

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



**Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou**

**Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques**

**Département des Sciences Agronomiques**

## **MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES**

En vue de l'obtention du diplôme de  
**Master en Sciences Agronomiques**  
**Spécialité Protection des Végétaux**

### **Thème**

**Contribution au traitement des margines issues de  
l'extraction de l'huile d'olivescas des huileries de Tizi-  
Ouzou.**

Présenté par:

**BOUCHOUAREB Maïssa et YANES Dalia.**

Devant le jury composé de

Mme LOUNACI ALI BENALI Z.	Maitre AssistantB	UMMTO	Président
Mr CHERFOUH R.	Maitre de conférences A	UMMTO	Promoteur
Mlle BELMIHOUB B.	Maitre-Assistant B	UMMTO	Examineur

Le 29/06/2025

# Remerciement

On remercie le bon Dieu de nous avoir donné le courage et la volonté pour la réalisation de notre projet. Notre profonde gratitude et sincères remerciements vont à notre promoteur Dr CHEERFOUH. Pour nous avoir dirigés durant notre travail, nous lui sommes très reconnaissantes pour ses remarques, ses conseils et surtout sa disponibilité à tout moment.

Nous adressons nos remerciements aux membres de jury, devant qui nous avons l'honneur d'exposer notre travail, et qui ont pris la peine de lire avec soin ce mémoire pour juger son contenu et à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Nous remercions notre chère prof et présidente de jury madame LOUNACI ALI BENALI Z.

Nous remercions chaleureusement l'ingénieur de laboratoire, Mme Lounas, pour son assistance technique et l'accompagnement tout au long de nos travaux pratiques.

Nous remercions chaleureusement Mme BELMIHOUB pour son assistance technique nos travaux pratiques.

Nos remerciements toute personne ayant contribué de manière ou d'une autre à la réalisation de ce modeste travail et à toute la promotion 2024 /2025.

Enfin, nous exprimons nos plus profonds remerciements à tous les membres de nos deux familles pour leur amour, leurs encouragements et leurs soutiens tout au long de notre travail. Nous tenons à remercier spécialement tous nos amis et nos collègues pour leurs encouragements.

# DEDICACES

Avec l'expression de tous mes sentiments de respect, Je dédie ce modeste travail à :

- Mes très chers parents que j'aime beaucoup
- Mes chers frères LOUNIS et KHALED.
- Mes adorables sœurs CYLIA, KATIA.
- Ma grand-mère AYIDIDI.
- A mon bien aimer MOURAD
- A tous mes tantes, cousins et particulièrement mes cousines que j'Adore SALIHA, ROZA, REZKI, YANIS, RAYANE, ROMAÏSSA, NINA, SAID
- Ma copine intime et ma binôme maissouche que j'Adore et a toute sa famille.

**Dalia**

---

# DEDICACES

Avec l'expression de tous mes sentiments de respect, Je dédie ce modeste travail à :

- Mes très chers parents que j'aime beaucoup
- Mon cher frère AHMED
- Mes adorables sœurs DIHIA et CYLIA.
- Mes chers RADIA, KHADIDJA, ZAINEB et leurs famille
- A toute mes tantes, et particulièrement mes cousines que j'adore ARIS, AMAYAS, ELENA, ANIS, SAMY, et petite LOISE

Ma partenaire et amie proche, Dalia, que j'aime et j'apprécie profondément, ainsi que toute sa famille.

**Maissa**



## Liste des tableaux

### Chapitre II : matériel et méthode

**Tableau 1.** Distribution des huileries échantillonnées en fonction des communes.....

### Chapitre III : résultats et discussion

**Tableaux.1.**Poids des résidus secs (g/L) des 10 échantillons de margines .....

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Carte administrative de la wilaya de Tizi-Ouzou .....	
<b>Figure 2</b> : Récolte manuelle des olives.....	
<b>Figure 3</b> : Image représentant les étapes de maturation des olives .....	
<b>Figure 4</b> : Système d'extraction par presse .....	
<b>Figure 5</b> : Représentation des grignons d'olives .....	
<b>Figure 6</b> : Bassin de récolte des margines d'une usine d'extraction d'huile d'olive (2015) .....	
<b>Figure 7</b> : Représentation de la couleur sombre des margines .....	
<b>Figure 8</b> : Huilerie traditionnelle au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou .....	
<b>Figure 9</b> : pH-mètre de laboratoire .....	
<b>Figure 10</b> : Conductivimètre utilisé pour les mesures .....	
<b>Figure 11</b> : Illustration de la détermination du résidu sec des margines .....	
<b>Figure 12</b> : Chaux de calcium.....	
<b>Figure 13</b> : Sulfate d'aluminium .....	
<b>Figure 14</b> : Turbidimètre utilisé pour la mesure de la turbidité.....	
<b>Figure 15</b> : Protocole utilisé pour filtrer les échantillons de margines.....	
<b>Figure 16</b> : Répartition des huileries par type d'extraction .....	
<b>Figure 17</b> : Répartition géographique des huileries échantillonnées.....	
<b>Figure 18</b> : Valeurs du pH des margines brutes .....	
<b>Figure 19</b> : Conductivité électrique des margines .....	
<b>Figure 20</b> : Résidu sec des margines (50 ml et extrapolation à 1 litre) .....	
<b>Figure 21</b> : Turbidité initiale des margines .....	
<b>Figure 22</b> : pH après traitement 1 (1 g SAL).....	
<b>Figure 23</b> : CE après traitement 1.....	
<b>Figure 24</b> : Turbidité après traitement 1 .....	
<b>Figure 25</b> : pH après traitement 2 (1 g SAL + 1.5 g chaux).....	
<b>Figure 26</b> : CE après traitement 2.....	
<b>Figure 27</b> : Turbidité après traitement 2 .....	
<b>Figure 28</b> : pH après traitement 3 (2 g SAL).....	

**Figure 29** : CE après traitement 3.....

**Figure 30** : Turbidité après traitement 3.....

**Figure 31** : pH après traitement 4 (2 g SAL + 2.5 g chaux).....

**Figure 32** : CE après traitement 4.....

**Figure 33** : Turbidité après traitement 4.....

**Figure 34** : Turbidité après filtration sur 100 g de sol.....

**Figure 35** : Turbidité après filtration sur 400 g de sol.....

## Liste des abréviations

<b>Abréviation</b>	<b>Définition</b>
%	Pourcentage
°C	Degré Celsius
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Sulfate d'aluminium
CaO	Oxyde de calcium (chaux vive)
CE	Conductivité électrique
cm	Centimètre
CNCC	Centre National de Contrôle de la Qualité
DCO	Demande chimique en oxygène
ENSP	École Nationale Supérieure de Pâtisserie ( <i>à modifier si autre école</i> )
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
g/L	Gramme par litre
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
L	Litre
mL	Millilitre
mg/L	Milligramme par litre
min	Minimum (valeur la plus basse)
max	Maximum (valeur la plus élevée)
Mm <sup>3</sup>	Million de mètres cubes
MS	Matières en suspension
NaOH	Hydroxyde de sodium (soude caustique)
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
pH	Potentiel Hydrogène
R.S	Résidu sec
SAL	Sulfate d'aluminium
T°C	Température en degré Celsius
TSS	Total des solides en suspension
UTO	Unité de Traitement des Olives

## Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figure

Liste des abreviation

Chapitre I : Synthèse bibliographique.....	4
I. Introduction .....	
I.1 Présentation du secteur oléicole national.....	3
I.2 Classification des huiles d'olive .....	4
I.2.1 Huile d'olive vierge .....	4
a-Huile d'olive vierge extra.....	4
I.2.2 Huile d'olive vierge lampante (non propre en l'état).....	5
I.2.3. Huile de grignon d'olive .....	5
I.3. Effets de l'huile d'olive sur la santé .....	6
I.4 Production d'une huile d'olive de qualité:.....	6
I.4.1. Le choix de la variété .....	6
I.4.2. La récolte .....	6
I.4.3. Le transporte des olives .....	7
I.4.4. Stockage des olives à l'huilerie.....	7
I.4.5. Lors de transformation .....	7
I.5. Hygiène au niveau de l'unité de trituration .....	8
I.5.1 Hygiène des locaux et du matériel .....	8
I.5.2. Hygiène personnel.....	8
I.5.3. Hygiène de matériel .....	8
I.6 Extraction de l'huile : systèmes d'extraction.....	8
I.6.1 L'extraction d'huile d'olive .....	8
I.6.2. Système d'extraction discontinu ou à presse .....	9
I.6.3. Système d'extraction continu par centrifugation .....	9
I.6.4. Système d'extraction continu par centrifugation à trois phases.....	10

