	4
I.1.3.3. Importance environnementale.....	4
I.1.4. Répartition géographique de la culture de l'olivier.....	4
I.1.4.1. Bassin méditerranéen	4
I.1.4.2. Amérique du Nord et du Sud	5
I.1.4.3. Australie et Nouvelle-Zélande	5
I.1.4.4. Asie	5
I.1.5. Enjeux économiques, sociaux et environnementaux liées à la culture de l'olivier	5
I.1.5.1. Enjeux économiques	5
I.1.5.2. Enjeux sociaux	5
I.1.5.3. Enjeux environnementaux	6
I.1.6. Types d'huileries	6
I.1.6.1. Huileries traditionnelles	6
I.1.6.2. Huileries modernes	7
I.1.6.3. Huileries super-presse.....	7
I.1.7. Procédés de l'extraction l'huile d'olive.....	7
I.1.7.1 Préparation des olives pour l'extraction	8

I.1.7.2. Procédé discontinu d'extraction par presse.....	8
I.1.7.3. Procédé continu d'extraction par centrifugation.....	9
I.1.7.3.1. Procédé continu à trois phases	10
I.1.7.3.2. Procédé continu à deux phases.....	10
I.2. Sous-produits oléicole.....	11
I.2.1. Grignon d'olive	11
I.2.1.1 Définition	11
I.2.1.2 Les différents types de grignon.....	11
I.2.1.3. Caractéristiques chimiques du grignon.....	12
I.2.1.4. Impact de grignon d'olive sur l'environnement.....	13
I.2.1.5. Valorisation de grignon d'olive	14
I.2.2. Margines.....	15
I.2.2.1. Définition	15
I.2.2.2. Composition générale de la margine.....	15
I.2.2.3. Caractéristiques physico-chimiques.....	16
I.2.2.4. Valorisation des margines.....	16
I.2.2.5. Impact des margines sur l'environnement.....	17
I.2.2.5.1. Pollution des eaux	17
I.2.2.5.2. Pollution du sol	17
I.2.2.5.3. Pollution de l'air.....	17
I.3. Impact de l'épandage des grignons et des margines sur l'environnement.....	18
I.3.1. Les effets positifs de l'épandage des grignons et margines sur l'environnement	18
I.3.2. Effets négatifs de l'épandage des grignons et margines sur l'environnement	18
I.3.2.1. Pollution des eaux	18
I.3.2.2. Pollution des sols	19
I.4. pollution des eaux de surface	19
I.4.1. Définition.....	19
I.4.2. Principales sources de pollution des eaux de surface.....	20

I.4.2.1. Pollution agricole	20
I.4.2.2. Pollution liée aux transports.....	20
I.4.2.3. Pollution industrielle.....	21
I.4.2.4. Pollution urbaine.....	21
I.4.3. Conséquences de la pollution des eaux de surface	22
I.4.3.1. Impacts sur les écosystèmes aquatiques	22
I.4.3.2. Impacts sur l'environnement à long terme	22

CHAPITRE II. Matériel et méthodes

II.1. introduction.....	23
II.2. Mise en place du protocole expérimental	23
II.2.1. Préparation du sol.....	23
II.2.2. Préparation des différentes doses de grignon.....	23
II.2.3. Préparation de l'eau d'irrigation	24
II.3. Présentation du matériel utilisé.....	24
II.4. Préparation des pots	25
II.4.1. sol.....	25
II.4.2. Préparation du grignon d'olives	25
II.4.3. Dispositif expérimental	25
II.4.4. Irrigation des pots.....	26
II.5. Paramètres analytique de suivi.....	26
II.5.1. Granulométrie des grignons	26
II.5.2. Conductivité électrique(C.E).....	27
II.5.3. Mesure du pH.....	28
II.5.4. Mesure du phosphore	29
II.5.4.1. Préparation des solutions	29
II.5.4.2. Préparation de la gamme étalon.....	30
II.5.4.3. Mode Opérateur.....	31
II.5.5. Mesure des nitrates.....	32

II.5.5.1. Réactifs utilisés.....	32
II.5.5.2. Etablissement de la courbe d'étalonnage.....	33
II.5.5.3. Mode Opératoire.....	33
II.5.6. Mesure de la turbidité.....	34
CHAPITRE III. Résultats et discussions	
III.1. Caractéristiques des grignons testés	36
III. 1.1. Granulométrie des grignons	36
III.1.2. pH des extraits de grignon	36
III.1.3. Conductivité électrique des extraits de grignon.....	37
III.2. Paramètres des eaux de drainage	37
III.2.1. pH des eaux de drainage	37
III.2.2. Conductivité électrique.	39
III.2.3. Le phosphore.....	41
III.2.4. Les nitrates	42
III.2.5. La turbidité.....	44
Conclusion générale et perspectives.....	46
Références bibliographiques.....	48

Liste Des Figures

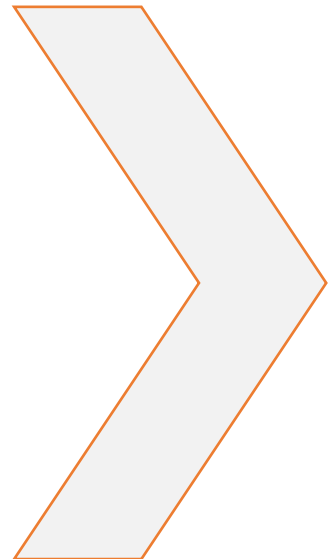
Figure 1 : Répartition des zones géographiques de l'oléiculture algérienne (HADJOU et al., 2013).....	3
Figure 2. Système discontinu d'extraction de l'huile d'olive par presse (DERMECHE et al., 2013).....	9
Figure3.Système continu d'extraction avec centrifugation à trois phases(DERMECHE et al., 2013).	10
Figure 4. Système continu d'extraction avec centrifugation à 2 phase(DERMECHE et al., 2013).	11
Figure 5. Identification des pots.	25
Figure 6 : illustration étapes de construction des échantillons.	26
Figure 7 : illustration des étapes d'irrigation.....	26
Figure 8. Étapes suivies pour calculer les particules de grignon ≤ 2	27
Figure 9. Mesure de la conductivité par un conductimètre.	28
Figure 10. Mesure du pH par un pH mètre.....	28
Figure 11. Solutions préparés pour mesure le phosphore.....	29
Figure 12. La gamme étalon (pour le phosphore).	31
Figure 13. Étapes de mesure de phosphore	32
Figure 14. La gamme étalon des nitrates.....	33
Figure 15. Etapes de mesure des nitrates.....	34
Figure 16. Mesure de turbidité par le turbidimètre.....	35
Figure 17. pH moyen des eaux de drainage des différents traitements.....	38
Figure 18. Conductivité électrique des eaux de drainage des différents traitements	40
Figure 19. Teneurs moyennes du phosphore dans les eaux de drainage des différents traitements.	41
Figure 20. Teneurs moyennes des nitrates en fonction des différents traitements.	43
Figure 21. Valeurs moyennes de la turbidité des eaux de drainage des différents traitements..	44

Liste des Tableaux

Tableau1 : Composition chimique indicative des différents types de grignons (R,Sansoucy.,1991).	12
Tableau2 : Composition moyenne en MAT des grignons d'olive brut et épuisé selon plusieurs auteurs.....	13
Tableau 3: Composition des margines (Sousoucy R, 1983, FAO).....	15
Tableau 4 : Caractéristiques biologique des margines (Amirantes., 1999).....	16
Tableau 5 : caractéristiques physico-chimiques du sol utilisé. (Cherfouh et al., 2018)	23
Tableau 6 : Les différentes doses de grignons testées	24
Tableau 7 : courbe d'étalonnage du phosphore	30
Tableau 8 : courbe d'étalonnage des nitrates.....	33
Tableau 9: Pourcentage des particules ≤ 2 du grignon traditionnel.	36
Tableau10 : Pourcentage des particules ≤ 2 du grignon moderne.	36
Tableau 11: valeurs du pH des extraits de grignon.	37
Tableau 12 : valeurs de la CE des extraits de grignon.....	37

INTRODUCTION

GENERALE



Introduction générale

La culture de l'olivier est concentrée dans le bassin méditerranéen qui représente 98% de la surface et des arbres en production (Nefzaoui, 1988).

L'extraction de l'huile d'olive joue un rôle essentiel tant sur le plan économique que social dans tous les pays méditerranéens où l'oléiculture est très développée. Toutefois, cette industrie engendre de nombreux problèmes environnementaux préoccupants (pollution des cours d'eau, nappes phréatiques, sols, etc.) à cause de la pollution produite par ses deux résidus : l'un solide (les grignons) et l'autre liquide (les margines) (Meziane., 2013).

Les grignons d'olives, comportant la pulpe et le noyau du fruit. C'est un produit riche en carbone et en matière organique facilement dégradable mais à cause de leur teneur élevée en polyphénols, les grignons d'olives posent de sérieux problèmes environnementaux. Les margines ou eaux de végétation, ce sont des liquides foncées d'odeur désagréable et qui constituent le résidu séparé de l'huile par centrifugation des mouts huileux. Les margines sont dans la plupart des cas déversées dans le milieu naturel spécialement dans les cours d'eau, les oueds et les fleuves et à cause de leur pH très acide, grande teneur en polyphénols et en matière grasse, elles présentent un problème de pollution majeur en Algérie et dans la plupart des pays méditerranéens (Medjahdi., 2016).

Le sol, est le premier compartiment affecté par ce déchet vu qu'il constitue le support sur lequel des grignons sont stockés sans aucun traitement préalable. L'épandage direct des effluents d'huileries d'olive provoque un colmatage du sol, et une diminution de sa qualité. Ces déchets sont à l'origine du changement des caractères physiques et chimiques du sol, de même, les substances toxiques contenues dans ces effluents se fixent dans cette dernière et d'autres substances sont toxiques aux plantes (Achak et al., 2008 ;Magdich et al., 2002;).

En tant que pays producteur d'huile d'olive, l'Algérie est confrontée à la difficulté d'éliminer ce sous-produit en raison des quantités considérables qui sont produites à chaque saison et stockées en permanence. Malheureusement, ces déchets n'ont jusqu'à présent pas bénéficié de l'attention souhaitée.

Ainsi, il est devenu essentiel de mettre en valeur ces résidus inexploités en Algérie afin d'éviter une contamination de plus en plus importante des sols et des eaux.. La présence de nombreux polyphénols à une DCO (demande chimique en oxygène) et carbone organique totale élevée explique la toxicité du grignon d'olive, qui en fait des composés résistants à la dégradation naturelle.

L'objectif de notre travail est d'étudier l'impact de l'épandage des margines et des grignons sur la qualité des eaux de drainages des sols agricoles. Le travail est structuré comme suit :

- Un premier chapitre, qui englobe une synthèse bibliographique, où nous avons développé les points suivants : quelques généralités sur l'oléiculture ; généralités sur les sous-produits oléicole (grignon d'olive et les margines), leur caractéristiques, leur impact sur l'environnement et leur valorisations; l'impact de l'épandage des grignons et des margines sur l'environnement et la pollution des eaux de surface.
 - Un deuxième chapitre présente le matériel et les méthodes utilisées.
 - Un troisième chapitre qui présente les résultats obtenus ainsi que leurs discussions.

En fin du manuscrit, une conclusion générale et des perspectives de recherche dans la thématique abordée.

SYNTHÈSE

BIBLIOGRAPHIQUE



I.1. Généralités sur l'oléiculture

I.1.1. Définition

L'oléiculture est la culture de l'olivier (*Olea europaea*) dans le but de produire de l'huile d'olive. C'est une activité agricole ancestrale, principalement développée dans les régions méditerranéennes où le climat est propice à la culture de cet arbre fruitier (Besnard et al., 2013).

Selon Deffontaines (2019), l'oléiculture comprend l'ensemble des techniques de culture, de récolte et de transformation des olives en huile d'olive. Elle constitue une composante essentielle de l'économie et de l'identité culturelle de nombreux pays méditerranéens, notamment l'Espagne, l'Italie, la Grèce et le Maroc (Loumou & Giourga, 2003).

I.1.2. Oléiculture en Algérie

L'olivier est l'un des arbres fruitiers méditerranéens qui occupe une place importante dans l'économie agricole, dont, la superficie dédiée au secteur oléicole, qui se répartie dans plusieurs régions : Tizi-Ouzou, Béjaia, Bouira, Boumerdas. La plupart des oliveraies sont situées dans des zones de montagne, sur des terrains accidentés et marginaux, peu fertiles. Le reste des oliveraies sont situées dans les plaines occidentales du pays. La superficie dédiée au secteur oléicole est de 450 000 hectares. La production de l'huile d'olive a enregistré, durant la campagne 2015/2016, le niveau le plus élevé qui atteint plus de 9000 000 hl à travers le territoire national, soit une croissance de 25% comparativement à la campagne écoulée (MADR, 2016). La production d'olive destinée à l'huile a connu une évolution considérable, plus de 470 000 tonnes au cours de cette campagne (MADR, 2016).

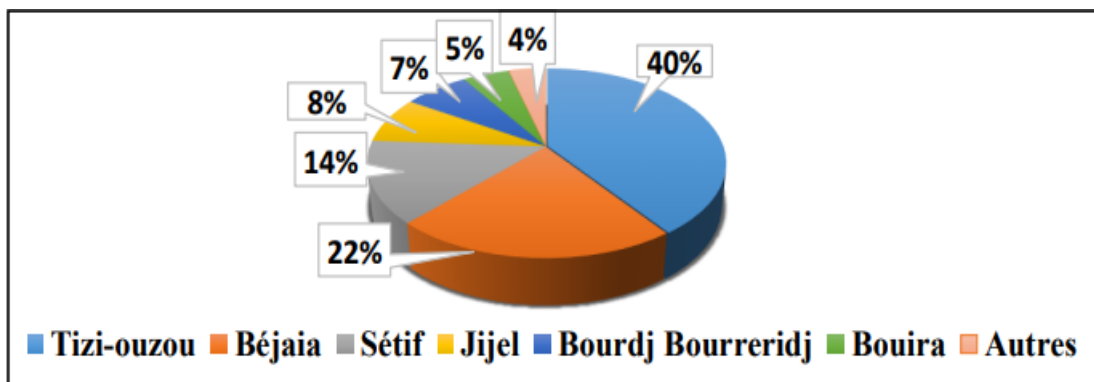


Figure 1 : Zones géographiques oléicole en Algérie (HADJOU et al., 2013).

I.1.3. Importance de l'oléiculture

L'oléiculture, c'est-à-dire la culture de l'olivier dans le but de produire de l'huile d'olive, revêt une importance majeure à plusieurs niveaux :

I.1.3.1. Importance économique

L'huile d'olive est un produit agricole de grande valeur économique. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la production mondiale d'huile d'olive s'élevait à plus de 3 millions de tonnes en 2020 (FAO, 2021). Les pays méditerranéens comme l'Espagne, l'Italie et la Grèce sont les principaux producteurs mondiaux.