I.6.5 Système d'extraction continu par centrifugation à deux phases ..... 10

I.7 Effets de l'industrie oléicole.....	10
1. Le grignon d'olive .....	.
2. Les margine .....	.
I.7.1. Impact des grignons d'olive sur l'environnement : .....	..
I.7.2 Impact des margines d'olive sur l'environnement .....	11
I.7.3. Altération de la qualité des eaux .....	12
I.8. Voies de Valorisation des Résidus de l'industrie oléicole.....	15
I.8.1 Valorisation du grignon d'olive .....	15
I.8.2 Utilisation du grignon comme combustible .....	15
I.8.3. Utilisation de grignon d'olive en alimentation animale .....	16
I.8.4 Utilisation de grignon d'olive comme fertilisant:.....	16
I.8.5 Utilisation de grignon d'olive comme absorbant .....	16
I.9 Valorisation des margines .....	16
I.9.1 Récupération de quelques composants.....	16
I.9.2. Utilisation des margines comme fertilisant .....	17
I.9.3. Transformation des substances organiques des margines en biogaz.....	17
I.10. Composition des margines.....	17
I.10.1. Couleur foncée des margines .....	17
I.10.2 Origine de la couleur des margines.....	18
I.10.3 Techniques d'éclaircissement de la couleur des margines.....	19

## **Chapitre II :Materiel et methode**

II.1. Introduction... ..	23
II.2. Enquête de terrain .....	23
II.2.1. Distribution des échantillons... ..	24
II.2.2. Composition du questionnaire .....	24
II.2.2.1. Données administratives... ..	24
II.2.2.2. Données techniques... ..	24
II.2.2.3. Étapes de production... ..	24
II.2.2.4. Rendement d'extraction... ..	24

II.2.2.5. Mode de contribution à l'écologisation.....	24
II.3. Paramètres analytiques mesurés.....	25
II.3.1. Mesure du pH des margines.....	25
II.3.2. Mesure de la conductivité électrique des margines... ..	26
II.4. Mesure du poids du résidu sec des margines .....	27
II.5. Traitements appliqués aux margines.....	28
II.5.1. Traitement 1.....	29
II.5.2. Traitement 2.....	29
II.5.3. Traitement 3.....	29
II.5.4. Traitement 4.....	30
II.5.5. Traitement 5.....	30
II.6. Mesure de la turbidité .....	31
II.6.1. La turbidité des margines.....	31
 Chapitre III : Résultats et Discussion	
III.1. Analyse des enquêtes.....	32
III.1.1. Données administratives .....	32
III.1.2. Étapes avant extraction de l'huile .....	33
III.1.2.1. Période de récolte .....	33
III.1.2.2. Temps d'attente .....	34
III.1.2.3. Quantité de margines .....	35
III.1.2.4. Quantité de grignons.....	36
III.2. Paramètres analytiques des margines .....	37
III.2.1. pH des margines .....	37
III.2.2. Conductivité électrique.....	39
III.2.3. Poids du résidu sec (en 50 ml).....	40
III.2.4. Résidu sec extrapolé à 1 litre.....	42

III.3. Traitements des margines .....	43
III.3.1. Traitement 1.....	43
III.3.1.1. Mesure de la conductivité électrique .....	44
III.3.1.2. Mesure du pH .....	44
III.3.1.3. Turbidité .....	45
III.3.2. Traitement 2.....	45
III.3.2.1. Conductivité électrique.....	45
III.3.2.2. pH .....	46
III.3.2.3. Turbidité .....	47
III.3.3. Traitement 3.....	47
III.3.3.1. Conductivité électrique.....	47
III.3.3.2. pH .....	48
III.3.3.3. Turbidité .....	49
III.3.4. Traitement 4.....	49
III.3.4.1. Conductivité électrique.....	50
III.3.4.2. pH .....	50
III.3.4.3. Turbidité .....	51

## **Introduction**

### **Introduction Générale**

L'Algérie et l'un des pays méditerranéens ou la culture oléicoles compte parmi l'une des plantes importantes activités agricole qui occupe une place importante dans l'économie nationale tant en terme de superficie cultivée qu'en production d'huile d'olive selon les données de l'organisation internationale de l'huile d'olive d'Algérie qui se classent généralement les 10 premiers producteurs mondiaux ,avec une production de 80 000 tonnes d'huile d'olive pour une superficie cultivée d'environ 1.36 millions d'hectares selon les données de l'organisation des nations unie pour l'alimentation et l'agriculture .

Cette activité oléicole génère une quantité importante de résidus organiques qui sont principalement constitués de margine et grignon, la quantité de ces résidus dépend de divers facteurs tels que le rendement de l'extraction en l'huile.

Les margines des huileries sont une source importante de pollution de l'environnement, en particulier dans les pays producteurs du pourtour méditerranéen, où l'huile d'olive est importante. Lorsqu'elles sont rejetées dans l'environnement, les eaux usées des huileries créent de graves problèmes environnementaux, tels que la coloration des eaux naturelles, l'altération de la qualité des sols, la phytotoxicité et les odeurs gênantes. Plusieurs méthodes ont été rapportées pour éliminer les polluants de ces effluents. Ces technologies peuvent être divisées en trois catégories : biologique, chimique et physique. Le traitement physico-chimique est bien connu et a donné des résultats prometteurs. Plusieurs auteurs ont testé des techniques de coagulation-floculation en utilisant différents coagulants, tels que le sulfate d'aluminium, le chlorure ferrique, le sulfate ferrique et la chaux, mais les études sur l'effet combiné d'un mélange de coagulants sont rares.

Les huileries dotées d'équipements relativement modernes ont des productions de margines pouvant atteindre 150 kg/100 kg d'olives dont la quantité d'eau ajoutée est de 110 kg (Vitolo *et al.*, 1999), tandis qu'avec des dispositifs d'extraction traditionnels la quantité des margines produites est de 40 kg/100 kg d'olives.

En Algérie et en particulier la wilaya de Tizi-Ouzou une région considérée comme productrices d'huiles d'olives par excellence, l'extraction de l'huile génère chaque année des quantités importantes en margines et grignons, l'élimination de ces sous-produits est faite sans tenir compte des effets qu'ils puissent engendrer dans la nature, nous constatons chaque compagne.

La nature organique des margines leur permet d'intégrer le circuit de valorisation agricole comme amendement organique des sols, matières a composté, substrat de culture.

L'objectif de cette étude est d'une part, de réaliser une caractérisation complète des margines brutes issues d'une huilerie moderne et d'autre part, de chercher les conditions optimales pour mettre en œuvre une évaluation de deux différents coagulants chimiques (la chaux, le sulfate d'aluminium) et leur combinaison. Une attention particulière sera portée sur la quantité de boues produites après le traitement par l'action des différents coagulants.

Notre travail de recherche présente plusieurs volets : quantifier les résidus issus de l'extraction de l'huile d'olive et d'autres parts déterminer certaines caractéristiques.

- Un travail sur le terrain consistant à la réalisation d'une enquête auprès des gestionnaires des huileries
- Un travail de laboratoire consistant à la détermination de paramètres analytiques.

Notre étude s'est appuyée sur un échantillon de dix huileries réparties sur quatre communes de la wilaya de Tizi-Ouzou : Souk El Tenine, Ouadhia, Azeffoun et Redjaouna. Le mémoire s'articule autour de trois grands chapitres :

- Le premier chapitre présente une revue bibliographique mettant en contexte le développement de la filière oléicole en Algérie, les procédés d'extraction utilisés et les enjeux liés à la gestion des margines, avec un accent particulier sur la région de Tizi- Ouzou.
- Le deuxième chapitre détaille le matériel et les méthodes mis en œuvre pour la réalisation de l'enquête et des analyses de laboratoire.
- Le troisième chapitre est consacré à la présentation des résultats obtenus, à leur interprétation et à la discussion des effets des traitements testés.

Enfin, une conclusion générale viendra synthétiser les principales observations de ce travail et proposer des perspectives pour une meilleure valorisation et gestion des margines oléicoles dans la région étudiée.