I.1.3.2. Importance sociale et culturelle

La culture de l'olivier fait partie intégrante de l'identité culturelle et du patrimoine des régions méditerranéennes (Loumou & Giourga, 2003). Elle constitue une activité agricole traditionnelle, source de revenu et d'emploi pour de nombreuses communautés rurales (Deffontaines, 2019).

I.1.3.3. Importance environnementale

Les oliveraies jouent un rôle important dans la préservation des écosystèmes méditerranéens, en contribuant à la biodiversité et à la lutte contre l'érosion des sols (Sanz-Cortés et al, 2000). De plus, l'oléiculture s'inscrit dans une dynamique d'agriculture durable, grâce à des pratiques respectueuses de l'environnement (Boggia et al., 2011).

I.1.4. Répartition géographique de la culture de l'olivier

I.1.4.1. Bassin méditerranéen

C'est la région de production d'huile d'olive la plus importante au monde. Les principaux pays producteurs sont :

- Espagne : premier producteur mondial avec environ 45% de la production mondiale (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022).
- Italie : deuxième producteur mondial avec environ 15% de la production (ISTAT, 2022).
- Grèce : troisième producteur mondial avec environ 12% de la production (ELSTAT, 2022).

- Tunisie, Maroc, Turquie, Algérie et Portugal sont également des pays majeurs dans la production oléicole méditerranéenne (FAO, 2021).

I.1.4.2. Amérique du Nord et du Sud

Bien que de moindre importance, on trouve également des cultures d'oliviers dans certaines régions d'Amérique du Nord (Californie) et d'Amérique du Sud (Argentine, Chili) (Barranco et al., 2010).

I.1.4.3. Australie et Nouvelle-Zélande

Ces pays ont également développé des productions oléicoles ces dernières décennies, grâce à des conditions climatiques favorables.

I.1.4.4. Asie

La culture de l'olivier reste marginale dans cette région, à l'exception de la Turquie qui fait partie des grands producteurs mondiaux (FAO, 2021).

I.1.5. Enjeux économiques, sociaux et environnementaux liées à la culture de l'olivier

I.1.5.1. Enjeux économiques

L'olivier est une culture à forte valeur ajoutée, générant des revenus importants pour les producteurs.

La production d'huile d'olive représente un secteur économique majeur dans les pays méditerranéens, générant des milliards d'euros de chiffre d'affaires annuel (Ministerio de Agricultura, 2022 ; ISTAT, 2022).

L'exportation d'huile d'olive est un enjeu économique crucial pour plusieurs pays, comme l'Espagne, l'Italie et la Grèce (EUROSTAT, 2021).

I.1.5.2. Enjeux sociaux

La culture de l'olivier joue un rôle central dans la culture et les traditions de nombreuses régions méditerranéennes (Mili, 2006).

Elle fournit des emplois directs et indirects à des millions de personnes dans le monde, notamment dans des zones rurales (Barranco et al., 2010).

Le maintien de cette activité agricole ancestrale contribue à la vitalité et à l'attractivité des territoires oléicoles (Mili, 2006).

I.1.5.3. Enjeux environnementaux

L'olivier est une culture pérenne qui contribue à la préservation des paysages méditerranéens et de la biodiversité (Sanz-Cañada & Macías, 2005).

La production d'huile d'olive a un impact environnemental relativement faible comparé à d'autres cultures (Salomone & Ioppolo, 2012).

Cependant, la gestion des résidus de l'industrie oléicole (grignons, margines) reste un défi environnemental à relever (Roig et al., 2006).

I.1.6. Types d'huileries

La fabrication de l'huile nécessite diverses techniques et méthodes, ce qui entraîne la présence de diverses huileries.

I.1.6.1. Huileries traditionnelles

Une huilerie traditionnelle est un établissement où l'on produit de l'huile de manière artisanale, en utilisant des méthodes et des équipements traditionnels. Ces huileries sont souvent situées dans des régions rurales où la production d'huile est une activité traditionnelle et importante. Elles sont caractérisées par :

- Presse à vis : utilisent une presse à vis pour extraire l'huile à partir de graines ou de fruits oléagineux.
- Presse hydraulique : utilisent une pression hydraulique pour l'extraction de l'huile.
- Processus plus lent et plus artisanal.
- Nécessite généralement plus de main-d'œuvre.
- Rendements d'extraction plus faibles, généralement entre 60-80%.
- Qualité d'huile variable selon les procédés utilisés.
- Huile souvent de type "vierge" ou "première pression à froid".

I.1.6.2. Huileries modernes

Une huilerie moderne est un établissement de production d'huile qui utilise des technologies et des équipements avancés pour optimiser le processus de fabrication.

Caractéristiques d'une huilerie moderne :

- Extraction par solvant : utilisent des solvants chimiques pour extraire l'huile des graines oléagineuses.
- Extraction par extrusion : utilisent un procédé d'extrusion pour broyer et presser les graines afin d'en extraire l'huile.
- Extraction par centrifugation : utilisent la force centrifuge pour séparer l'huile des autres composants des graines.
- Processus plus automatisé et à plus haut débit.
- Nécessite moins de main-d'œuvre.
- Rendements d'extraction plus élevés, généralement entre 85-95%.
- Qualité d'huile plus standardisée, souvent raffinée.
- Huile de type "raffinée" ou "désodorisée".

I.1.6.3. Huileries super-presse

Les huileries super-presse sont des installations modernes qui utilisent des technologies avancées pour la production d'huile.

Elles sont équipées de presses mécaniques puissantes qui permettent d'extraire efficacement l'huile des matières premières.

Ces huileries sont souvent utilisées pour des volumes de production plus importants.

Elles offrent une meilleure efficacité et une plus grande rapidité de production par rapport aux huileries traditionnelles.

I.1.7. Procédés de l'extraction l'huile d'olive

L'huile d'olive est obtenue à partir du fruit de l'olivier grâce à des procédés d'extraction à plusieurs étapes, qualifiés de discontinus par pressage ou continus par centrifugation (horizontales et verticales) dans des industries oléicoles traditionnelles ou modernes.

La qualité de l'huile d'olive et le rendement d'extraction sont étroitement associés à la variété, la période de collecte, la durée de stockage des olives et le système d'extraction employé. L'utilisation de certaines préparations enzymatiques durant le processus d'extraction améliore la qualité de l'huile d'olive ainsi que le rendement d'extraction (MONTEDORO et al., 1993; PERES et al., 2014 ; PERES et al., 2017).

I.1.7.1 Préparation des olives pour l'extraction

Avant de procéder à l'extraction de l'huile d'olive, la première étape consiste à Nettoyez les olives en enlevant les tiges, les feuilles, les brindilles et autres débris. Ce Le nettoyage vise également à éliminer les pesticides et les poussières (SOUILEM et al., 2017). Les polluants légers sont ensuite éliminés par le flux d'air ou d'eau ainsi que les particules lourdes. Retombez dans le bain-marie. Le lavage est un point de contrôle critique car Une éventuelle contamination microbienne et des dommages physiques peuvent affecter olives (SOUILEM et al., 2017). Stockage à court terme des olives avant extraction L'huile peut réduire les propriétés sensorielles de l'huile d'olive en raison de changements dans l'huile Propriétés physicochimiques du CP (VICHI et al., 2015).

I.1.7.2. Procédé discontinu d'extraction par presse

Traditionnellement, et jusqu'à l'apparition des méthodes modernes d'extraction par centrifugation, la méthode d'extraction par pression était l'unique procédé d'obtention d'huile d'olive (Anonyme, 2000).

Le procédé d'extraction de l'huile d'olive le plus répandu et le plus ancien est le système discontinu par presse (figure 2). La pâte obtenue après broyage des olives est Étaler sur des disques de fibres empilés les uns sur les autres et placer dans la presse. Ces Les disques sont traditionnellement fabriqués à partir de fibres de chanvre ou de coco, ou Les matériaux synthétiques sont plus faciles à nettoyer et à entretenir (KAPELLAKIS et al., 2008).

La phase solide de la pâte d'olive est compactée par la pression exercée sur le disque, La phase liquide résultante, l'huile et l'eau végétale, furent ensuite restaurés. Pour plus de commodité séparez l'huile des autres phases et ajoutez une petite quantité d'eau. De plus, ce procédé produit également une portion solide appelée grignon d'olive contient de la pulpe d'olive, de la peau, de la moelle et de l'eau. Ce sous-produit est mélangé avec une émulsion qui contient l'huile d'olive, est séparé par décantation du reste des margines.

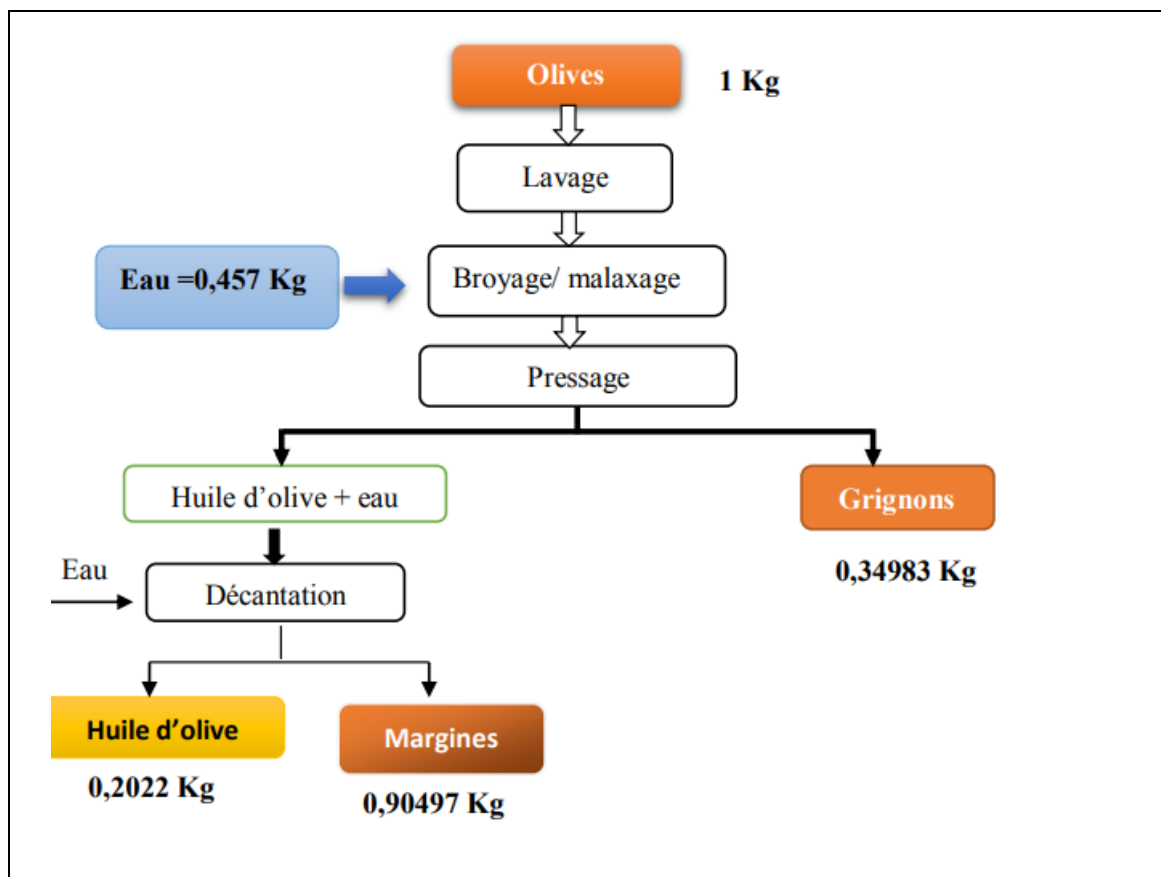


Figure 2. Système discontinu d'extraction de l'huile d'olive par presse DERMECHE et al., 2013).

I.1.7.3. Procédé continu d'extraction par centrifugation

Le procédé continu d'extraction de l'huile d'olive utilise un décanteur industriel où s'effectue le fractionnement des phases par centrifugation selon la différence de densité des composants de la pâte d'olives (huile, eau et résidus insolubles). La pâte d'olive, obtenue suite au broyage et malaxage automatique, peut être alors traitée soit par un décanteur centrifuge à deux phases, soit par un décanteur centrifuge à trois phases. Dans le système à deux phases, le produit est séparé en phase liquide (huile) et en phase solide (fragments des noyaux, pulpe et un concentra d'eau de végétation). Dans le système d'extraction à trois phases, le produit est séparé en phase liquide légère (huile), en phase liquide lourde (les margines) et en phase solide qui est le grignon (fragments de noyaux et pulpe). Cette dernière porte plusieurs appellations en Europe selon sa concentration, laquelle est étroitement associée aux volumes d'eau utilisées. Ainsi, les termes ou appellations "olive pomace, alperujo" européennes se réfèrent aux grignons humides pâteux

du système d'extraction à deux phases. Dans les deux systèmes à deux et à trois phases, la phase huileuse est récupérée par une séparation gravitationnelle (SOUILEM et al., 2017).

I.1.7.3.1. Procédé continu à trois phases

L'utilisation des installations d'extraction par centrifugation à trois phases (huile, margines et grignons) a commencé depuis les années 1970, avec l'application des nouvelles technologies dans le domaine de l'extraction de l'huile d'olive; cette conception moderne de l'extraction remplace le pressage traditionnel ; elle utilise des centrifugeuses horizontales appelées "décanteurs", ce qui améliore considérablement les rendements et la productivité des huileries). On dénombre actuellement plus d'une dizaine de maison de fabrication de ce type de matériel.

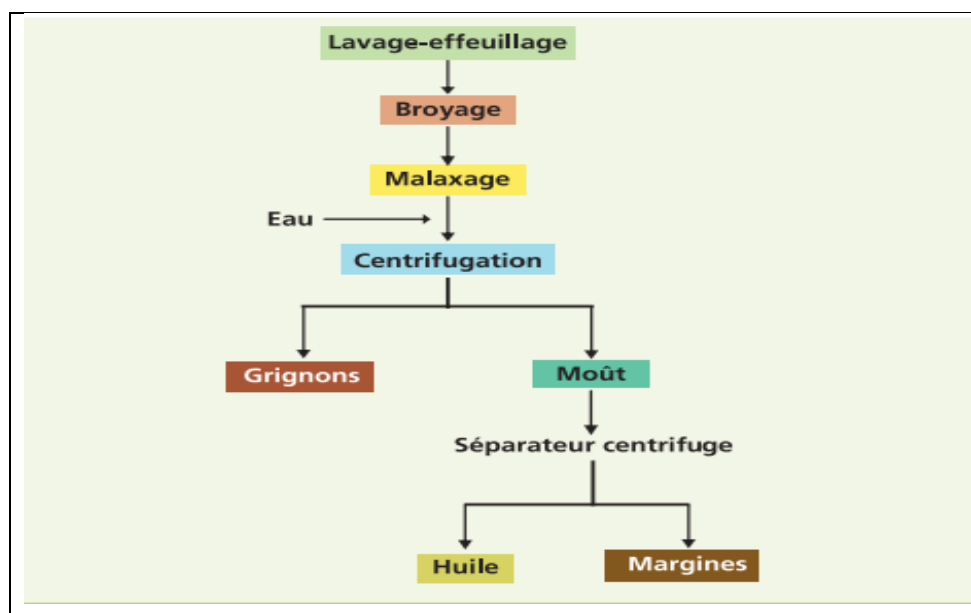


Figure3. Système continu d'extraction avec centrifugation à trois phases (DERMECHE et al., 2013).

I.1.7.3.2. Procédé continu à deux phases

La forte quantité de résidus générés au cours de l'extraction de l'huile d'olive (méthode à trois phases) ainsi qu'une législation relative au traitement et à la gestion des résidus d'huilerie dans certains pays de plus en plus exigeante ont renforcé le développement de nouvelles technologies et le nouveau système continu à deux phases. La principale nouveauté de ce système est qu'il permet l'élaboration d'huile d'olive vierge sans qu'il soit nécessaire d'ajouter de l'eau dans le "décanteur", pour cette raison, on n'observe pratiquement aucune génération de margine. Au cours de l'opération deux courants sont générés : l'un renferme l'huile, et l'autre contient la

majeure partie des solides ainsi que la presque totalité de l'eau de constitution, appelée grignon humide. L'huile directement obtenue dans le décanteur doit être soumise à une centrifugation plus énergétiquedans une centrifugeuse verticale afin d'être nettoyée (Anonyme, 2000). L'unité simple à deux phases est composée de: élévateur ou trémie, effeuilleuse, laveuse, broyeur électrique, cuve de pétrissage, centrifugeuse horizontale, vis d'écoulement des grignons, bac avec pompe et pré-filtre, filtre ou centrifugeuse verticale, remplisseuse d'huile.

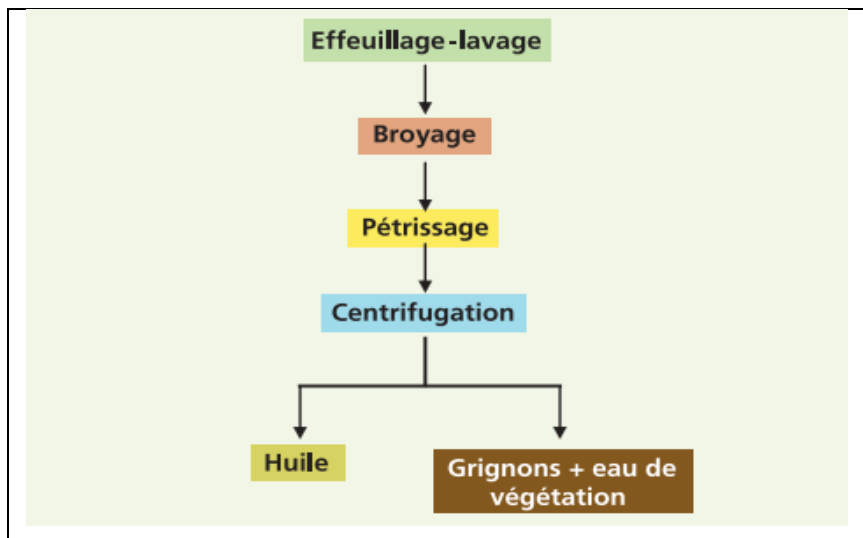


Figure 4. Système continu d'extraction avec centrifugation à 2 phases (DERMECHE et al., 2013).

I.2. Sous-produits oléicole

L'industrie oléicole engendre, en plus de l'huile comme produit principal, de grandes quantités de sous-produits feuilles, margine et grignon. Cent kg d'olive produisent en moyenne 35 kg de grignon et 100 litres de margine (CHIOFALO, 2004).

I.2.1. Grignon d'olive

I.2.1.1 Définition

Est un sous-produit du processus d'extraction de l'huile d'olive, issus de la première pression ou centrifugation (A.Nefzaoui., 1987). C'est un résidu solide composé des peaux, des résidus de la pulpe et des fragments des noyaux.

I.2.1.2 Les différents types de grignon

D'après la méthode d'extraction utilisée, les grignons sont classés en trois catégories (Nefzaoui, 1984) :

- **Grignon brut**

Il s'agit du résidu de la première extraction de l'huile par pression de l'olive entière, composé de morceaux de peau, de pulpe, de noyau et de graines, et il peut compter entre 25 et 50 % du poids des olives traitées. Elle varie en fonction de la qualité des olives et du processus. (Nefzaoui., 1987).

- **Grignon épuisé**

La différence entre les grignons épuisés réside principalement dans leur faible teneur en huile et leur faible teneur en eau, ce qui est le résultat du déshuilage des grignons bruts par solvant.

- **Grignon partiellement dénoyauté**

Le grignon partiellement dénoyauté se produit lorsque les débris de noyaux et la pulpe sont séparés partiellement par tamisage ou ventilation. Si son huile n'est pas extraite par un solvant, elle est qualifiée de grasse, tandis qu'elle est qualifiée d'épuisée.

1.2.1.3. Caractéristiques chimiques du grignon

D'une manière générale, la composition des grignons peut varier dans de très larges limites, selon le stade de maturité des olives triturées, le procédé d'extraction de l'huile ainsi que l'épuisement par les solvants. La composition des différents types de grignons en % de la matière sèche (A.Nefzaoui., 1984, 1985) est donnée dans le tableau 1.

Tableau1. Composition (%) chimique indicative des différents types de grignons (SANSOUCY 1991).

Type du grignon	Matières sèches	Matières minérales	Matières azotées	Cellulose brute	Matières grasses
Brut	75-80	3-5	5 -10	35-50	8-15
Gras partiellement dénoyauté	80-95	6-7	9-12	20-30	15-30
Epuisé	85-90	7-10	8-10	35-40	4-6
Epuisé partiellement dénoyauté	85-90	6-8	9-14	15-35	4-6
Pulpe grasse	35-40	5-8	9-13	16-25	26-33

- **Teneur en matières azotées totales**

En général, la concentration en matières azotées totales (MAT) des sous-produits de l'huilerie est faible (généralement inférieure à 10%). Selon plusieurs auteurs, le (tableau 2) présente la quantité de MAT des grignons bruts et épuisés.

Tableau 2. Composition moyenne en MAT des grignons d'olive brut et épuisé.

Type du grignon	Teneur en MAT/ matière sèche	Auteurs
Brut Epuisé	4.42-9.10% 10.38%	BROUSE ET LOUSSERT (1978)
Brut Epuisé	5.00-10.30% 12.40-16.20%	NEFZAOUI (1984)
Brut Epuisé	5.00-10.30% 8.00-10.00%	F.A.O. (1984)
Brut	0.96%	DONOSA ARCE (1986)
Olive entière	0.24%	CHEFTEL (1977)

- **Teneur en lipides**

Le taux est assez élevé (6 à 11%), et reste variable en fonction du mode d'extraction .la matière grasse du grignon est très riche en acides gras insaturés C16 et C18, qui représentent 96% du total des acides gras (Nefzaoui , 1987).

- **Teneur en cellulose**

Les grignons non dénoyautés présentent un taux élevé de cellulose brute. En utilisant le dénoyautage partiel, cette quantité diminue considérablement (tableau 1), même si la pulpe pure contient environ 20% de cellulose brute.

- **Teneur en cendres**

Elle est faible (inférieure à 10%), l'excédent est généralement dû à la contamination au contact du sol.

1.2.1.4. Impact de grignon d'olive sur l'environnement

Malgré les différentes voies de valorisations, les grignons sont stockés dans l'environnement immédiat du moulin avant d'être brûlés ou stockés est souvent rejetés dans l'environnement sans réel traitement préalable. Ces déchets sont toxiques et peuvent contaminer les sols, les nappes phréatiques et les cours d'eau. La composition chimique de ce déchet en particulier le

rapport 'Carbone/Azote' élevé et les polyphénols ont fait de ce sous-produit est difficilement valorisable individuellement, il a donc fallu trouver des associations permettant d'obtenir des produits ou sous-produits ayant des propriétés physiques et chimiques intéressantes pour des procédés les transformant en produits facilement utilisables (Boukria, 2018).

La majorité des grignons sont rejetés dans la nature et de la source de pollution. Ils peuvent être contaminés par des champignons, ou bien ils rejettent des substances toxiques dans l'environnement. Les toxines fongiques ou les composés poly phénoliques qui résistent à la dégradation bactérienne peuvent se lixivier, menaçant ainsi la santé humaine et l'environnement. Plusieurs sources d'eau ont été contaminées (Saoudi., 2017).

I.2.1.5. Valorisation de grignon d'olive

Le grignon d'olive est une ressource renouvelable, qui peut occasionner de la pollution à cause de sa teneur en matière organique, si elle n'est pas valorisée. Pour ce faire différentes voies de valorisation existent (Atmane et Bareche, 2017).

- **Utilisation du grignon d'olives en alimentation animale :**

D'après la littérature, il a montré que la consommation des grignons (brut) d'olives peut occasionner chez l'animal un ralentissement de la croissance, conséquence d'une mauvaise utilisation digestive et métabolique. Leur mauvaise utilisation digestives et métaboliques seraient principalement dues à leurs forts degrés de lignification et aux processus technologique d'extraction de l'huile (Les grignons subissent souvent des échauffements élevé) (Amrani., 2010).

- **Utilisation du grignon comme combustible :**

C'est l'application la plus courante dans la majorité des pays producteurs de l'huile d'olive. Traditionnellement, le grignon est utilisé à l'échelle domestique ou dans les huileries pour la production de chaleur lors du processus d'extraction. De nos jours, il se trouve des applications comme combustible dans les chaudières centrales et à lit fluidisé pour générer de l'énergie électrique (Amrani., 2010)

- **Utilisation du grignon d'olives comme fertilisant :**

L'épandage directe du grignon comme fertilisant est à éviter car le grignon est un sous-produit difficilement dégradable à cause de sa richesse en lignine et à sa phytotoxicité. Pour pouvoir

l'utiliser comme fertilisant, il est recommandé de lui faire subir un compostage qui génère une matière organique stabilisée non phytotoxique (Amrani., 2010).

I.2.2. Margines

I.2.2.1. Définition

Les margines sont un liquide résiduel aqueux trouble, d'un brun rougeâtre à un noir selon l'état de dégradation des composants phénoliques et des olives dont ils sont issus, son parfum est plaisant, sa saveur amère. La composition du liquide a changé par rapport à l'eau métabolique du fruit, mais elle a été diluée par les eaux de lavage.

Les margines sont composées de 40 à 50% de l'eau végétal qui provient du fruit (olive) et le reste de l'eau de fabrication ajoutés lors de processus de trituration (AISSAM, 2003).

Elles sont caractérisées par un pH acide (3-5) et une très grande conductivité électrique et les composés fondamentaux des margines sont l'eau (83 - 96 %), les matières organiques (3,5 – 15 %) et de sels minéraux (0,5 – 2 %) (IBOUKHOULEF, 2014).

I.2.2.2. Composition générale de la marge

La marge est un liquide d'aspect trouble, de coloration brun-rougeâtre à noire. Leur odeur rappelle celle de l'huile d'olive, mais elle peut devenir gênante lors de phénomènes de rancissement ou de fermentation (A.Ranalli., 1991).

La composition générale des margines est dans le tableau suivant :

Tableau 3: Composition des margines (Sousoucy R, 1983, FAO)

Composant	Teneur en %
Eau	83-88
Matières organiques	10-15
Matière minérales	1,5-2
Matières azotées totales	1,25-2,4
Matières grasses	0,08-1
Polyphénols	1-1,5

I.2.2.3. Caractéristiques physico-chimiques

En général, la description physico-chimique des margines dépend des méthodes et des systèmes utilisés pour extraire l'huile d'olive et varie d'un pays à l'autre. Les margines ont généralement une composition chimique extrêmement complexe et différent. Le tableau ci-dessous montre les caractéristiques physico-chimiques des margines selon (Amirantes).

Tableau 4 : Caractéristiques biologique des margines (Amirantes., 1999).

Les paramètres physico-chimiques	Valeurs
pH	4.9à 5.9
Turbidité	140
Couleur	Coloration brun rougeâtre
Conductivité	18 et 50 mS.cm-1
température	ambiante

I.2.2.4. Valorisation des margines

La valorisation des margines, est importante pour réduire leur impact environnemental et économique, pour cela trouver des techniques adéquates pour la valorisation est nécessaire comme :

- **Production du biogaz :**

L'opération de processus de digestion anaérobiques permet par des réactions biochimiques de transformer 85% des substances organiques en biogaz pour donner 65-70% de méthane et de CO₂ (LOULAN., 1987). Le méthane sera utilisé comme un moyen thermique ou sera reconverti en énergie électrique (NEFZAOUI., 1991).

- **Valorisation agronomique :**

Les margines peuvent être utilisées pour obtenir un composte fertilisant pour le sol. La technique consiste à ajouter aux margines toutes sortes de résidus secs, agricoles ou forestiers et le subit une fermentation aérobie-anaérobie. Ensuite un séchage partiel et un conditionnement sous forme de pellette son effectués (BOUDOUKHANA., 2008).

- **Valorisation des margines par récupération de quelques composants :**

L'expérience dans ce domaine est très récente. Il s'agit, en particulier de la récupération des composants aromatiques et phénoliques et des solutions de glucides. La fraction de margine

dépourvue de ces composants peut être utilisée pour la production de biomasse (BENHAYOUN et al., 2007).

I.2.2.5. Impact des margines sur l'environnement

Ces effluents constituent un grave problème avec un impact négatif sévère sur la qualité des sols et de l'eau, et donc sur l'environnement et l'agriculture (KHOUFI et al., 2007).

Le rejet des effluents des industries productrices d'huiles d'olive est un problème majeur surtout dans les pays du bassin méditerranéen. Ces eaux fortement polluées causent de sérieux dégâts environnementaux (BENYAHIA et ZIEN, 2003)

I.2.2.5.1. Pollution des eaux

Les effluents d'huileries d'olive sont peu dégradables à cause des substances phytotoxiques et antimicrobiennes (phénols, acides gras, etc.) qu'ils contiennent. Souvent rejetés dans des récepteurs naturels sans aucun traitement préalable, les effluents d'huileries d'olive nuisent fortement à la qualité des eaux de surfaces. La coloration des eaux naturelles due aux tannins est l'un des effets les plus visibles de la pollution. La très forte charge en DCO et surtout en DBO empêche les eaux de s'auto épurer et la pollution peut s'étendre sur de très longues distances (MEBIROUK., 2002).

I.2.2.5.2. Pollution du sol

Epandues sur les sols, les margines diminuent la qualité des sols. Les substances toxiques contenues dans ces eaux se fixent dans les sols. Certaines de ces substances telles que les phénols peuvent inhiber l'activité microbienne du sol, d'autre, des résidus de pesticides notamment, sont nocives aux plantes (Benyahia et Zien., 2003).