# **Chapitre I**

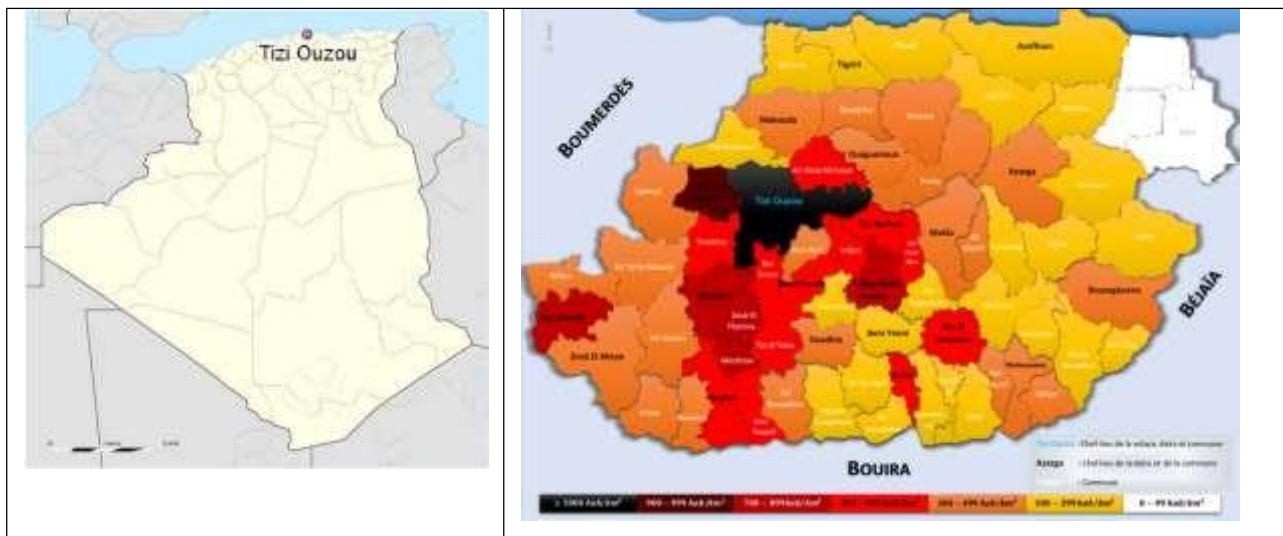
## **Synthèse bibliographique**



## Chapitre I Synthèse bibliographique

### **I.1 Présentation du secteur oléicole national**

L'oléiculture constitue un pilier fondamental de l'agriculture en Algérie, contribuant activement à l'économie nationale et au développement des zones rurales. D'après les données du ministère de l'Agriculture, la superficie consacrée à la culture de l'olivier atteignait environ 440 000 hectares en 2022, avec un objectif ambitieux d'expansion visant 1 million d'hectares d'ici 2030. **Benkhelifa, M. (2023)**. Cette dynamique de croissance est particulièrement perceptible dans les régions historiquement oléicoles telles que la Kabylie, notamment dans la wilaya de Tizi Ouzou, ainsi que dans les Aurès et certaines zones du Centre et de l'Ouest du pays.



**Figure 1** .La carte administrative de la wilaya de Tizi-Ouzou

La production nationale d'olives est estimée entre 7 et 10 millions de quintaux par an, avec une transformation en huile représentant environ 70 % de la récolte. En 2024, la wilaya de Tizi Ouzou s'est distinguée par une production excédant 7,4 millions de litres d'huile d'olive, dépassant ainsi les prévisions initiales **Benkhelifa, M. (2023)**.

Sur le plan des infrastructures, la transformation oléicole repose sur un réseau d'huileries réparties à travers l'ensemble du territoire national. Dans la wilaya de Tizi Ouzou, on recense 339 huileries, comprenant 165 traditionnelles, 60 semi-automatiques et 114 modernes **Benkhelifa, M. (2023)**. À l'échelle nationale, bien que le nombre total d'huileries reste à préciser, cette concentration en Kabylie témoigne du rôle prépondérant de cette région dans la production oléicole algérienne.

## **Chapitre I Synthèse bibliographique**

Le secteur repose essentiellement sur des variétés locales, parmi lesquelles la Chemlal, prisée pour son rendement élevé en huile, et la Sigoise, privilégiée pour la consommation d'olives de table. Malgré un potentiel considérable, plusieurs défis demeurent, notamment la modernisation des infrastructures, la gestion durable des ressources hydriques et l'amélioration des procédés d'extraction, afin de renforcer la qualité et la compétitivité de l'huile d'olive algérienne sur le marché international (**Bensaid et al. 2021**).



**Figure 2.** La récolte manuelle des olives

### **I.2 Classification des huiles d'olive :**

Conformément à la norme émise par le Conseil Oléicole International qui propose des dénominations et définitions, il existe différentes catégories d'huiles d'olive :

#### **I.2.1 Huile d'olive vierge**

L'huile issue des fruits de l'olivier est obtenue exclusivement par des procédés mécaniques ou physiques, dans des conditions thermiques qui préservent ses propriétés. Cette huile ne subit aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration. Elle est ensuite soumise à un processus de classification et à des dénominations spécifiques

##### **a- Huile d'olive vierge extra**

L'huile d'olive vierge se caractérise par une acidité libre, exprimée en acide oléique, ne dépassant pas 0,8 gramme pour 100 grammes. Ses autres propriétés doivent également respecter les critères spécifiques définis pour cette catégorie.

##### **b- Huile d'olive vierge**

L'huile d'olive se distingue par une acidité libre, exprimée en acide oléique, qui ne dépasse pas 2 grammes pour 100 grammes. Ses autres caractéristiques doivent également correspondre aux critères spécifiques établis pour cette catégorie.

**C-Huile d'olive vierge courante**

L'huile d'olive est caractérisée par une acidité libre, exprimée en acide oléique, qui ne dépasse pas 3,3 grammes pour 100 grammes. Ses autres propriétés doivent également satisfaire aux critères spécifiques établis pour cette catégorie.

**I.2.2 Huile d'olive vierge lampante (non propre en l'état)**

L'huile d'olive, dont l'acidité libre exprimée en acide oléique dépasse 3,3 grammes pour 100 grammes et/ou dont les caractéristiques organoleptiques et autres propriétés répondent aux critères de cette catégorie, est destinée au raffinage. Elle peut ensuite être utilisée pour la consommation humaine ou à des fins techniques, telles que :

**a-Huile d'olive raffinée :** L'huile d'olive obtenue par le raffinage d'huiles d'olive vierges présente une acidité libre, exprimée en acide oléique, ne dépassant pas 0,3 gramme pour 100 grammes. Ses autres propriétés respectent les normes établies pour cette catégorie.

**B-Huile d'olive:** L'huile d'olive obtenue par le raffinage d'huiles d'olive vierges présente une acidité libre, exprimée en acide oléique, ne dépassant pas 0,3 gramme pour 100 grammes. Ses autres propriétés respectent les normes établies pour cette catégorie.

**I.2.3. Huile de grignon d'olive**

L'huile produite à partir des grignons d'olive est obtenue par des procédés de traitement aux solvants ou autres procédés physiques. Cependant, elle exclut les huiles dérivées de ré estérification ou mélangées à des huiles d'une autre nature. Sa commercialisation se fait sous des dénominations et définitions spécifiques.ci-après :

**a- Huile de grignon d'olive brute :** L'huile de grignons d'olive, dont les caractéristiques respectent les critères définis pour cette catégorie, est principalement destinée au raffinage. Elle peut ensuite être pour la consommation humaine ou à des fins techniques.

**b- Huile de grignons d'olive : raffinée** L'huile produite à partir de l'huile brute de grignons d'olive est obtenue grâce à des procédés de raffinage qui préservent la structure glycéridique originale. Elle présente une acidité en acide oléique ne dépassant pas 0,3 gramme pour 100 grammes, et ses autres propriétés respectent les critères établis pour cette catégorie.

**c- Huile de grignons d'olive:**L'huile obtenue par le mélange d'huile de grignons d'olive raffinée et d'huile d'olive vierge, adaptée à la consommation directe, possède une acidité libre, exprimée en acide oléique, ne dépassant pas 1 gramme pour 100 grammes. Ses autres caractéristiques

respectent les normes établies pour cette catégorie. Toutefois, ce mélange ne peut, en aucun cas, être désigné comme "huile d'olive" (COI, 2015).

**I.3. Effets de l'huile d'olive sur la santé:** L'huile d'olive, symbole du régime méditerranéen, constitue la principale source de matière grasse de ce mode alimentaire. Des études ont démontré que l'huile d'olive vierge extra contribue à la prévention ou à la réduction de l'athérosclérose, de l'hypertension, de l'obésité, du diabète de type II et des processus inflammatoires (Moreno et al. 2015). Grâce à sa richesse en antioxydants, notamment la vitamine E et les polyphénols, elle joue un rôle dans la prévention des maladies cardiovasculaires, des cancers et du vieillissement. Par ailleurs, les acides gras mono-insaturés qu'elle contient, contrairement aux acides gras saturés présents dans le beurre, la viande et le fromage, permettent de diminuer le taux de mauvais cholestérol, responsable de l'obstruction des vaisseaux sanguins. Elle est également riche en acides oléiques, qui stimulent la production de bile et favorisent une digestion optimale (Benlemlih et Ghanam, 2012).

#### **I.4 Production d'une huile d'olive de qualité:**

La qualité de l'huile d'olive dépend d'une série d'étapes allant du verger jusqu'au distributeur, en incluant la trituration et le stockage. À chaque étape, un ensemble de paramètres spécifiques doit être respecté pour garantir cette qualité. Voici les étapes et les critères essentiels à suivre :

**I.4.1. Le choix de la variété:** La qualité de l'huile d'olive se détermine dès la plantation, notamment par le choix de la variété. Ce choix repose principalement sur les objectifs du producteur, les conditions édapho-climatiques et le système de production envisagé.