I.2.2.5.3. Pollution de l'air

Causée généralement par la décomposition de ces effluents. La forte teneur en sels des margines (200 fois plus élevé que les eaux urbaines), leur forte charge organique et leur acidité sursaturent les milieux récepteurs et engendrent des conditions d'anaérobiose adéquates au dégagement d'odeur désagréable liée à la formation d'hydrogène sulfureux (H₂S) lors du processus de fermentation (Yahyaoui., 2012).

I.3. Impact de l'épandage des grignons et des margines sur l'environnement

L'épandage des grignons et margines, qui sont des déchets produits lors de l'extraction de l'huile d'olive, peut avoir des effets positifs, mais aussi négatifs sur l'environnement et nécessite une gestion appropriée.

I.3.1. Les effets positifs de l'épandage des grignons et margines sur l'environnement

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

Les margines contiennent une forte concentration de matière organique et certains éléments nutritifs, en particulier le potassium, qui pourrait être utilement utilisé pour améliorer les propriétés physico-chimiques et biologiques, puis la fertilité et la productivité du sol (Roig et al., 2006).

Le grignon d'olive humide est un matériau organique lignocellulosique et pourrait être commodément réutilisé dans l'agriculture. L'application de grignons humides induit une amélioration générale de la fertilité du sol (Cucci et al., 2008).

Les grignons bruts ont été utilisés pour extraire l'huile encore présente afin de produire du savon et rendre les déchets solides plus secs (Amic et Dalmaso, 2013).

I.3.2. Effets négatifs de l'épandage des grignons et margines sur l'environnement

L'épandage des grignons et des margines peut entraîner de divers problèmes sur l'environnement :

I.3.2.1. Pollution des eaux

Les margines posent de sérieux problèmes de pollution par leur concentration élevée en matières organiques et en poly phénols, souvent rejetées dans les eaux des fleuves elles

représentent ainsi une charge de pollution importante, considérer comme une source d'inquiétude pour la région. (Touahar et al, 2022).

Lorsque le grignon est épandu sur les terres agricoles, il peut être entraîné par les pluies et les eaux de ruissellement vers les cours d'eau et les nappes phréatiques. Cela peut entraîner une pollution de l'eau en raison de la libération de substances chimiques contenues dans le grignon, telles que les résidus d'huile et les composés organiques. (TOUT SERT RIEN NE SE PERD. L'HUILE D'OLIVE EN TUNISIE).

I.3.2.2. Pollution des sols

Les margines sont souvent épandues de manière incontrôlée sur les sols agricoles ou stockées dans les cuvettes, exposant ainsi les systèmes eau sol-plante à une pollution inéluctable.

L'épandage des margines engendre une augmentation de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) du sol, en particulier dans la couche supérieure du sol (Yaakoubi, et al, 2010).

La forte acidité des effluents a un impact négatif sur le sol et ses constituants. La microflore bactérienne du sol peut être détruite suite à l'acidification du milieu. En effet, épandues sur les sols, les margines diminuent la qualité des sols. Les substances toxiques contenues dans ces eaux se fixent dans les sols. Certaines de ces substances telles que les phénols à forte concentration peuvent inhiber l'activité microbienne du sol, d'autres, des résidus de pesticides notamment, sont nocives aux plantes.

L'épandage du grignon peut entraîner une accumulation excessive de matières organiques dans les sols, ce qui peut perturber l'équilibre biologique et chimique du sol. Cela peut entraîner une diminution de la fertilité des sols et une dégradation de la qualité du sol. (TOUT SERT RIEN NE SE PERD. L'HUILE D'OLIVE EN TUNISIE).

L'épandage des margines généralement engendre une augmentation des abondances des différents groupes microbiens (El Hassani et al. 2005).

I.4. pollution des eaux de surface

La pollution des eaux de surface est un problème environnemental majeur qui affecte les lacs, les rivières, les estuaires et les océans. Cette pollution provient de diverses sources.

I.4.1. Définition

La pollution des eaux de surface fait référence à la contamination des lacs, des rivières, des estuaires et des océans par des substances ou des facteurs physiques qui dégradent la qualité de

l'eau et nuisent aux écosystèmes aquatiques, à la santé humaine et aux **activités** économiques qui dépendent de ces ressources en eau (UNEP, 2016).

I.4.2. Principales sources de pollution des eaux de surface

I.4.2.1. Pollution agricole

La contamination des eaux de surface est surtout due à de mauvaises pratiques agricoles. Celles-ci comprennent l'utilisation excessive d'engrais pour des rendements élevés, les pratiques d'irrigation et d'utilisation des pesticides. (RAN,L., et al, (2017).

a. Engrais et pesticides

- Apport excessif d'engrais azotés et phosphatés qui s'écoulent dans les cours d'eau (Carpenter et al., 1998).
- Utilisation intensive de pesticides qui contaminent les eaux de surface par ruissellement (Gilliom, 2007).
- Eutrophisation des plans d'eau due aux nutriments, développement d'algues nuisibles (Smith, 2003).

b. Érosion des sols

- Érosion des sols agricoles par les pluies et le vent, transport de sédiments vers les rivières (Pimentel, 1995).
- Colmatage des cours d'eau, diminution de la qualité de l'eau (Newcombe & MacDonald, 1991).

c. Déjections animales

- Lessivage des effluents d'élevage par les pluies, apport de matière organique et de nutriments (Tamminga, 2003).
- Risque de contamination microbiologique des eaux (Hooda et al., 2000).

I.4.2.2. Pollution liée aux transports

a. Déversements accidentels d'hydrocarbures.

- Déversements lors du transport maritime, fluvial ou routier de produits pétroliers (Patin, 1999).

- Dommages graves sur les écosystèmes marins et côtiers (Patin, 1999).

b. Résidus de carburant.

- Ruissellement des résidus de carburants sur les surfaces imperméables (Makepeace et al., 1995).
- Contamination chronique des eaux de surface par les hydrocarbures (Makepeace et al., 1995).

1.4.2.3. Pollution industrielle

a. Rejets de déchets

- Déversement de déchets industriels liquides, solides ou gazeux directement dans les rivières (Schwarzenbach et al., 2010).
- Présence de substances toxiques, métaux lourds, composés organiques (Schwarzenbach et al., 2010).

b. Déversements d'huiles et de métaux lourds

- Fuites d'huiles et de carburants des sites industriels (Leeuwen, 1990).
- Rejet de métaux lourds (mercure, plomb, cadmium) par certaines industries (Förstner & Wittmann, 1981).
- Bioaccumulation dans la chaîne alimentaire aquatique (Förstner & Wittmann, 1981).

1.4.2.4. Pollution urbaine

a. Eaux usées domestiques

- Rejets d'eaux usées non traitées, charge organique et microbiologique élevée (Tchobanoglous et al., 2003).
- Eutrophisation et risques sanitaires pour les populations (Tchobanoglous et al., 2003).

b. Déchets solides

- Déchets sauvages qui finissent dans les cours d'eau.
- Pollution visuelle et risque d'obstruction des voies navigables (WWF, 2021).

c. Déversements d'hydrocarbures

- Fuites de carburants, huiles usagées, déversements accidentels.
- Impacts sur les écosystèmes aquatiques et les activités économiques (Leeuwen, 1990).

I.4.3. Conséquences de la pollution des eaux de surface

I.4.3.1. Impacts sur les écosystèmes aquatiques

a. Perturbation de la chaîne alimentaire

- Bioaccumulation de polluants dans les organismes aquatiques (Schwarzenbach et al., 2010).
- Diminution de la biodiversité et déséquilibre des écosystèmes (Carpenter et al., 1998).

b. Eutrophisation

- Excès de nutriments entraînant le développement excessif d'algues et de plantes aquatiques (Smith, 2003).
- Appauvrissement en oxygène dissous, asphyxie de la faune aquatique (Smith, 2003).

c. Toxicité pour la vie aquatique

- Présence de substances chimiques toxiques (métaux lourds, pesticides).
- Mortalité des organismes sensibles, perturbation des écosystèmes.

I.4.3.2. Impacts sur l'environnement à long terme

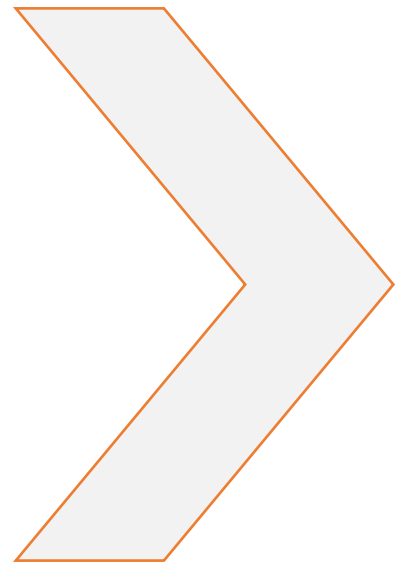
a. Accumulation dans les sédiments

- Stockage de polluants persistants dans les sédiments des cours d'eau.
- Libération progressive des polluants, contamination chronique.

b. Contamination des nappes phréatiques

- Infiltration des polluants des eaux de surface vers les eaux souterraines.
- Risque de pollution des ressources en eau potable.
- Changements climatiques.
- Émissions de gaz à effet de serre liées à certaines formes de pollution (ex : méthane des zones eutrophes).
- Aggravation des impacts des changements climatiques sur les écosystèmes aquatiques.

MATERIEL
ET
METHODES



II. Matériel et méthodes

II.1. introduction

Notre travail a été mené dans le laboratoire des sciences du sol et le laboratoire de traitement des eaux du département des sciences agronomiques. L'expérimentation a porté sur l'étude de l'effet de l'épandage des grignons sur la qualité des eaux de drainages des sols agricoles

II.2. Mise en place du protocole expérimental

II.2.1. Préparation du sol

Le sol utilisé dans cette expérience a été prélevé sur une parcelle agricole de Boumerdès dont les caractéristiques physico-chimique sont portées au tableau 1. Le sol, a été homogénéisé, puis réparti selon les pots avec un poids déterminé.

Tableau 5 : caractéristiques physico-chimiques du sol utilisé. (Cherfouh et al., 2018)

paramètres	Unité	S-TW
Argile	%, w/w	21.6
Limon	%, w/w	51.3
Sable	%, w/w	27.2
Pd	g cm ⁻³	1.4
CEC	meq 100 g ⁻¹	11.4
SOC	%, w/w	1.1
N total	%, w/w	0.1
C/N	/	13.2
pH	/	7.2
EC _{sp}	μS cm ⁻¹	643
SAR	(mmolc L ⁻¹) ^{0.5}	1.2
ESP	/	1.3
EC1:10	μS cm ⁻¹	27

II.2.2. Préparation des différentes doses de grignon

Deux types de grignon de deux huileries différentes ont été utilisés dans cette expérience. Les deux types du grignon utilisés sont :

- Le grignon traditionnel : d'une huilerie traditionnelle située à Makouda (Zaouia).
- Le grignon moderne : d'une huilerie moderne située à Azazga (Tizi ousou).

Les doses de grignons ont été pesées selon les doses d'épandage sur le terrain par rapport à une surface de 1ha (Tableau 7).

Tableau 6 : Les différentes doses de grignons testées

Témoin	0 (sans grignon)
Dose 1	30T/H
Dose 2	60T/H
Dose 3	90T/H
Dose 4	120T/H

II.2.3. Préparation de l'eau d'irrigation

L'eau utilisée dans l'expérience est une eau du robinet du laboratoire, avec un pH et une conductivité mesuré.

II.3. Présentation du matériel utilisé

Le matériel utilisé est le suivant :

- Des pots de diamètre de 16cm et de la longueur de 14 cm.
- Des éprouvettes de 50ml.
- Appareil a filtration sous vide en verre par raccord rodé.
- Une balance de 1000g.
- Un tamis de \leq a 2mm.
- Une étuve.
- Un bain marie.
- Une pissette.
- Un conductimètre
- Un pH mètre.
- Un spectrophotomètre.
- Un turbidimètre.

II.4. Préparation des pots

La première étape de cette expérience est la construction des échantillons on suivant les étapes qui suit :

II.4.1. sol

Pour préparer le sol qu'on va utiliser pour construire des échantillons, nous allons en premier prendre le sol prélevé a Boumerdès, ensuite à l'aide d'un objet dur (une pierre) on vient casser les grands agrégats du sol pour éviter la formation des by-pass. Lors du versement du sol dans les pots et pour assurer une bonne infiltration de l'eau lors de l'irrigation.

II.4.2. Préparation du grignon d'olives

Le grignon que nous allons utiliser doit être sec, pour le sécher on peut le laisser à l'aire ou on peut utiliser une plaque chauffante pour un résultat plus rapide.

Une fois le grignon est sec on vient calculer le pourcentage des particules fines $\leq 2\text{mm}$ présentes dans les deux types de grignon.

II.4.3. Dispositif expérimental

- 45 pots de diamètre de 16cm et 14 cm de longueur.
- Peser une quantité du sol de 1200g dans chaque pot.
- Identification des pots selon le schéma (figure 5).
- La figure (6) illustre les étapes de mise en place des pots selon les doses et le type de grignon.

T1					T2					T3					T4					T5																			
C1.1	C1.2	C1.3	C1.4	C1.5	D1.1	D1.2	D1.3	D1.4	D1.5	C2.1	C2.2	C2.3	C2.4	C2.5	D2.1	D2.2	D2.3	D2.4	D2.5	C3.1	C3.2	C3.3	C3.4	C3.5	D3.1	D3.2	D3.3	D3.4	D3.5	C4.1	C4.2	C4.3	C4.4	C4.5	D4.1	D4.2	D4.3	D4.4	D4.5

Figure 5. Dispositif expérimental et Identification des pots.



Figure 6 : illustration étapes de construction des échantillons.

II.4.4. Irrigation des pots

Après l'étape de la préparation des pots remplissage avec du sol et ajout des doses de grignons l'irrigation a été faite avec la même quantité d'eau répartie par fraction de 50ml.

Le filtrat et par la suite récupéré dans une bouteille et stocké au frigo. La figure 7, représente le dispositif construit au labo pour récupérer les eaux de drainages.



Figure 7 : illustration des étapes d'irrigation

II.5. Paramètres analytique de suivi

II.5.1. Granulométrie des grignons

Il s'agit de déterminé dans les échantillons de grignon la proportion de la fraction fine (inférieure à 2 mm) et de la fraction supérieure à 2 mm. Ces fractions sont déterminées par la pesée et après séchage des grignons d'olives.