**I.4.2. La récolte:** La qualité de la production oléicole dépend du degré de maturité physiologique des olives, de leur durée de séjour sur le filet, de leur contact avec le sol humide après leur chute, ainsi que des techniques utilisées lors de la récolte (**battage, peignes, etc.**) (Tchouar et Selka, 2014). Pour garantir une production optimale, il est essentiel de récolter les olives à un stade de maturité idéal, lorsqu'elles atteignent une coloration violet rouge (Aoukli et Chetouhe, 2019). Les olives doivent être cueillies directement sur l'arbre, à la main ou par secouage mécanique, afin de préserver la qualité de la matière première.



**Figure 3.** Image représente les étapes de maturation des olives

**I.4.3. Le transport des olives:** Le véhicule utilisé pour le transport des olives doit être maintenu propre, et les caisses doivent être disposées de manière à garantir une bonne aération. En cas de trajet prolongé, il est conseillé d'organiser le transport tôt le matin ou tard le soir pour préserver la qualité des olives (Ahmidou et al, 2007).

**I.4.4. Stockage des olives à l'huilerie:** L'extraction des olives juste après la récolte n'est pas toujours réalisable, surtout lors des années de forte production. Pour minimiser leur altération, il est essentiel de les conserver dans un environnement frais, bien ventilé, à l'abri de la lumière et des sources de chaleur. Par ailleurs, réduire le délai entre la récolte et la trituration est crucial. Conformément aux normes du COI, les olives ne doivent pas être stockées plus de 72 heures avant leur trituration.

**I.4.5. Lors de transformation:** Le lavage et l'effeuillage sont des étapes essentielles pour assurer l'hygiène et la qualité de l'huile d'olive. Le lavage doit être effectué avec de l'eau propre et froide pendant quelques minutes (Ahmidou et al, 2007). Lors du broyage, l'utilisation de marteaux est recommandée, car elle permet d'éliminer la rugosité de la pâte tout en augmentant les teneurs en tocophérols et en pigments.

Selon les normes du COI, la durée du broyage varie en fonction des spécificités des olives : elle ne doit pas dépasser 15 à 30 minutes pour les systèmes de pression et 20 à 30 minutes pour les systèmes de centrifugation. Pendant le malaxage, il est crucial de maintenir une température basse (environ 28°C) et une durée comprise entre 15 et 30 minutes. Si ces paramètres sont trop élevés, cela peut nuire aux processus enzymatiques, d'hydrolyse et d'oxydation (Kheloui et Sidi Ali, 2015).

Si l'huile est séparée dans des cuves de décantation, cette opération doit être effectuée au moins toutes les huit heures afin d'éviter le développement d'acidité et des défauts organoleptiques. Enfin, les scourtins doivent être nettoyés une fois par semaine, conformément aux normes internationales, pour prévenir l'augmentation de l'acidité de l'huile.

### **I.5. Hygiène au niveau de l'unité de trituration :**

Les règles d'hygiène sont précisées dans le manuel BPH (Bonnes Pratiques d'hygiène) maintenu au niveau des unités de trituration des olives, il s'agit principalement :

#### **I.5.1 Hygiène des locaux et du matériel:**

L'hygiène et l'entretien des locaux ainsi que du matériel, maintenus dans un état de propreté irréprochable, sont essentiels pour assurer le bon fonctionnement des unités de trituration des olives. Des espaces dédiés au personnel, tels que des vestiaires équipés de casiers individuels pour les vêtements, des toilettes munies de papier hygiénique, ainsi que des lavabos avec savon et essuie-mains, doivent être mis à disposition. De plus, un plan rigoureux de nettoyage et de désinfection régulière des locaux doit être mis en œuvre.

**I.5.2. Hygiène personnel:** Le personnel est tenu de porter des vêtements de travail appropriés, tels que des blouses ou des combinaisons. L'usage du tabac doit être strictement interdit, et des distributeurs d'eau potable doivent être mis à la disposition des ouvriers pour garantir leur bien-être.

**I.5.3. Hygiène de matériel:** Le nettoyage régulier des équipements de production est essentiel pour garantir des conditions d'hygiène optimales et prévenir l'usure des composants métalliques.

### **I.6 Extraction de l'huile : systèmes d'extraction**

#### **I.6.1 L'extraction d'huile d'olive**

Le processus d'extraction de l'huile d'olive se compose de quatre étapes principales : les opérations préliminaires, telles que le nettoyage ; le broyage ; le malaxage ; et enfin la séparation des phases. Ces étapes sont communes à tous les systèmes utilisés dans la transformation des olives. Leur objectif est d'optimiser la quantité d'huile extraite, de faciliter sa libération lors de la séparation des phases solides et liquides, tout en préservant sa qualité (**Chimi, 1997 ; Apparicio et Harwood, 2013**).

Les systèmes d'extraction de l'huile d'olive sont essentiellement de deux types

### I.6.2. Système d'extraction discontinu ou à presse

Ce procédé discontinu repose sur l'utilisation de presses hydrauliques ou métalliques à vis Labdaoui, D. (2018)., permettant de séparer les phases liquides (huile et margine) de la phase solide, constituée par les grignons.

Dans cette méthode, les olives, après avoir été stockées et lavées dans la cour de l'huilerie, sont broyées à l'aide d'un moulin en pierre. La pâte obtenue est étalée en fines couches sur des disques filtrants appelés "scourtins", empilés successivement et maintenus en place par une aiguille centrale (Nadour, 2015). Cette étape nécessite une application progressive et lente de la pression, atteignant entre 200 et 400 kg F/cm<sup>2</sup> (Tchouar et Selka, 2014), pour une durée minimale de 45 minutes (Labdaoui, 2017).

Sous l'effet de la pression, la pâte libère le mout huileux, composé d'huile et de margines (Aoukli et Chetouhe, 2019). Ce liquide s'écoule dans un bac, tandis que les grignons restent déposés sur les scourtins (Tchouar et Selka, 2014). Par la suite, la phase huileuse est séparée des margines, soit par décantation dans des cuves, soit, plus récemment, à l'aide d'une centrifugeuse verticale (Nadour, 2015).



Figure 4. Système d'extraction par presse

### I.6.3. Système d'extraction continu par centrifugation

Ce processus de transformation, largement répandu, repose sur un système d'extraction en continu impliquant deux centrifugations : une verticale suivie d'une horizontale. La centrifugation horizontale peut fonctionner selon deux modes :

- ✓ en deux phases, où aucune injection d'eau n'est requise ou avec l'ajout d'une quantité minimale d'eau.
- ✓ en trois phases, où l'addition d'eau devient indispensable (Labdaoui, 2017).

#### I.6.4. Système d'extraction continu par centrifugation à trois phases

Ce procédé repose sur deux étapes de centrifugation : la première permet de séparer les phases solides des phases liquides, tandis que la seconde isole les phases liquides entre-elle. Pour fluidifier la masse d'olives, une quantité variable d'eau, comprise entre 50 % et 70 %, est ajoutée à une température de 25 à 35°C (Aoukli et Chetouhe, 2019). Au cours de l'extraction, la pâte d'olive est transférée vers une centrifugeuse horizontale qui sépare les grignons des phases liquides (huile et margines). Ensuite, la phase liquide est soumise à une centrifugeuse verticale pour isoler l'huile des margines. De plus, l'ajout d'eau tiède lors du malaxage et de la centrifugation améliore la séparation entre la phase huileuse et aqueuse (Nadour, 2015).

#### I.6.5 Système d'extraction continu par centrifugation à deux phases

Ce système repose sur l'utilisation d'un décanteur associé à une centrifugation à deux phases, qui ne nécessite pas l'ajout d'eau. Il permet de séparer l'huile d'un mélange de texture pâteuse contenant des grignons humides, dont le taux d'humidité varie entre 65 % et 72 % (Nadour, 2015). Avec ce procédé, une seule centrifugation est suffisante pour isoler l'huile des grignons imprégnés par les eaux de végétation, sans avoir recours à la fluidification de la masse d'olives (Aoukli et Chetouhe, 2019). Cette technique utilise une quantité minimale d'eau, impliquant une faible production de margines.

### I.7 Effets de l'industrie oléicole

Le processus d'extraction de l'huile d'olive génère des sous-produits dont la valorisation est essentielle pour limiter les impacts environnementaux. Les principaux résidus sont :

1. **Le grignon d'olive**: Résidu solide constitué de fragments de : Les grignons d'olive, résidus solides issus du pressage, sont constitués de :
  - **Pulpe (mésocarpe)** : Environ **40 %**, riche en fibres et composés organiques.
  - **Noyau (coque)** : Environ **60 %**, essentiellement composé de lignine et de cellulose (hal.science).

Issus du pressage des olives. En Algérie, la production annuelle de grignons est estimée à 156 104 quintaux. (Rais, Z., et al. (2017)) Traditionnellement, ce sous-produit est utilisé comme combustible ou aliment pour le bétail après séchage. Des études récentes suggèrent qu'il pourrait également servir de substrat pour la production de métabolites d'intérêt via des isolats microbiens (fac.umc.edu.dz).

2. **Les margines**: Résidus liquides issus du processus d'extraction, dont la gestion représente un défi environnemental en raison de leur forte charge organique. Pour atténuer leur impact, des recherches explorent des techniques de valorisation telles que leur transformation en compost afin d'améliorer la fertilité des sols Dakhli, R. (2017).