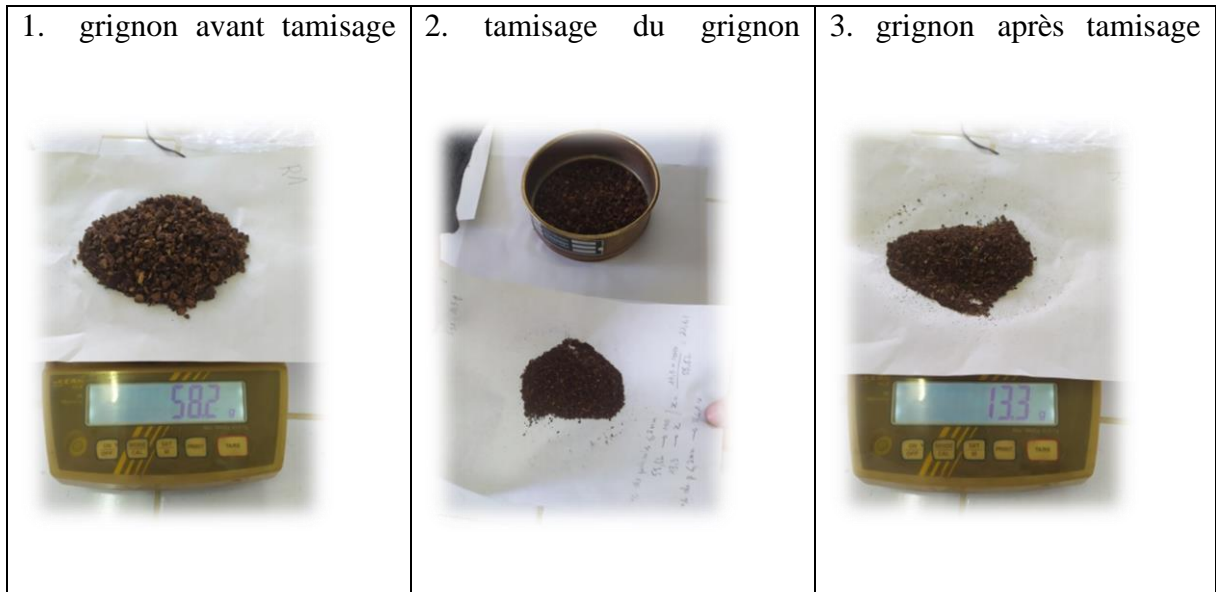


Figure 8. Étapes suivies pour calculer les particules de grignon ≤ 2 .

II.5.2. Conductivité électrique(C.E)

La conductivité est la mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique en raison de la présence dans l'eau d'atomes ou de molécules porteuses de charges électriques (HADE, 2002). Elle est liée à la nature des substances dissoutes.

La détermination de la conductivité se fait sur un extrait de l'échantillon à l'aide d'un conductimètre selon le mode opératoire suivant :

- Verser 20 ml d'eau de drainage dans une éprouvette.
- Plonger l'électrode de conductimètre dans l'éprouvette.
- Attendre la stabilité de l'appareil.



Figure 9. Mesure de la conductivité par un conductimètre.

La conductivité électrique des grignons a été mesurée avec le mode opératoire suivant:

- Introduire 10g de grignon dans 50 ml d'eau distillée (rapport 1/5).
- Filtrer la solution aqueuse.
- Mesurer la CE à l'aide du conductimètre

II.5.3. Mesure du pH

La mesure de pH est faite à l'aide d'un pH-mètre selon le mode opératoire suivant :

- Ajouter 20 ml de filtrat dans une éprouvette de 25ml.
- Plonger l'électrode de pH-mètre dans l'éprouvette.
- Lire la valeur du pH après stabilité de la mesure.



Figure 10. Mesure du pH par un pH mètre.

Le pH des grignons :

- Introduire 20g de grignon dans 25 ml d'eau distillée (rapport 1/2.5).
- Filtrer la solution aqueuse.
- Mesurer le pH à l'aide du pH-mètre après stabilité de la mesure

II.5.4. Mesure du phosphore

Le phosphore, naturellement peu présent dans l'eau, cesse d'être un facteur limitant et, au contraire, favorise la prolifération algale qui est l'un des principaux signes de l'eutrophisation des eaux.

La mesure de phosphore est faite à l'aide d'un spectrophotomètre UV-1900i à une longueur d'onde de 660nm selon le mode opératoire suivant :

II.5.4.1. Préparation des solutions

- Solution de NaHCO_3 :
 - Peser 42g de bicarbonate de soude et verser les dans 1 litre d'eau distillée à 0.5M.
 - Ajuster le pH à 8.5 avec de l'hydroxyde de sodium (NaOH) 1n.
- Réactif chloromolibdique :
 - peser 25g de molybdate d'ammonium+200ml d'eau distillée chaude +275ml d'Hcl dans 475ml d'eau distillée.
 - Laisser refroidir puis ajuster à 1000ml avec l'eau distillée.
- Acide ascorbique :
 - Peser 1g d'acide ascorbique dans 100ml d'eau distillée.
- La solution étalon d'ortho phosphates :
 - introduire 0.43g de phosphates mono potassique(KH_2PO_4) dans une fiole de 1000ml, pour obtenir une solution à 100mg de P/l.
 - dans une fiole de 200ml, introduire 10ml de cette solution et compléter avec de l'eau distillée pour obtenir une solution à 5mg P/l.



Figure 11. Solutions préparés pour mesure le phosphore.

II.5.4.2. Préparation de la gamme étalon

Tableau 7 : courbe d'étalonnage du phosphore.

N° de la fiole	0	1	2	3	4	5	6
V de KH_2PO_4	0	0.5	1	2	4	6	8
Solution de NaHCO_3	5	5	5	5	5	5	5
Réactif chloromolybdique	5	5	5	5	5	5	5
Acide ascorbique	1	1	1	1	1	1	1
Eau distillée	14	13.5	13	12	10	8	6
Concentration finale en mg/l	0	0.1	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6



Figure 12. La gamme étalon (pour le phosphore).

II.5.4.3. Mode Opérateur

- Filtrer le l'échantillon (filtrat) en utilisant un papier filtre.
- Introduire dans une fiole 5ml de filtrat après filtration.
- Ajouter 5ml de réactif chloromolybdique.
- Laisser dégager le CO₂.
- Ajouter 1ml de solution d'acide ascorbique.
- Compléter le volume par l'eau distillée.
- Les mettre 10min au bain marie.
- Passer à la colorimétrie à 660nm.

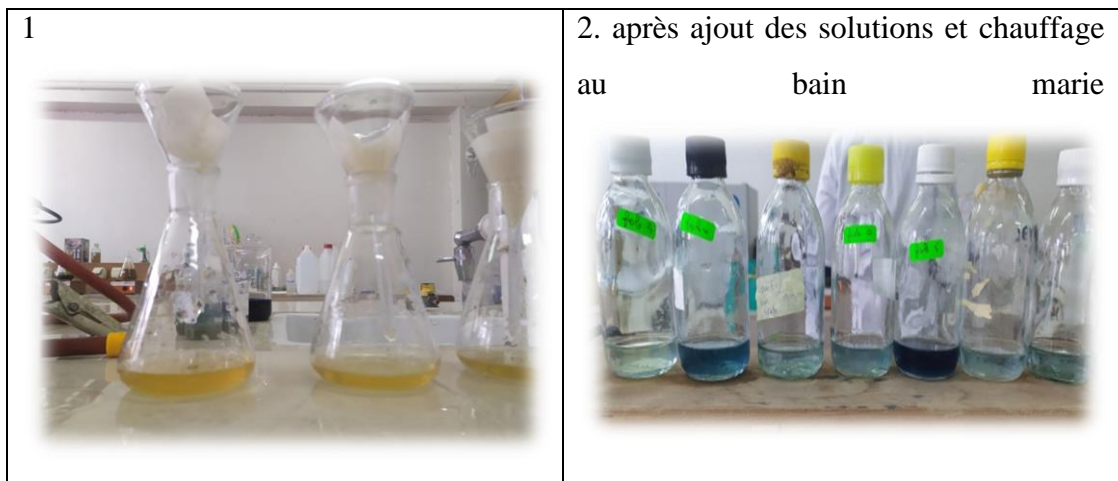




Figure 13. Étapes de mesure de phosphore

II.5.5. Mesure des nitrates

Les nitrates (azote nitrique) représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Les nitrates constituent la composante principale de l'azote inorganique ou minérale, lui-même inclus majoritairement dans l'azote global ou azote total avec une autre composante, l'azote organique.

Le dosage des nitrates fait appel à des méthodes relativement complexes avec une grande probabilité de présence de constituants interférents (sauf pour la méthode par chromatographie ionique). De ce fait, la détermination des nitrates est délicate. Pour chaque type d'échantillon. (Rodier, et al 2016)

La méthode utilisée dans notre expérience est la méthode par spectrométrie absorption moléculaire, en présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire, la couleur jaune est développée par la présence de tartrate double de sodium et potassium. (Rodier, et al 2016)

II.5.5.1. Réactifs utilisés

- Nitrates de sodium NaNO_3 à 10mg/l.
- Salicylate de sodium $\text{C}_7\text{H}_5\text{NaO}_3$ à 0.5%.
- Tartrate double sodium et potassium ($\text{KNaC}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ à 60g/l + NaOH à 400g/l).
- Hydroxyde de sodium NaOH à 30%.
- Acide sulfurique H_2SO_4 .

II.5.5.2. Etablissement de la courbe d'étalonnage

Dans une série de fioles de 100ml (figure 14), on introduit successivement les solutions indiquées au tableau 8.

Tableau 8 : courbe d'étalonnage des nitrates.

Numéro de la fiole	T	1	2	3	4
Solution de NaNO ₃ à 10mg/l	0	1	2	6	10
Eau distillée (ml)	10	9	8	4	0
Concentration de NO ₃ ⁻	0	1	2	6	10
Solution de NaOH à 30%	3	3	3	3	3
Solution de salicylate de sodium (ml)	1	1	1	1	1
Evaporation à sec à 80°C					
H ₂ SO ₄ concentré (ml)	2	2	2	2	2
Laisser reposer 10 min					
Tartrate double Na et K	15	15	15	15	15

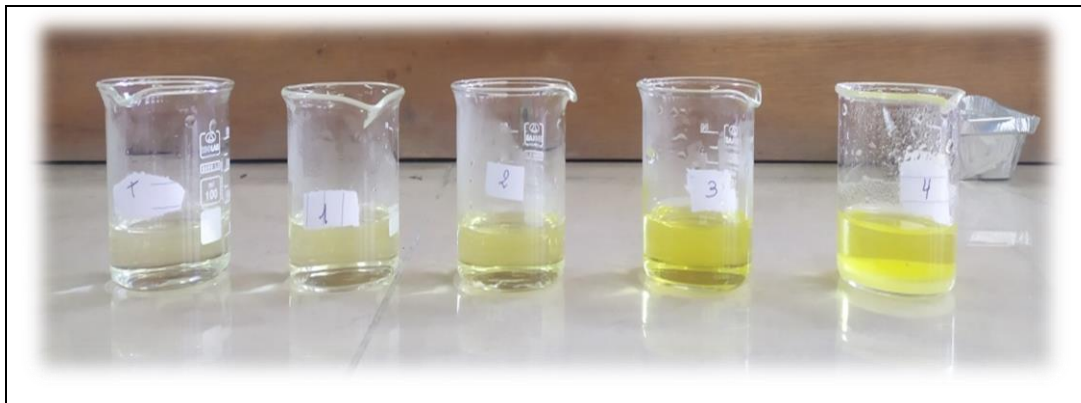


Figure 14. La gamme étalon des nitrates

II.5.5.3. Mode Opérateur

Avant de mesurer les nitrates pour les filtras, ces derniers doivent subir un filtrage intensif en utilisant l'appareil à filtrer sous vide en verre a raccord rodé pour éliminer les impuretés, ensuite une fois les échantillons sont filtrés on passe aux étapes suivantes :

- introduire 10 ml du filtrat obtenu après filtration.
- Ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium et 3 gouttes de NaOH à 30%.
- Evaporer à 80° puis laisser refroidir pendant 10 min.
- Reprendre le résidu par 2 ml d'acide sulfurique concentré en ayant pris soin de l'humecter complètement.

- Attendre 10 min.
- Passer au spectromètre pour mesurer les nitrates a une longueur d'onde de 415nm.

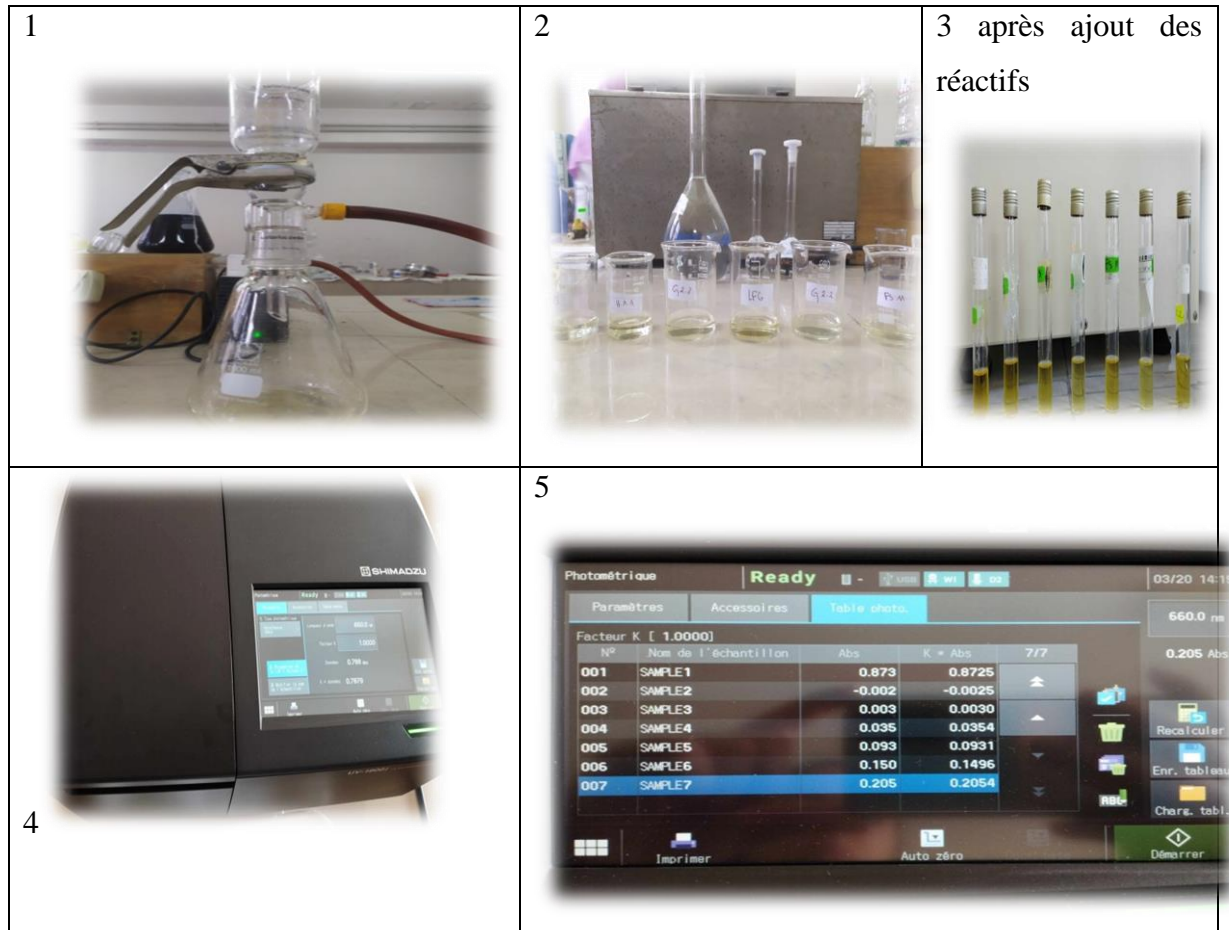


Figure 15. Etapes de mesure des nitrates

II.5.6. Mesure de la turbidité

La turbidité de l'eau est une caractéristique qui exprime le degré de trouble d'un liquide. Autrement dit la turbidité est le degré l'opacité d'eau. (HADE, 2002)

La turbidité a été mesurée par la méthode directe à l'aide d'un turbidimètre (HI 460, spécification) comme suit :

- Remplir le flacon du turbidimètre par de l'eau distillée et le mettre dans le turbidimètre pour ajuster à zéro.
- Vider le flacon et remplir avec du filtrat à mesurer.
- Mettre dans le turbidimètre, puis lire la valeur. (Figure 16)



Figure 16. Mesure de turbidité par le turbidimètre.

RESULTATS ET
DISCUSSION



III. Résultats et discussion

III.1. Caractéristiques des grignons testés

III. 1.1. Granulométrie des grignons

Les deux tableaux ci-dessous montrent les résultats du calcul de pourcentage de particules fines ≤ 2 mm de grignon testés traditionnel (D) et moderne (C) pour les trois répétitions :

Tableau 10 : Pourcentage des particules fines ≤ 2 du grignon traditionnel.

Grignon traditionnel	Poids avant tamisage	Poids après tamisage	Pourcentage des particules ≤ 2
R1	58,82g	13,3g	22,61%
R2	58,82g	13,3g	22,61%
R3	58,82g	13,3g	22,61%

Tableau 11 : Pourcentage des particules fines ≤ 2 du grignon moderne.

Grignon moderne	Poids avant tamisage	Poids après tamisage	Pourcentage des particules ≤ 2
R1	63.6g	23.7g	37.26%
R2	58,82g	13,3g	22,61%
R3	58,82g	13,3g	22,61%

Les résultats de calcul de la fraction de particules ≤ 2 mm des deux types de grignons montrent que le pourcentage de ces particules pour le grignon moderne (C) est plus élevé par rapport à celui de grignon traditionnel (D). Cela est dû au fait que les huileries modernes raffinent plus le grignon que les huileries traditionnelle. La forte proportion de la fraction fine aura son effet sur la réactivité des particules et leur cinétique de biodégradation dans le sol et les eaux. .

III.1.2. pH des extraits de grignon

Le tableau 12 montre les valeurs du ph des extraits de grignon. Les résultats de mesure du pH des grignons d'olive, montrent des valeurs presque similaires pour les deux types de grignon. Une valeur de 5 pour le grignon traditionnel et pour le grignon moderne, qui sont considérées

comme acides, cette acidité est due à la à la teneur élevée en acides organiques (acides phénoliques, acides gras.

Tableau 12 : valeurs du pH des extraits de grignon.

Type de grignon	pH
Grignon traditionnel	
Grignon moderne	

III.1.3. Conductivité électrique des extraits de grignon

Le tableau 13, enregistre les valeurs de la conductivité électrique des extraits de grignon. L'huilerie traditionnel produit un grignon traditionnel avec une valeur de CE et l'huilerie moderne produit un grignon moderne . Cette valeur dernière est supérieure à la valeur de CE de grignon traditionnel d'un écart de 429,67 μS . Les valeurs de CE des extraits de grignons est fonction du système d'extraction de huiles d'olives.

La conductivité électrique élevée de l'extrait de grignon moderne, reflète la concentration élevée de substances dissoutes et à leur nature, elle est due surtout aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium. (Yahia, 2012 ; Esmail et al., 2014).

Tableau 13: valeurs de la CE des extraits de grignon.

Type de grignon	CE ($\mu\text{s/cm}$)
Grignon traditionnel	
Grignon moderne	

III.2. Paramètres des eaux de drainage

III.2.1. pH des eaux de drainage

Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé (Dussart, 1966 ; Bermond et Vuichard, 1973). Le pH des eaux naturelles est un

paramètre crucial qui reflète l'équilibre chimique et biologique d'un écosystème aquatique. Il est influencé par des facteurs naturels et anthropiques et il a des implications importantes pour la santé des organismes aquatiques et la qualité de l'eau.

Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibre physico-chimique entre l'eau, le gaz carbonique dissous, les carbonates et les bicarbonates qui constituent des solutions tamponnées conférant à la vie aquatique un développement favorable. Il diminue en présence des teneurs élevées en matière organique et augmente en période d'étiage, lorsque l'évaporation est importante (Meybe et al., 1996).

Les épandages de grignons sur les terres agricoles comme amendement organique contribuent à améliorer la fertilité des sols mais apportent des éléments organiques et minéraux en mesure d'influencer la qualité des eaux des cours d'eau (Epteins, 2030).

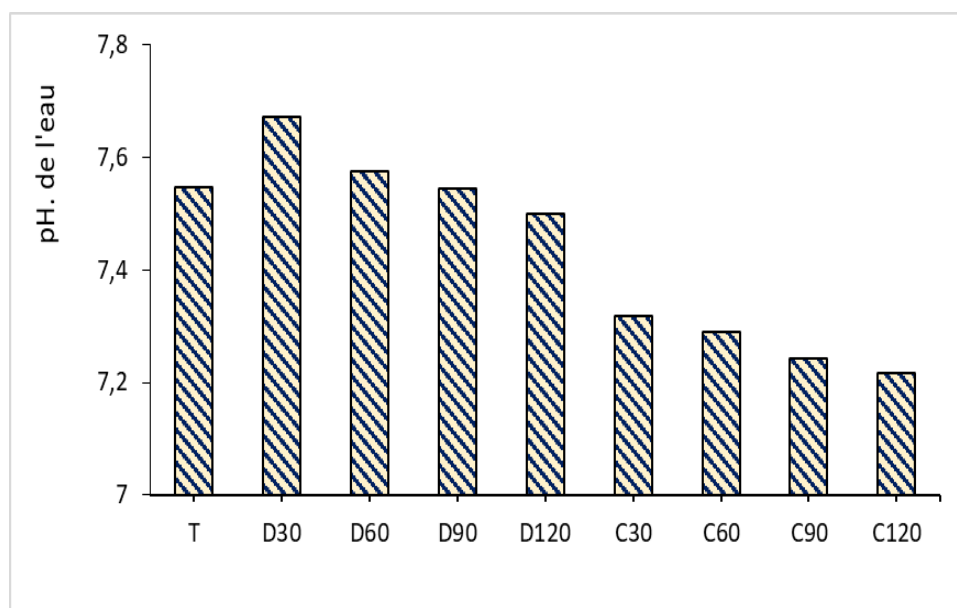


Figure 17. pH moyen des eaux de drainage des différents traitements.

Les valeurs de pH enregistré durant la mesure, sont voisine de 7. La valeur maximale est de 7,7 enregistrée pour l'échantillon D30, correspondant à la dose des grignons à l'hectare. La valeur minimale enregistrée pour l'eau de drainage du traitement C120 correspondant à la dose de 120 tonnes de grignon moderne.

On remarque que les valeurs enregistrées des eaux de drainage des traitements contenant du grignon traditionnel (D) ou moderne (C) sont toutes neutres. Bien que les pH des deux grignons soient proches, les effets sur le pH des eaux de drainage issues du sol sont significativement

différents (figure 17). Nos résultats confirment les observations de Berwich et al., 2010, qui trouvent que les valeurs du pH des eaux de la nappe alluviale ne montrent pas de variations notables.

Les eaux de drainages issues des traitements avec le grignon traditionnel présentent des pH nettement supérieurs au sol témoin sans grignon. En fonction de la dose d'application, le pH de la dose 30 tonnes est supérieur. Ceci implique que l'augmentation de la dose de grignon épandue sur les sols engendre une acidification des eaux de drainage.

Un constat similaire est établi avec le grignon moderne. Cependant dans le cas du grignon moderne, les pH des eaux de drainage engendre une acidification plus importante des eaux de drainage comparativement au traitement témoin et au grignon traditionnel.

On peut conclure que les effets des épandages de grignons sur les eaux de drainage est dépendant de la dose d'épandage et de la nature ou l'origine du grignon (huilerie traditionnelle ou moderne).

Ceci est d'autant vrai pour la wilaya de Tizi-Ouzou où près de 32% des grignons produits à chaque campagne oléicole sont abandonnés sur les berges du réseau hydrographique (Cherfouh et Belloui, 2023).

III.2.2. Conductivité électrique.

En effet, la mesure de la conductivité permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau donc de sa minéralisation (Mathieu et Pieltain, 2003). Les principaux ions contribuant à la conductivité de l'eau sont les cations (calcium, magnésium, sodium, potassium) et les anions (chlorure, sulfate, bicarbonate, nitrate).

En absence de pollution, rivières et les lacs situés dans des régions géologiquement diverses peuvent avoir des conductivités plus faibles. En revanche, aux eaux saumâtres et marines dont la CE est plus importante.

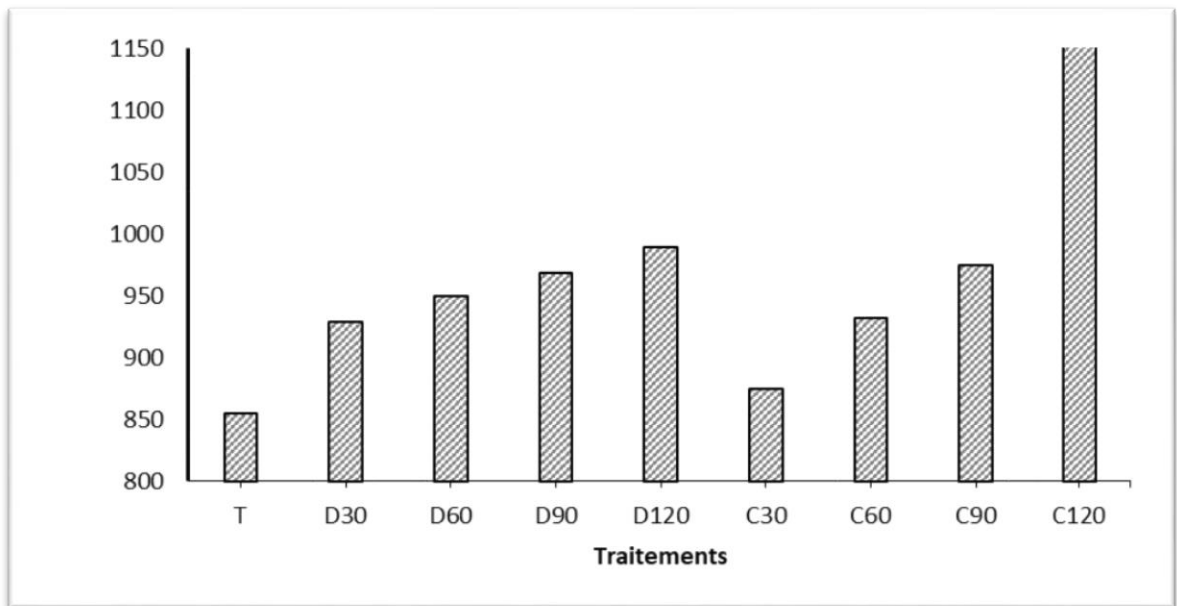


Figure 18. Conductivité électrique des eaux de drainage des différents traitements.

Les valeurs de CE des eaux de drainage enregistrées sont variables. Le traitement témoin sans apport de grignon, enregistrée la valeur minimale de $854,7\mu\text{S}/\text{cm}$ pour ses eaux de drainages (figure 18).

Les traitements ayant reçu les doses de grignons (C) d'une huilerie moderne et grignons (D) d'une huilerie traditionnelle, draine une eau après irrigation avec une CE variable en fonction du type de grignon et de la dose de grignons appliquée. Les CE les plus élevées sont observées dans les traitements avec une dose de 120 tonnes/ha.

Les valeurs de CE des extraits de grignons est fonction du système d'extraction de huiles d'olives. Avec une huilerie traditionnelle, le grignon D, avec une CE de $715,3$ produit des eaux de drainage inférieures à $990\mu\text{S}/\text{cm}$. En revanche l'huilerie moderne produit un grignon d'une CE de $1145\mu\text{S}/\text{cm}$ avec des eaux de drainage de salinité plus importante d'une CE supérieure $875\text{ S}/\text{cm}$.

L'application des grignons sur les sols engendre automatique une élévation de la CE des eaux de drainage contribuant ainsi à une alimentation en sels solubles des eaux de surface et des cours d'eaux. L'application des grignons ou des margines induisent dans les sols agricoles une

salinisation plus importante dans les horizons superficiels par rapport aux horizons profonds (Madich et al., 2022).

Dans une récente étude portée sur la caractérisation des grignons des huileries de Tizi-Ouzou Cherfouh et Belloui, (2023), trouvent que 50 % des margines produits par les huileries présentent une CE importantes. La valorisation agricole des grignons et des margines, comme amendement organique des sols doit être impérativement précédée de phases expérimentale dans l'objectif de limiter les effets néfastes de salinisation des sols et des eaux.

III.2.3. Le phosphore

Les résultats d'analyse de la teneur en phosphore des eaux de drainage sont illustrés à la figure 19. Contrairement à l'azote, la présence de phosphore n'est pas traditionnellement considérée comme un problème pour les eaux souterraines. Dans les périmètres agricoles le lessivage du phosphore dépendra principalement des caractéristiques de l'engrais et du sol (principalement sa texture et sa capacité de sorption).