Face à ces enjeux, l'optimisation des procédés de gestion des sous-produits devient un axe stratégique pour assurer une production oléicole plus durable et respectueuse de l'environnement.



**Figure.5** représente les grignons d'olives



**Figure.6** Bassin de récolte des margines d'une usine d'extraction d'huile d'olive (2015).

### **I.7.1. Impact des grignons d'olive sur l'environnement :**

La majorité des grignons sont abandonnés dans la nature, devenant ainsi une source importante de pollution. Ces résidus peuvent être contaminés par des champignons ou libérer des substances toxiques dans l'environnement. Parmi ces substances, les toxines fongiques et les composés polyphénoliques, qui résistent à la dégradation bactérienne, peuvent se lixivier, entraînant des risques sérieux pour la santé humaine et l'environnement. Plusieurs sources d'eau ont été affectées par cette contamination (Saoudi, 2017).

### **I.7.2 Impact des margines d'olive sur l'environnement**

Le rejet des effluents provenant des industries productrices d'huile d'olive représente un problème environnemental significatif, notamment dans les pays du bassin méditerranéen. Ces eaux, particulièrement polluées, engendrent des dommages importants pour les écosystèmes (Benyahia et Zien, 2003).

### I.7.3. Altération de la qualité des eaux

#### I.7.3.1 Facteur liés aux activités humaines

La pollution des eaux de surface est principalement causée par les activités humaines. Les rejets industriels, souvent riches en substances toxiques comme les métaux lourds ou les hydrocarbures, contaminent les rivières et les lacs.

Les activités industrielles contribuent fortement à la pollution des eaux de surface, notamment par le rejet de métaux lourds et d'hydrocarbures. Il a été constaté que des métaux comme le cadmium, le plomb et le mercure se retrouvent fréquemment dans les effluents industriels. Ces substances contaminent les rivières et les lacs de la région. En raison de leur toxicité, elles représentent une menace importante pour la faune aquatique et peuvent rester dans les écosystèmes aquatiques durant de longues périodes. **(khelifi et al.2020)**

L'agriculture intensive joue un rôle majeur dans la pollution des eaux, principalement en raison de l'usage excessif d'engrais et de pesticides. Ces substances, transportées par le ruissellement, contaminent les cours d'eau. Elles entraînent l'eutrophisation, un phénomène qui favorise la prolifération d'algues et compromet l'équilibre des écosystèmes aquatiques, pouvant aller jusqu'à leur destruction.

L'agriculture intensive, marquée par l'utilisation massive de fertilisants et de pesticides, figure parmi les principales causes de la pollution des eaux de surface. Une étude réalisée sur le bassin de l'Oued Tafna en Algérie **(Kadri et al. 2020)** a montré que le ruissellement des nitrates et des phosphates issus des pratiques agricoles contamine les rivières et les lacs de la région. Ce processus provoque l'eutrophisation des eaux, favorisant la prolifération d'algues et détériorant les écosystèmes aquatiques.

Les eaux usées domestiques, lorsqu'elles ne sont pas correctement traitées, représentent une source majeure de pollution pour les cours d'eau. Une étude réalisée à Alger **(Boudraa et al., 2020)** a montré que ces eaux contiennent des déchets organiques, des détergents, des résidus de médicaments et divers produits chimiques. Leur rejet dans les milieux aquatiques contribue à la détérioration de la qualité de l'eau, avec des conséquences néfastes sur la santé publique et les écosystèmes aquatiques.

Les déchets plastiques et autres ordures abandonnés dans la nature finissent fréquemment dans les rivières et les lacs, mettant en danger la faune aquatique. Des objets comme les sacs en plastique et les bouteilles représentent un défi environnemental majeur. **(Fellah et al. 2021)** a mis

en lumière que de grandes quantités de plastiques se retrouvent dans les eaux ; leur lente dégradation et leur ingestion par les animaux aquatiques perturbent les écosystèmes, menaçant la biodiversité et compromettant la santé des milieux aquatiques.

Les activités maritimes et fluviales jouent un rôle important dans la pollution des eaux de surface, notamment à travers les déversements d'huiles et de carburants. Selon une étude menée par l'Université de Constantine (**Khaled et al, 2019**), les déversements accidentels d'hydrocarbures dans la mer Méditerranée, notamment au large des côtes algériennes, ont des conséquences graves sur la qualité de l'eau et la faune marine, perturbant ainsi les écosystèmes.

La pollution industrielle, agricole, domestique, plastique et maritime, combinée, provoque une dégradation importante de la qualité de l'eau. Cette détérioration met en péril les écosystèmes aquatiques ainsi que la santé humaine. La pollution de l'eau en Algérie entraîne de nombreuses conséquences, telles que la contamination des nappes phréatiques, l'eutrophisation des rivières et des lacs, ainsi que des risques sanitaires pour les populations locales dépendant de ces ressources en eau (**Khaled et al, 2020**)

L'étude de Khelifi et al. (2020) s'est penchée sur la contamination des eaux de surface par les métaux lourds, notamment le cadmium (Cd), le plomb (Pb) et le mercure (Hg), issus des rejets industriels. Les concentrations mesurées dans les effluents industriels dépassent souvent les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Par exemple, des niveaux de cadmium allant jusqu'à 0,015 mg/L ont été détectés, alors que la norme de l'OMS est fixée à 0,003 mg/L. Ces métaux lourds sont bioaccumulables et persistent dans les écosystèmes aquatiques, posant des risques pour la faune et la santé humaine.

### **A- Impact sur les eaux:**

#### **Effets des margines sur les eaux :**

##### **1. Oxygène dissous :**

Les margines contiennent une grande quantité de matière organique biodégradable. Lorsqu'elles se retrouvent dans les cours d'eau, leur dégradation par les bactéries entraîne une forte consommation de l'oxygène dissous, augmentant ainsi la demande biologique en oxygène (DBO). Ce phénomène peut provoquer l'asphyxie des poissons et des invertébrés, entraînant la mort de la faune aquatique.

##### **2. pH de l'eau :**

En raison de leur acidité, les margines peuvent entraîner une diminution du pH des eaux dans

lesquelles elles sont déversées. Un pH inférieur à 6 peut avoir des effets néfastes, notamment en perturbant la reproduction des poissons et en modifiant la solubilité des minéraux, ce qui peut accroître leur toxicité.

### **3. Toxicité des composés phénoliques:**

Les margines contiennent des composés aux propriétés antimicrobiennes, antifongiques et insecticides naturelles. Lorsqu'ils se retrouvent dans l'eau, ils perturbent plusieurs organismes essentiels, notamment les micro-organismes épurateurs, les algues qui constituent la base de la chaîne alimentaire, ainsi que les invertébrés aquatiques tels que les insectes et les crustacés. Même en faible concentration, leur effet est cumulatif et persistant, ce qui accentue leur impact sur l'écosystème aquatique.

### **4. Couleur, turbidité, aspect visuel:**

Les margines, de couleur noire à brun foncé et très concentrées, modifient l'aspect des eaux en les colorant. Cette opacité réduit la pénétration de la lumière, ce qui ralentit la photosynthèse aquatique et affecte le développement du phytoplancton, élément essentiel de l'écosystème aquatique. (Mebirouk, 2002).

## **B- Impact sur les sols**

### **Effets des margines sur le sol :**

#### **1 .pH du sol:**

Les margines, ayant un pH compris entre 4 et 5, sont des substances acides. Lorsqu'elles sont épandues en grande quantité sur le sol, elles entraînent une baisse de son pH, ce qui accentue son acidification. Cette modification impacte la disponibilité de certains nutriments essentiels, comme le phosphore, et accroît la toxicité de certains éléments tels que l'aluminium et le manganèse. Par exemple, les sols calcaires ont la capacité de limiter cet effet grâce à leur pouvoir tampon, tandis que les sols déjà acides deviennent encore plus inadaptés à la culture.

#### **2. Structure et porosité du sol :**

Un épandage excessif de margines entraîne une saturation des pores du sol en eau et en matière organique. Cette accumulation diminue l'aération du sol, limite l'infiltration de l'eau et entrave la croissance des racines. En conséquence, le sol peut devenir compact, collant ou manquer d'oxygène, un phénomène particulièrement marqué dans les sols argileux.

#### **3. Activité microbienne et biodiversité:**

Les margines renferment des composés phénoliques, des molécules aromatiques provenant des

olives, qui possèdent un effet biocide. Ces substances éliminent ou inhibent certains organismes essentiels, tels que les bactéries dénitrifiantes et fixatrices d'azote, les champignons bénéfiques et les vers de terre. Leur action perturbe la décomposition de la matière organique et déséquilibre les cycles des nutriments, ce qui peut nuire à la fertilité du sol.

#### **4. Salinité et conductivité électrique:**

Les margines contiennent des sels minéraux dissous, comme le potassium, le sodium et les chlorures, ce qui entraîne une augmentation de la salinité du sol, mesurée par la conductivité électrique. Cette salinité excessive provoque un stress osmotique chez les plantes, rendant l'absorption de l'eau plus difficile. En conséquence, la croissance des cultures sensibles au sel, telles que le haricot et la pomme de terre, est réduite.

#### **5. Matière organique et toxicité:**

Les margines possèdent une forte charge organique, pouvant temporairement enrichir le sol. Cependant, cette matière organique est souvent instable, ce qui entraîne divers effets négatifs, tels qu'une fermentation en milieu anaérobie, la production de gaz toxiques comme le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) et le méthane (CH<sub>4</sub>), ainsi qu'une phytotoxicité, affectant la germination et la croissance des plantes. (Benyahia et Zien, 2003).

#### **C- Impact sur l'air :**

La décomposition des effluents des margines est à l'origine de divers problèmes environnementaux. Leur forte teneur en sels, qui dépasse de 200 fois celle des eaux urbaines, combinée à leur charge organique élevée et leur acidité, sursature les milieux récepteurs. Cette situation favorise des conditions d'anaérobiose, propices au dégagement d'odeurs désagréables causées par la formation de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) lors du processus de fermentation (Yahyaoui, 2012).

### **I.8. Voies de Valorisation des Résidus de l'industrie oléicole :**

#### **I.8.1 Valorisation du grignon d'olive:**

Le grignon d'olive, une ressource renouvelable, peut devenir une source de pollution en raison de sa forte teneur en matière organique, si elle n'est pas exploitée de manière adéquate. Pour éviter ces effets, plusieurs méthodes de valorisation ont été développées (Atmane et Bareche, 2017).

#### **I.8.2 Utilisation du grignon comme combustible :**

Dans la plupart des pays producteurs d'huile d'olive, le grignon est principalement utilisé pour la

production de chaleur, que ce soit à l'échelle domestique ou dans les huileries, notamment durant le processus d'extraction. Plus récemment, il a trouvé des applications en tant que combustible dans les chaudières centrales et les lits fluidisés pour la production d'énergie électrique (Amrani, 2010). Le grignon d'olive possède une valeur calorifique moyenne de 2950 Kcal/Kg, principalement générée par la coque, qui constitue 60 % du grignon brut et offre un pouvoir calorifique relativement élevé de 4000 Kcal/Kg. À l'inverse, la pulpe ne contribue que modestement à la valeur énergétique, avec 1400 Kcal/Kg (Nafzaoui, 1991).

### **I.8.3. Utilisation de grignon d'olive en alimentation animale :**

Selon la littérature, la consommation de grignons d'olives bruts peut entraîner un ralentissement de la croissance chez les animaux. Ce phénomène s'explique par une mauvaise assimilation digestive et métabolique, attribuée principalement à leur fort degré de lignification et aux procédés technologiques utilisés pour l'extraction de l'huile, qui exposent les grignons à des échauffements élevés (Amrani, 2010).

### **I.8.4 Utilisation de grignon d'olive comme fertilisant:**

L'utilisation directe du grignon comme fertilisant est déconseillée, car il s'agit d'un sous-produit difficilement dégradable en raison de sa forte teneur en lignine et de sa phytotoxicité. Pour qu'il soit utilisable comme fertilisant, il est préférable de le soumettre à un processus de compostage, permettant de produire une matière organique stabilisée et non phytotoxique (Amrani, 2010).

### **I.8.5 Utilisation de grignon d'olive comme absorbant :**

La production de charbon actif à partir du grignon d'olive a été largement étudiée pour ses capacités de biosorption des métaux lourds et du phénol. Cette méthode représente une alternative prometteuse pour le traitement des eaux usées et des margines (Atmane et Bareche, 2017).

## **I.9 Valorisation des margines :**

### **I.9.1 Récupération de quelques composants :**

Les recherches dans ce domaine sont encore récentes et portent principalement sur la récupération des composés aromatiques, phénoliques et des solutions de glucides. La partie de la margine, une fois débarrassée de ces composants, peut être valorisée pour la production de biomasse (Benhayoun et al., 2007).

### **I.9.2. Utilisation des margines comme fertilisant :**

Les margines peuvent être transformées en compost fertilisant pour enrichir les sols. Le procédé consiste à mélanger les margines avec divers résidus secs, issus de l'agriculture ou des forêts, avant de les soumettre à une fermentation aérobie-anaérobie. Enfin, un séchage partiel est réalisé, suivi d'un conditionnement sous forme de pellets (**Boudoukhana, 2008**).

### **I.9.3. Transformation des substances organiques des margines en biogaz :**

Le processus de digestion anaérobie permet, grâce à des réactions biochimiques, de convertir environ 85 % des matières organiques en biogaz, composé à 65-70 % de méthane et de dioxyde de carbone (**Loulan, 1987**). Le méthane ainsi produit peut être utilisé comme source de chaleur ou transformé en énergie électrique (**Nefzaoui, 1991**).

### **I.10. Composition des margines**

Les margines, également appelées eaux résiduelles d'extraction de l'huile d'olive, sont des sous-produits générés en grande quantité lors du traitement des olives, notamment dans les systèmes à deux et trois phases (Drouiche et al., 2007). Elles se caractérisent par une forte teneur en eau, représentant entre 83 % et 95 % de leur volume, provenant de l'eau des olives et de l'eau ajoutée lors du malaxage (Bousselmi et al., 2005). Sur le plan organique, les margines contiennent divers composés, notamment des sucres, des acides gras, des polyphénols, des tanins, des protéines, des pectines et des résidus huileux (Djelal et al., 2012).

La fraction minérale comprend principalement du potassium, du calcium, du magnésium, du sodium, du phosphore et de l'azote sous forme ammoniacale ou organique (Boulal et al., 2016). Bien que les polyphénols aient des propriétés antioxydantes importantes, ils sont aussi responsables d'une phytotoxicité notable et perturbent l'activité microbienne du sol (Mekki et al., 2006). En raison de leur charge polluante élevée, un traitement approprié est indispensable avant leur rejet ou valorisation. Néanmoins, leur richesse organique permet de les utiliser dans la production de compost ou de biogaz, à condition de contrôler leur impact environnemental (Sayadi&Ellouz, 1995).

#### **I.10.1. Couleur foncée des margines**

Les margines, effluents liquides issus du processus d'extraction de l'huile d'olive, se distinguent par une couleur foncée, allant du brun au noir. Cette coloration est principalement liée à la présence importante de composés organiques, tels que les polyphénols, les tanins et divers

pigments naturels (Elboughdiri et al., 2006). Ces composés, extraits de la pulpe et de la peau des olives, s'oxydent rapidement au contact de l'air, ce qui intensifie la couleur sombre des margines. Ces effluents contiennent également une grande quantité de matière organique, incluant des résidus végétaux et des composés phénoliques, connus pour leur fort pouvoir colorant et leur toxicité potentielle envers l'environnement. La teneur en polyphénols est généralement très élevée, ce qui leur confère un pouvoir antioxydant important, mais rend également leur traitement plus complexe.

En Algérie, des recherches ont permis de quantifier les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins dans les margines issues des huileries locales. Ces travaux ont confirmé la richesse de ces effluents en composés phénoliques oxydables, responsables en grande partie de leur aspect foncé (Evaluation of the Anticoagulant Activity, s.d.).

D'autres études menées dans la région méditerranéenne ont également montré que la composition chimique des margines varie selon plusieurs facteurs, tels que la variété d'olive, les conditions climatiques et les procédés d'extraction utilisés. Toutefois, un point commun reste la présence systématique de composés foncés oxydables, qui constituent un défi environnemental mais aussi un potentiel de valorisation intéressant, notamment pour l'extraction de substances comme l'hydroxytyrosol (Karray, 2014).

En Algérie, l'intérêt croissant pour la valorisation des margines a conduit à plusieurs études visant à extraire les polyphénols pour les utiliser comme antioxydants naturels, en particulier dans les huiles alimentaires (Bourmad, 2011). Ces initiatives ouvrent la voie à une meilleure gestion de ces résidus, tout en réduisant leur impact environnemental.

### **I.10.2 Origine de la couleur des margines**

La coloration foncée des margines, allant du brun au noir, est due à la forte concentration en composés phénoliques oxydés et en matières organiques (Bousselmi et al. 2005). Lors du traitement, les polyphénols tels que l'hydroxytyrosol et le tyrosol subissent des réactions d'oxydation enzymatique et chimique, générant des quinones qui évoluent en pigments bruns appelés mélanoidines (Feki et al. 2009).

Les tanins et autres composés aromatiques renforcent également cette coloration intense. De plus, la matière organique non biodégradée accentue l'opacité de ces effluents. Cette teinte sombre est donc un indicateur de la forte concentration de composés organiques complexes et,

indirectement, de la toxicité potentielle de ces eaux usées pour l'environnement (Mekki et al., 2007).