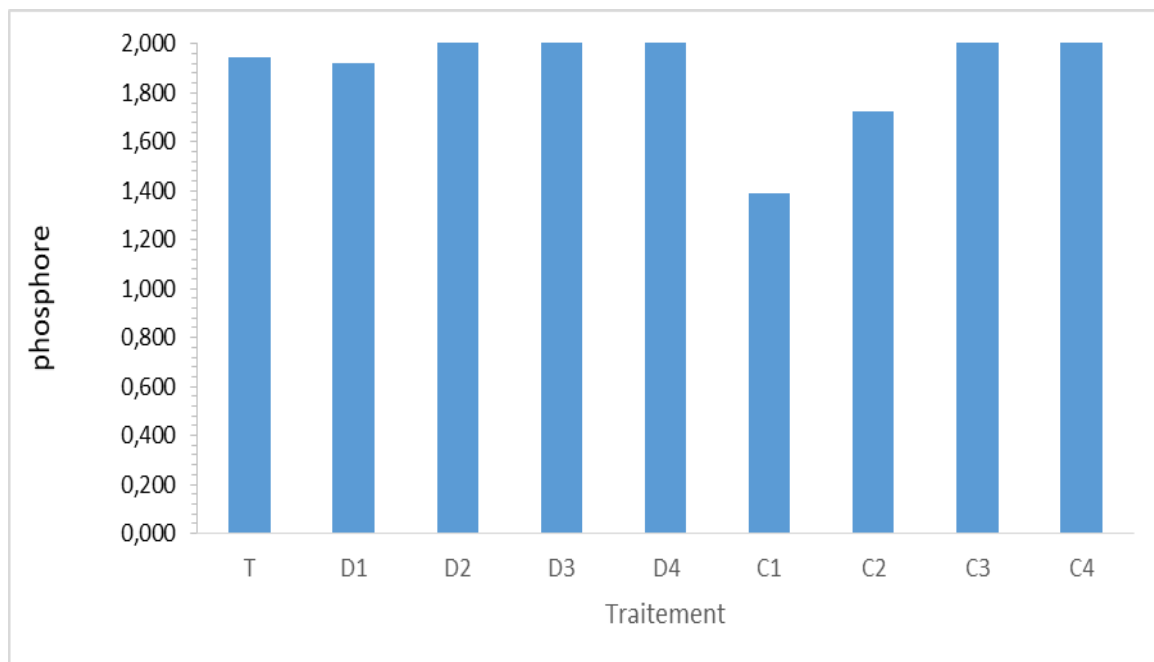


Figure 19: Teneurs moyennes du phosphore dans les eaux de drainage des différents traitements.

A l'échelle de notre expérimentation, les teneurs en phosphore dans les traitements adoptés sont relativement importants ($< 2,42$ mg/l). La concentration en phosphore solubles varie selon l'origine du grignon et la dose d'application sur le sol.

Dans le cas du grignon issu de l'huilerie traditionnelle, les doses utilisées (30T, 60T, 90T et 120T) ont engendré des teneurs en phosphore des eaux de drainages supérieures à celle du témoin. En revanche l'épandage des grignons de l'huilerie moderne, a produit des eaux de drainage dont la teneur en phosphore était inférieure à celle du témoin pour les faibles doses (30 T et 60 T).

Nos résultats confirment les observations de plusieurs auteurs attestant la possibilité de lixiviation du phosphore après épandage du grignon d'olives sur les sols agricoles vers les cours d'eau et les retenues collinaires. En revanche, des travaux montrent que le transfert vers les horizons profonds du phosphore à travers le profil pédologique est important, en particulier dans les sols à texture limoneuse et à faible capacité de sorption du phosphore. En Revanche, Lu , (2010), notent que les eaux de drainage issues des sols amendés avec diverses matières organiques ou les biosolides, ont la teneur en phosphore pratiquement nulle.

L'épandage des amendements organiques à des proportions calculées sur la bases des besoins en azote des cultures engendre généralement un excès de phosphore par rapport aux besoins des cultures (Chilliot et al., 2022). Cet excès de phosphore dans le sol n'est pas nocif pour les plantes. Cependant, les transferts vers les systèmes d'eau de surface constituent un problème environnemental crucial.

La gestion du phosphore dans les eaux de surface, comme le oued Sébaou nécessite une approche intégrée qui combine, bonnes pratiques agricoles et sensibilisation pour protéger les écosystèmes aquatiques et la qualité de l'eau dans le secteur agricole et celui de l'industrie oléicole de la wilaya de Tizi-Ouzou.

III.2.4. Les nitrates

Les résultats d'évaluation de la lixiviation des nitrates du sol via, l'analyse des eaux de drainage sont présentés à la figure 20. Les apports d'engrais minéraux et des amendements organiques,

sous formes de grignons, de fumier ou autres résidus organiques, engendre des flux de transfert de nitrates différents.

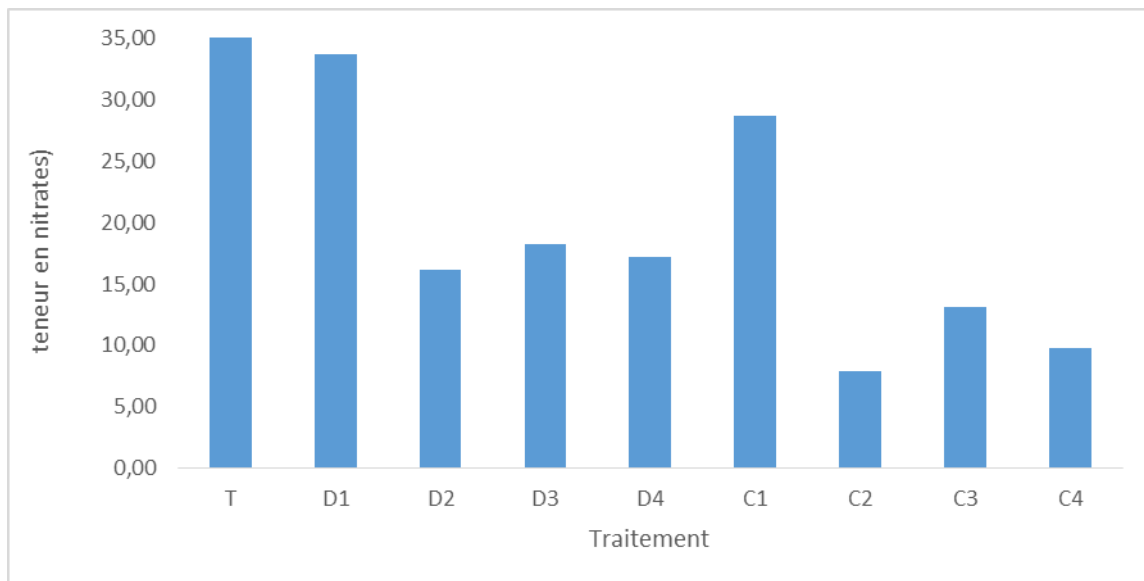


Figure 20. Teneurs moyennes des nitrates en fonction des différents traitements.

Les doses de grignons appliquées ont engendré des eaux de drainages dans la concentration en nitrates est supérieure à 7.90 mg/l. Globalement, la lixiviation des nitrates dans les sols amendés est inférieure à celle du sol témoin non amendé . La présence de grignon a permis une rétention plus forte des nitrates et réduit leur transfert par les eaux de drainage.

La lixiviation des nitrates est aussi fonction de la nature de l'origine des grignons. Nos résultats montrent que la teneur en nitrates des eaux de drainage des sols amendés avec les grignons issus de l'huilerie traditionnelle sont plus chargées en nitrates, leurs concentrations diminuent avec la dose épandue . En revanche, avec le grignon de l'huilerie moderne, les eaux de drainage relativement moins chargées en nitrates.

Ceci implique que les effets négatifs induits par l'épandage des grignons, notamment la contamination du milieu aquatique par les nitrates, serait plus important dans le cas de l'application des grignons des huileries modernes.

Dans le milieu naturel, la lixiviation des nitrates est influencé par plusieurs facteurs tels que la pluviométrie, l'irrigation, la texture du sol, le type et les doses d'engrais appliquées (Carter, 1997). Les sous-produits oléicoles (grignons et margines) compostés ou appliqués directement sur les sols agricoles à des doses de l'ordre de 5 tonnes/ha, engendrent un enrichissement en azote total du sol, principalement dans l'horizon de surface de 0 à 20cm.

Plusieurs résultats scientifiques attestent que les amendements organiques associant les grignons, les margines et les composts engendre des effets positifs en termes de teneur en matières organiques, paramètres important dans la gestion de la fertilité, la protection des sols contre la dégradation, l'érosion et la désertification (Abid and Ammar, 2022).

Les engrais entraînent des dommages pour l'environnement aquatique causent, tandis que les amendements organiques sont prometteurs pour réaliser un rendement élevé des cultures et une faible lixiviation des nitrates.

III.2.5. La turbidité

La turbidité de l'eau due à la présence de sédiments en suspension est mesurée et interprétée de diverses façons, ce qui peut entraîner une mauvaise interprétation des données.

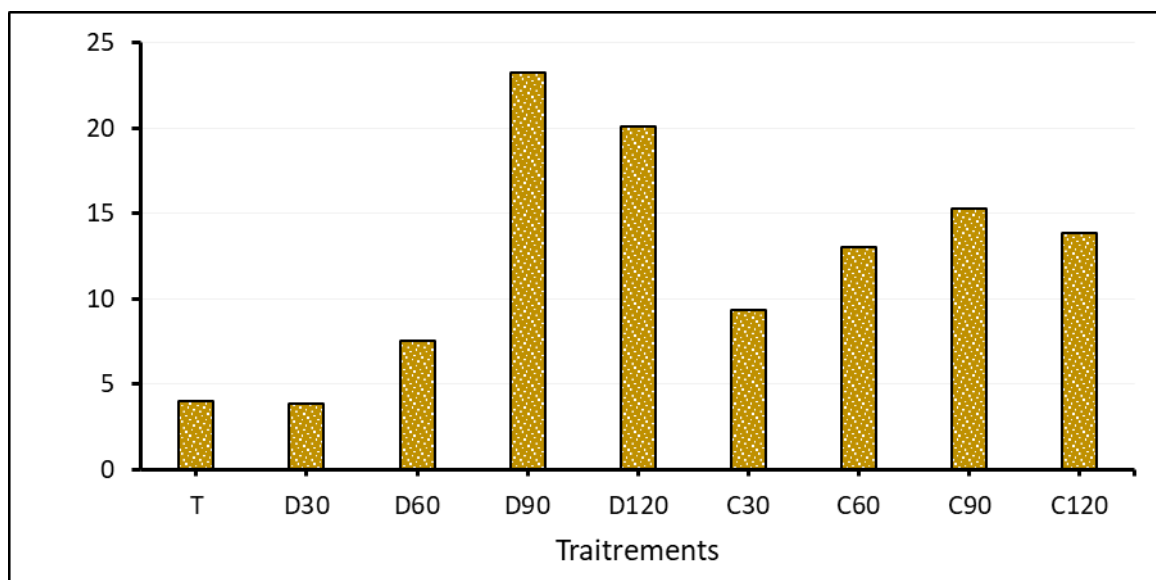


Figure 21. Valeurs moyennes de la turbidité des eaux de drainage des différents traitements.

les valeurs de la turbidité des eaux de drainage des échantillons contenant des doses différentes de grignon moderne (C) et traditionnel(D), sont montrées dans la figure 21.

Les valeurs de la turbidité mesurées pour les eaux de drainage varient entre 3,82 et 23,24 NTU.

La valeur maximale est enregistrée pour la dose 90T/H pour les deux grignons (traditionnel et moderne), tandis que la valeur minimale est observée pour la dose 30T/H des deux grignons. Le témoin (T) enregistre une valeur de turbidité inférieure à celle des échantillons traités avec le grignon traditionnel (D) et moderne (C).

On observe une grande variabilité de la turbidité selon le type de traitement appliqué, allant de valeurs relativement basses à des valeurs très élevées.

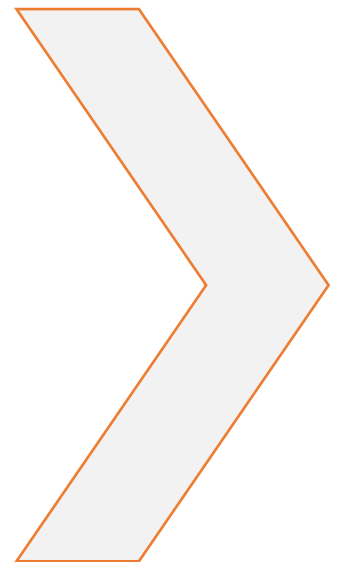
Pour la dernière dose de 120 T/H on remarque une légère diminution de la turbidité qui est expliqué avec le colmatage des pores et donc une meilleure filtration.

L'augmentation de la turbidité de l'eau de drainage dans les échantillons contenant de grignon traditionnel et moderne, est due probablement aux traitements qui ont généré une plus grande quantité de particules en suspension dans le liquide. Lors de l'irrigation, ces particules fines s'échappent dans les pores de sol et cause ensuite une augmentation de la turbidité des eaux drainées.

CONCLUSION

GENERALE &

PERSPECTIVES



IV. Conclusion générale et perspectives

L'épandage des grignons et margines peut avoir un effet sur les eaux de drainage, mais il est important de noter que les effets peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs tels que la quantité épandue, les caractéristiques du sol et les pratiques de gestion agricole.

Dans certains cas, l'épandage de ces résidus agricoles peut entraîner une augmentation de la charge en nutriments, tels que l'azote et le phosphore, dans les eaux de drainage. Cela peut contribuer à la pollution des eaux et à la prolifération d'algues et de plantes aquatiques, ce qui peut avoir des conséquences néfastes sur la qualité de l'eau et les écosystèmes aquatiques.

A travers ce travail, nous avons relevé l'impact de l'épandage des grignons sur certaines caractéristiques des eaux de drainage : pH, la conductivité électrique, la teneur en phosphore et en nitrates et enfin la turbidité.

En termes de pH, il y a une acidification des eaux de drainage, cette acidification augmente en fonction de la dose épandue de grignon traditionnel et moderne, plus particulièrement pour les eaux de drainage issu des traitements avec le grignon moderne.

L'application des grignons, à entrainer la salinisation des eaux de drainage. Cette augmentation de la teneur en sels dissous dans les eaux de drainage est préoccupante, car elle peut avoir des conséquences négatives sur les milieux aquatiques récepteurs.

La contamination en substances azotées est à considérer étant donnée les résultats obtenus et qui montrent que les teneurs des eaux de drainage varient pour le traitement avec le grignon moderne pour le témoin. Cette différence significative entre les deux conditions indique que l'apport de grignon, un sous-produit végétal riche en composés organiques, permet de réduire efficacement les concentrations en substances azotées dans les eaux de drainage.

En règle générale, les conséquences des épandages de grignons sont assez bien Investies par la recherche scientifique, cependant les données propres à notre wilaya demeurent insuffisantes par rapport à l'importance de l'industrie oléicole présente.

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

1. Encourager la collecte et la gestion appropriée des résidus organiques dans les huileries.
2. Mener des études supplémentaires sur les techniques de valorisation agricole des résidus.
3. Promouvoir des pratiques agricoles durables qui intègrent l'utilisation des résidus organiques.
4. Favoriser un cadre favorable à l'utilisation des résidus organiques en agriculture à travers des politiques et des réglementations adaptées.
5. Sensibiliser les consommateurs sur l'importance de soutenir les pratiques agricoles durables qui utilisent les résidus organiques.

Dans l'objectif d'un meilleur encadrement de la filière oléicole, des axes de recherche multidisciplinaires doivent être activés pour l'analyse des effets environnementaux du développement de l'industrie oléicole dans la wilaya et explorer les voies et moyen de valorisation des sous-produits tels les grignons et les margines les divers secteurs économiques, agricoles et industriels.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES



V. Références bibliographiques

A

- **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. Thèse, Université Aix-Marseille (AMU). Faculté des sciences et techniques Saint-Jérôme. p32.
- **Atmane S** et Bareche R. Elaboration et caractérisation d'un matériau composite à base de PVC et de grignon d'olive local. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri, TiziOuzou. 2017, p.14-15.
- **Aissam, H.** (2003). Etude de la biodégradation des effluents des huileries (Margines) et leur valorisation par production de l'enzyme tannase.
- **Anonyme**, 2000. Centre d'activités régionales pour la production propre (CARJPP). Prévention de la pollution dans la production d'huile d'olive. 8-30
- **A. Ranalli**; The effluent from olive mills: Proposals for re-use and purification with reference to Italian legislation; *Olivae*: 37 (1991a), 30-39.
- **Abid, W.,** Ammar, E., 2022. Date palm (*Phoenix dactylifera* L.) wastes valorisation: a circular economy approach. In: Ramadan, M.F., Farag, M.A. (Eds.), Chapter 17. Mediterranean Fruits Bio-wastes: Chemistry, Functionality, and Technological applications. Springer-Nature, Switzerland, pp. 403–430. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-84436-3>.

B

- **Besnard, G.,** Terral, J.-F., & Cornille, A. (2018). On the origins and domestication of the olive: a review and perspectives. *Annals of Botany*, 121(3), 385-403.
- **Boggia, A.,** Paolotti, L., & Castellini, C. (2010). Environmental impact evaluation of conventional and organic olive production in Italy based on Life Cycle Assessment. *Journal of Cleaner Production*, 28, 151-161.
- **Boudoukhana H.** Impacts des margines sur les eaux d'Oued BOUCHTATA (wilaya de Skikda). Mémoire de Magister, département des sciences fondamentales, Faculté des sciences et des sciences de l'ingénieur, Université du 20 Aout 1955 SKIKDA. 2008, p.82.
- **Benhayoun G** et Lazzeri Y. L'olivier en méditerranée du symbole à l'économie. Paris: L'HARNATTAN. 2007, P.135.
- emerging countries (sesec ii). Lausanne, Suisse. 2003, P.1-7

- **Boukria, A.,** & Ouahrani, G. (2018). *Valorisation des déchets ménagers et des grignons d'olive par dégradation anaérobie et production de compost et de biogaz* (Doctoral dissertation, Université Frères Mentouri-Constantine 1).
- **Barranco, D.,** Fernández-Escobar, R., & Rallo, L. (2010). *Olive growing*. Mundi-Prensa Libros.

e

- **Chapman D.,** Kimstach V. (1996). Selection of water quality variables. *Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring*, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, pp. 59-126.
- **Cherfouh R.,** et BELLOUI L. (2023). Contribution to the knowledge of olive by-products and the environmental impact of the activity of the olive oil extraction plants of Tizi-Ouzou Algeria. 21th International Days of Biotechnology (IDB2023) 18-21 December 2023. Mehdia – Tunisia.
- **CUCCI G.,** LACOLLAG., CARANFA L. (2008). Improvement of soil properties by application of olive oil waste. *Agronomy for Sustainable Development*.28, 521–526.
- **Chiofalo, B.,** Liotta, L., Zumbo, A., & Chiofalo, V. (2004). Administration of olive cake for ewe feeding: effect on milk yield and composition. *Small Ruminant Research*, 55(1-3), 169-176.

D

- **DERMECHE S.,** NADOUR M., LARROCHE C., MOULTI-MATI F. and MICHAUD P. (2013). Olive mill wastes: biochemical characterizations and valorization strategies. *Process Biochem.*, 48, 1532-1552.
- **Deffontaines, J.-P.** (2019). L'oléiculture méditerranéenne : un système agraire original. *Économie rurale*, (269), 29-42.
- **Dussart,** 1966 ; Bermond et Vuichard, 1973

F

- **E.,smail, A.,** Abed, H., Firdaous, M., Chahboun, N., Mennane, Z., Berny, E.H. et Ouhssine, M. (2014). Étude physico-chimique et microbiologique des margines de trois régions du Maroc (Ouazzane, Fès Boulman et Béni Mellal). *Mater. Environ. Sci.*5. Maroc. p: 121-126.

- **El Hadrami**, A., Belaqziz, M., Elhassni, M., Hanifi, S., Abbad, A., Capasso, R., Gianfreda, L. and El Hadrami, I. (2004). Physico-chemical Characterization and Effects of Olive Oil Mill Wastewaters Fertirrigation on the Growth of Some Mediterranean Crops. *Journal of Agronomy* (3). Italy. p: 247-254.
- **EUROSTAT**. (2021). International trade in goods.
- **ELSTAT**. (2022). Hellenic Statistical Authority.

F

- **FAO**. (2021). FAOSTAT.
- **Förstner**, U., & Wittmann, G. T. (1981). Metal pollution in the aquatic environment. Springer Science & Business Media.

H

- **Hade**, A. (2003). Nos lacs: les connaître pour mieux les protéger. Les Editions Fides.p :138-348.
- **HADJOU L.**, LAMANI W. and CHERIET F. (2013). « Labellisation des huiles d'olive algériennes : contraintes et opportunités du Processus », N. 2/2013, Classification : L66, O25, Q13, 35-46.
- **Hooda**, P. S., Edwards, A. C., Anderson, H. A., & Miller, A. (2000). A review of water quality concerns in livestock farming areas. *Science of the Total Environment*, 250(1-3), 143-167.

Q

- **Iboukhoulef**, H. (2014). *Traitement des margines des huileries d'olive par les procédés d'oxydation avancée basé sur le système fenton-like (H2 O2/Cu)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **ISTAT**. (2022). Istituto Nazionale di Statistica.

K

- **Kitchener, B. G.**, Wainwright, J., & Parsons, A. J. (2017). A review of the principles of turbidity measurement. *Progress in Physical Geography*, 41(5), 620-642.
- **KHOUI S**; ALOUI F; SAYADI, S. (2006). Treatment of olive oil mill-wastewater by combined process electro-Fenton reaction and anaerobic digestion. *Water Res.*, p 40.

L

- **Loulan, P. Y.**, & Thelie, Y. (1987). Procédé et dispositif de traitement par fermentation méthanique des eaux résiduaires lipidiques. *Brevet français*, 2620439.
- **Loumou, A.**, & Giourga, C. (2003). Olive groves: "The life and identity of the Mediterranean". *Agriculture and Human Values*, 20(1), 87-95.
- **Leeuwen, C. V.** (1990). Risk assessment of chemicals: an introduction. Springer Science & Business Media.

M

- **Medjahdi N.** Evaluation du compostage des sous-produits d'huile d'olive sur le rendement de quelques espaces a interet agroalimentaire, thèse de doctorat, faculté des sciences, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf. 2016.
- **Meziane S.** Modélisation de la cinétique du séchage convectif du grignon d'olive S. Meziane. *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 16 N°2. 2013, P. 379 – 387.
- **Makepeace, D. K.**, Smith, D. W., & Stanley, S. J. (1995). Urban stormwater quality: summary of contaminant data. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 25(2), 93-139.
- **MONTEDORO G.F.**, BEGLIOMINI A.L., SERVILI M., PETRUCCIOLI M. and FEDERICIF. (1993). Pectinase production from olive vegetation waters and its use in the mechanical olive oil extraction process to increase oil yield and improve quality. *Ital. J. Food Sci.*, 5, 355-362.
- **Mili, S.** (2006). Olive oil marketing orders: Impact on the Spanish olive oil industry. *Journal of Agricultural Economics*, 57(3), 509-529.
- **Ministerio** de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2022).
- **Mebirouk M.** Rejets des huileries, développement d'un procédé intégré pour la biodégradation des polyphénols dans la margine. *CMPP News*, n°11.2002.
- **Mohawesh, O.**, Al-Hamaiedeh, H., Albalasmeh, A., Qaraleh, S., Haddadin, M., 2019. Effect of olive mill wastewater (OMW) application on soil properties and wheat growth

performance under rain-fed conditions. *Water Air Soil Pollut.* 230, 160. <https://doi.org/10.1007/s11270-019-4208-8>.

N

- **Newcombe, C. P., & MacDonald, D. D.** (1991). Effects of suspended sediments on aquatic ecosystems. *North American journal of fisheries management*, 11(1), 72-82.
- **Nefzaoui A.,** (1988). Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par une valorisation optimale des sous-produits. In : Allaya M (ed). *L'économie de l'olivier*. Paris : CIHEAM, 1998 p. 153-173 (options Méditerranéennes : série Etudes ; n. 1988-V).

P

- **P.Amirante,** Montervino A; Epuration par concentration thermique des effluents des huileries d'olives et compostage du concentré. Une expérience appliquée dans les pouilles, *Olivea*: 63 (1966), 64-69.
- **PERES F., MARTINS L. L. and FERREIRA-DIAS S.** (2014). Laboratory-scale optimization of olive oil extraction: Simultaneous addition of enzymes and microtalc improves the yield. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 116, 1054-1062.
- **PERES F., MARTINS L. L. and FERREIRA-DIAS S.** (2017). Influence of enzymes and technology on virgin olive oil composition, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 57, 14, 3104-3126.
- **Patin, S. A.** (1999). *Environmental impact of the offshore oil and gas industry*. EcoMonitor Publishing.
- Pimentel, D. (1995). Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267(5201), 1117-1123.

R

- **Roig, A., Cayuela, M. L., & Sánchez-Monedero, M. A.** (2006). An overview on olive mill wastes and their valorisation methods. *Waste management*, 26(9), 960-969.
- **RAN, L., NC, K., & JB, H.** (2017). EFFETS DES PRATIQUES AGRICOLES SUR LA POLLUTION DES EAUX DE SURFACE EN REPUBLIQUE DU BENIN. *Larhyss Journal*, (30).

S

- **SOUILEM S.**, EL-ABBASSI A., KIAI H., HAFIDI A., SAYADI S. and GALANAKIS C.M. Ed (2017). Olive Oil Production Sector: Environmental Effects and Sustainability Challenges. In Book: GALANAKIS C.M. Ed (2017). Olive Mill Waste: Recent Advances for Sustainable Management.
- **Smith, V. H.** (2003). Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems a global problem. *Environmental Science and Pollution Research*, 10(2), 126-139.
- **SAHRAOUI H.**, JRAD A., MELLOULI H. J (2012). Epanchage des margines sur les sols agricoles : impacts environnementaux Microbiologiques. *Afrique SCIENCE* 08(1) 97 – 106.
- **Saoudi, S.** (2017). Contribution à l'étude des sous-produits oléicoles générés par les huileries dans la région de M'chedallah. *Mémoire de Master, Spécialité Science et gestion de l'environnement, Université Akli Mohand Oulhadj Bouira. pp23-33.*
- **Sansoucy, RENÉ (1991)**. Problèmes généraux de l'utilisation des sous-produits agro-industriels en alimentation animale dans la région méditerranéenne. *Opter. Méditerranéennes* , 16 , 75-79.
- **Schwarzenbach, R. P.**, Egli, T., Hofstetter, T. B., Von Gunten, U., & Wehrli, B. (2010). Global water pollution and human health. *Annual review of environment and resources*, 35, 109-136.
- **Sanz-Cañada, J.**, & Macías, A. (2005). Quality certification, institutions and innovation in local agro-food systems: Protected designations of origin of olive oil in Spain. *Journal of Rural Studies*, 21(4), 475-486.
- **Salomone, R.**, & Ioppolo, G. (2012). Environmental impacts of olive oil production: a Life Cycle Assessment case study in the province of Messina (Sicily). *Journal of Cleaner Production*, 28, 88-100.
- **Sanz-Cortés, F.**, Martinez-Calvo, J., Badenes, M. L., Bleiholder, H., Hack, H., Llacer, G., & Meier, U. (2002). Phenological growth stages of olive trees (*Olea europaea*). *Annals of Applied Biology*, 140(2), 151-157.
- **Senesi, N.**, Plaza, C., Brunetti, G., Polo, A., 2007. A comparative survey of recent results on humic-like fractions in organic amendment and effects on native soil humic substances. *Soil Biol. Biochem.* 39, 1244–1262. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.12.002>.

- **Tian, g.**, granato, t.c., pietz, r.i., carslon, c.r., abedin, z., 2006. Effect of long-term application of biosolid for land reclamation on surface water chemistry. *Journal of environmental quality* 35, 101–113.
- **Touahar, A.**, & Stout, A. (2022). Valorisation des margines dans la région de Fes. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 35(2), 209-234.
- **Tous, J.**, & Romero, A. (1993). Variedades del olivo. Grafis.
- **Tamminga, S.** (2003). Pollution due to nutrient losses and its control in European animal production. *Livestock Production Science*, 84(2), 101-111.
- **Tchobanoglous, G.**, Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). *Wastewater engineering: treatment and reuse*. McGraw Hill.

¶

- **VICHI S.**, BOYNUEGRI P., CAIXACH J., ROMERO A. (2015). Quality losses in virgin olive oil due to washing and short term storage before olive milling. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 117, 12, 2015-2022.

¶

- **WWF.** (2021). *Pollution from plastic waste*.

¶

- **Yahyaoui N.** 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. 2012, P.129.
- **Yaakoubi, A.**, Chahlaoui, A., Rahmani, M., Elyachioui, M., & Nejd, I. (2010). Effect of olive mill wastewater spreading on the physicochemical characteristics of soil. *Desalination and water treatment*, 16(1-3), 194-200.
- **Yaakoubi, A.**, Chahlaoui, A., El Yachioui M. et Chaouch A. (2010). Traitement des margines a pH neutre et en condition d'aérobie par la microflore du sol avant épandage. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*. 149. p: 43-56.

Résumé

Ce travail de recherche qui a été mené dans le laboratoire des sciences du sol et le laboratoire de traitement des eaux du département des sciences agronomiques, a pour but d'étudier l'effet de l'épandage des grignons et des margines sur la qualité des eaux de drainage. Des paramètres comme le pH, la conductivité électrique, le phosphore et les nitrates, la turbidité ; ont été mesurés pour des eaux de drainage issus de l'irrigation des échantillons de sol amendés de différentes doses de grignon traditionnel et moderne, représentés par (D) pour les grignons traditionnel et (C) pour le grignon moderne. Les résultats des analyses chimiques montrent une augmentation des valeurs des paramètres tels que le pH, la CE, la Turbidité et le phosphore, contrairement aux valeurs des nitrates qui diminuent par rapport au témoin. Ce changement varie selon le type de grignon et sa dose utilisée.

Abstract

This research work, which was carried out in the soil sciences laboratory and the water treatment laboratory of the agronomic sciences department, aims to study the effect of spreading olive pomace and margins on the quality of drainage water. Parameters such as pH, electrical conductivity, phosphorus and nitrates, turbidity; were measured for drainage water from irrigation of soil samples amended with different doses of traditional and modern olive pomace, represented by (D) for traditional olive pomace and (C) for modern olive pomace. The results of the chemical analyzes show an increase in the values of parameters such as pH, EC, Turbidity and phosphorus, in contrast to the nitrate values which decrease compared to the control. This change varies depending on the type of olive pomace and its dose used.