### **I.10.3 Techniques d'éclaircissement de la couleur des margines**

L'atténuation de la couleur sombre des margines est essentielle pour réduire leur toxicité et favoriser leur valorisation. Plusieurs techniques physico-chimiques et biologiques sont utilisées à cet effet.

L'adsorption sur matériaux naturels tels que le charbon actif, la bentonite ou la zéolithe a montré son efficacité pour piéger les composés colorés (Drouiche et al. 2007). Les traitements biologiques, utilisant des micro-organismes sous conditions aérobies ou anaérobies, permettent de dégrader partiellement les substances colorées et de réduire la charge polluante globale (Mekki et al. 2006). Les procédés d'oxydation avancée, tels que l'ozonation, l'utilisation de peroxyde d'hydrogène ou les rayons UV, sont également appliqués pour décomposer les composés récalcitrants (Hammami et al. 2008).

Par ailleurs, la coagulation-floculation, utilisant des agents comme le sulfate d'aluminium ou le chlorure ferrique, facilite la précipitation des matières colorées (Drouiche et al. 2007). Enfin, les techniques membranaires, notamment l'ultrafiltration et la nanofiltration, sont de plus en plus étudiées pour concentrer ou éliminer les pigments organiques (Ben Slama et al. 2010). Une approche combinée de ces techniques est souvent recommandée pour optimiser le traitement en fonction des caractéristiques spécifiques des margines produites.



**Figure 5.** Représente la couleur des margines

# **Chapitre II**

## **Matériels et méthodes**

## II.1. Introduction

Cette étude porte sur la détermination des caractéristiques des résidus d'extraction de l'huile d'olive. L'approche méthodologique adoptée se divise en deux volets complémentaires : une enquête de terrain et une analyse en laboratoire des paramètres analytiques. Dans un premier temps, la collecte des échantillons de margine a été effectuée dans plusieurs huileries de la wilaya de Tizi-Ouzou, en utilisant une méthode de prélèvement aléatoire. Cette phase a été précédée d'une enquête auprès des responsables des huileries afin d'identifier les conditions d'exercice de l'activité d'extraction de l'huile d'olive.

## II.2 Enquêtes de terrain

La partie pratique de cette étude enferme dans son premier volet une enquête de terrain. Les enquêtes ont été réalisées auprès de 10 huileries présentes sur le territoire de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Le questionnaire retenu, comporte plusieurs points plusieurs ayant pour objectif de caractériser l'activité des huileries et mettre en relief leurs impacts sur le milieu et les aspects de gestion des sous-produits tels que les margines et les grignons.



**Figure 1.** Huilerie traditionnelle au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou.

### II.2.1. Distribution des échantillons

L'échantillonnage effectué comprend 10 prélèvements des margines et 10 prélèvements de grignons. Cette collecte a été menée dans des huileries réparties sur des différentes communes de la wilaya. Ceci donne une représentation sur l'état des lieux de l'activité des huileries et la gestion des sous-produits de l'extraction de l'huile d'olive dans la wilaya.

Le tableau 1. Distribution des huileries échantillonnées en fonction des communes.

Commune	Souk el thenine	Ouadhia	azzeffoun tizi ouzou
Nombre d'huileries	06	02	01

### II.2.3. composition du questionnaire

Les enquêtes menées dans le cadre de cette étude ont ciblées des informations relatives à l'activité au niveau des huileries et comprenant une série de questions portant sur différents aspects liés à la production d'huile d'olive et à la gestion des déchets des sous-produits oléicoles. Les volets retenus sont les suivants:

#### II.2.3.1 Données administratives

Année de mise en service, Nature du projet, dimensionnement de l'unité, Origines des olives.

#### II.2.3.2 Données Techniques

Fonctionnement, technique d'extraction utilisée

#### II.2.3.3 Etapes de production

Récolte, Broyage, centrifugeuses, malaxage, filtration sélective, presse.

#### II.2.3.4 Rendement d'extraction

Quantité d'huile, quantité de margine, quantité de grignon, analyses de laboratoire, carnet de suivi

#### II.2.3.5 Mode de contribution à l'écologisation

Estimation des quantités, gestion des déchets, destination des margines, destination des grignons, perspectives à l'écologisation, perspectives collective pour un projet d'écologisation

### II.3 paramètres analytiques mesurés

Ces mesures sont essentielles pour caractériser les margines elles fourniront des informations précieuses sur (leurs composition chimique, leur acidité, leurs conductivité électrique et leurs teneurs en matière organique.)

Les résultats obtenus permettraient de mieux connaître ces sous-produits et d'identifier les meilleurs pratiques de gestion et de valorisation.

#### II.3.1 pH des margines

Le pH est une mesure de l'acidité ou l'alcaline d'un milieu, indiquant la concentration d'ions hydrogène ( $H^+$ ) présents dans l'échantillon. La détermination du ph permet d'évaluer le caractère acide ou basique des margines.

##### a) Matériels utilisés :

PH mètre

Échantillons de margines

Eau distillé

Bêcher et tube de 100 ml

##### b) Mode opératoire :

Avant de procéder à la mesure, la sonde du pH mètre a été soigneusement rincée à l'eau distillée, puis essuyée pour éliminer toute contamination. Chaque échantillon de margine a été préparé pour la mesure du pH en suivant

Les étapes suivantes :

- Plongé la sonde du pH mètre dans l'échantillon de margine.
- attendre la stabilité de la mesure, indiquant que la valeur de pH
- lire et enregistrer la valeur du pH indiqué sur le pH mètre.



Figure 2. PH mètre de Laboratoire

**II.3.2. Conductivité électrique des margines :**

Cette méthode permet d'évaluer la quantité de sels solubles présents dans les margines, la mesure de conductivité électrique est un indicateur précieux pour évaluer la qualité des margines et peut-être utilisée dans diverses applications liées à leur utilisation et l'évaluation des effets probablement sur le sol et les cultures.

La mesure de la conductivité électrique des margines a été réalisée suivant le protocole suivant :

**Matériels utilisé :**

- conductivimètre
- Echantillon de margine
- Eau distille
- Tube de 100ml

**Mode opération :**

- Plongez la sonde du conductivimètre dans l'échantillon de margine.
- Laisser la sonde dans le margine jusqu'à ce que la mesure atteigne une stabilité.
- Lire et enregistrer la valeur de conductivité électrique indiquée



**Figure.3** représente le conductivimètre

**II.4. poids du résidu sec des margines :**

Cette méthode de mesure du poids du résidu sec des margines permet d'évaluer la quantité de matière solide restante après l'évaporation de l'eau dans les margines. Elle fournit des informations importantes sur la quantité de résidus contenu dans les margines et doivent éliminer par les procédés de traitements

**Matériel utilisé :**

- . Bouteille de 100ml
- . Éprouvette de 50ml
- . Entonnoir
- . Balance de précision
- . Plaque chauffante

**Mode opératoire :**

- Préparation des échantillons :

On pèse toutes les bouteilles à l'aide d'une balance de précision et on note le poids de la bouteille vide ( $P_{bv}$ ).

Pour chaque échantillon de margine, une prise de 50ml a été versée dans une bouteille À l'aide d'un entonnoir.

- Séchage des échantillons :

Les bouteilles contenant les échantillons de margines ont été placées dans un bain de sable sur une plaque chauffante à une température élevée pour permettre l'évaporation complète de l'eau.

- peser la bouteille avec le résidu séché des échantillons de margines,

Puis enregistrer les valeurs du poids des résidus sec ( $P_{br}$ ) pour chaque échantillon de margine

Calcul :  $(P_{br} - P_{bv}) = Prs$  ;  $Prs$  correspond aux résidus secs présents dans 50ml.

Pour déterminer le poids de résidus présents dans 1litre de margines, on applique la formule suivante :  $Prs * 1000/50$ .



**Figure.4.** Illustration de la détermination du résidu sec des margines

## II.5. Les traitements des margines

L'objectif de ce travail est de tester des traitements de margines dans l'objectif est de réduire la quantité de résidus qu'elles entraînent dans le milieu si elles sont directement déversées sans aucun traitement. Dans le cadre de ce travail nous avons testé 4 traitements, on utilisant 2 produits chimiques : Sulfate d'aluminium et l'oxyde de calcium.

### Matériels utilisé :

<ul style="list-style-type: none"><li>• tube de 100ml</li><li>• Balance de précision</li><li>• sulfate d'aluminium</li><li>• Choux de calcium</li><li>• Ph mètre</li><li>• Conductivimètre</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Echantillons de margines</li><li>• Eau distillé</li><li>• Une pipette de 20ml</li><li>• flacons avec bouchon</li><li>• boites de pétri</li></ul>
--	--

### II.5.1 1



Figure.5 Chaux de calcium



Figure.6 Sulfate d'aluminium

### traitement

#### ➤ Mode opératoire :

Dans un échantillon de 100ml on ajoute une quantité de 13g de sulfate d'aluminium puis on mélange bien et on laisse reposer 24H. Après cette période, nous mesurons le pH et la conductivité électrique dans la partie supérieure après décantation.

### II.5.2. traitement 2 :

#### ➤ Mode opératoire :

Après agitation du tube traité au traitement 1, on ajoute 1.45g de chaux éteinte, puis on laisse reposer pour un moment et nous mesurons le pH et la conductivité électrique dans la partie supérieure après décantation.

Remarque après le traitement 1 et 2, nous avons jeté la majorité du surnageant et récupérer la partie sédimentée pour une pesée après séchage entier.

### II.5.3. traitement 3 :

#### ➤ Mode opératoire :

On verse dans un tube 100ml de margines on ajoute 2g de sulfate de l'aluminium. On laisse reposer pour 24H et nous mesurons le pH et la conductivité électrique dans la partie supérieure après décantation.

#### II.5.4. traitement 4 :

➤ **Mode opératoire :**

On prend les tubes des échantillons du traitement 3 et on ajoute 2.95g du Choux éteinte on laisse reposer pour un moment et nous mesurons le pH et la conductivité électrique.

A l'aide d'une pipette de 200ml on aspire le surnageant de margines et on le met dans des flacons avec bouchon ; le reste de résidu on le met dans des boîte de pétri pour les séché. Des mesures de pH, de CE et de turbidité sont prévues pour les surnageant gardés dans les bouteilles. Sur les boîtes de pétris nous avons prévus de déterminé le poids de résidus secs.

#### II.5.5. traitement 5 :

Ce traitement consiste en un passage des surnageant de margines du traitement 4 à travers une colonne de sol de 1000g puis de 400 g dans l'objectif de purifier ces margines et de réduire la coloration. Des mesures de turbidités ont été ensuite réalisées pour contrôler l'effet du sol sur la qualité des margines.

1) Dans cette expérience, 100 g de sol ont été placés dans différents entonnoirs, puis humidifiés avec 20 mL d'eau du robinet. Un échantillon de margines a ensuite été déposé à la surface du sol. Une bouteille vide a été positionnée sous chaque entonnoir afin de recueillir le liquide filtré. Après une heure d'attente, les échantillons ayant traversé le sol et collectés dans les bouteilles ont été récupérés pour mesurer leur turbidité.

2) On refaire la même expérience mais cette fois on mit de 400g de sol et on ajute 40ml d'eaux de robinet en suite le même protocole et on mesure la turbidité



**Figure. (7) :** Turbidimètre



**Figure. (8) :** Le Protocol utilisé pour filtré les échantillons

## II.6 Mesure de la turbidité

### II.6.1. Turbidité des margines :

Cette méthode permet d'évaluer la teneur en particules en suspension présentes dans les margines. La mesure de la turbidité constitue un indicateur essentiel pour juger de la clarté ou de la charge particulaire des margines, et peut être utilisée dans diverses applications liées à leur traitement, leur réutilisation potentielle, ainsi que pour évaluer leurs effets possibles sur le sol et les cultures.

La mesure de la turbidité des margines a été réalisée selon le protocole suivant :

#### Matériel utilisé:

- Turbidimètre
- Échantillon de margine
- Eau distillée
- Tube de 15ml

**Mode opératoire :** Verser l'échantillon de margine dans le tube de 15 ml.

- Introduire le tube dans le compartiment prévu du turbidimètre.○ Attendre que l'appareil stabilise la lecture.
- Lire et enregistrer la valeur de la turbidité affichée (en NTU).

# CHAPITRE III. Résultats et Discussion

## III.1. Analyse des Enquêtes

L'enquête que nous avons menée auprès des .....s de différentes huileries de la wilaya de TiziOuzou consistait à répondre à un ensemble ..... tions regroupées dans un questionnaire.

Elle avait pour objectif de connaître les périodes de récolte des olives, l'ancienneté des dix huileries étudiées, ainsi que les différentes étapes d'extraction de l'huile d'olive propres à chaque huilerie. De plus, nous avons recueilli des informations sur les rendements d'extraction, exprimés en termes d'huile d'olive, de grignons et de margines

### **III.1.1-Données Administratives**

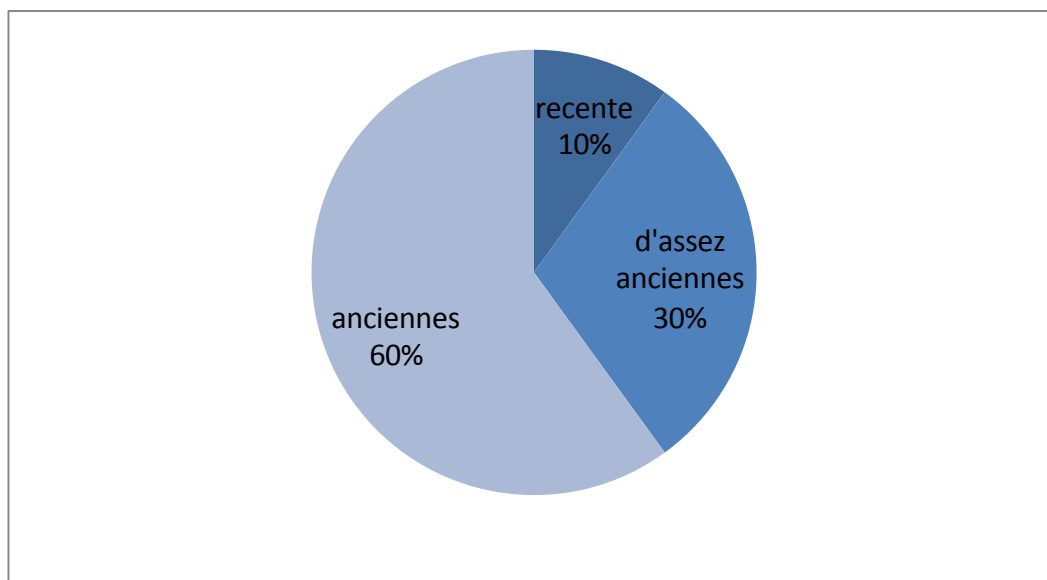
#### **III.1.1.1. Année de mise en service.**

Cette information renseigne sur le nombre d'années d'exercice, ce qui permet d'anticiper les incidences environnementales de l'activité de l'unité. En outre, En ce qui concerne la durée d'exercice, les unités récentes ont des incidences faibles. En revanche, En revanche, les plus anciennes ont une action environnementale étalée dans le temps. L'impact serait alors plus important avec le temps. Pour analyser ce paramètre nous avons fixé trois périodes qualifiant les huileries

- De récentes: année de service 2010 à 2025
- D'assez anciennes: année de service 1990 à 2010
- D'anciennes: année de service avant 1990

Les résultats montrent que les huileries constituant l'échantillon de l'enquête sont :

- A 10% récentes dont la mise en service est comprise dans l'année de 2013
- À 30 % assez récentes dont la mise en service est comprise entre 1994 et 1999
- À 60% ancienne dont la mise en service comprise entre 1936 et 1971



**Figure1.** Période mise en service des huileries

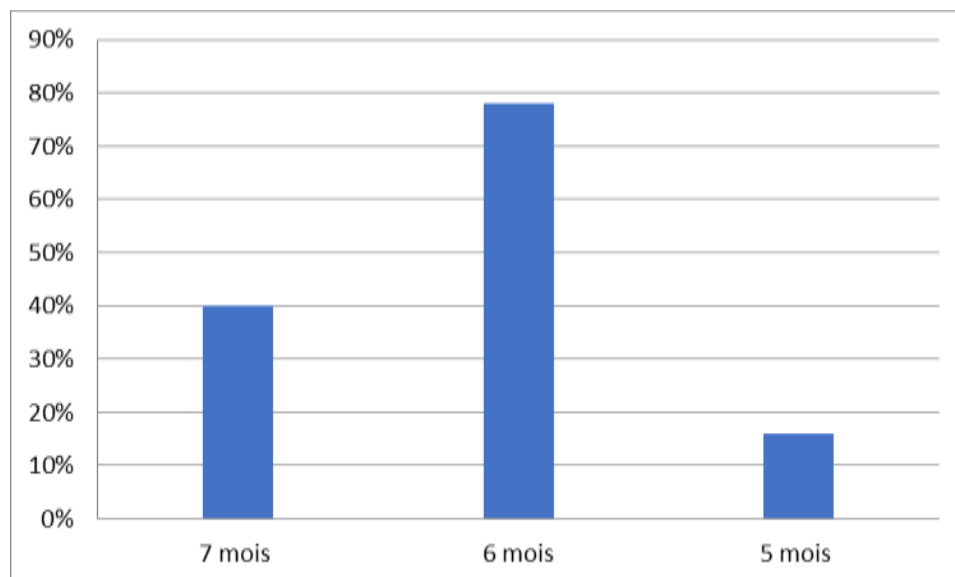
### III.1.2. Etapes avant extraction de l'huile

#### III.1.2.1 Période de récolte

La période de récolte d'après les enquêtes réalisées est variable d'un centre de production à un autre. L'étape de cueillette des olives démarre pour la majorité des zones vers le mois d'octobre et s'étale jusqu'au mois d'avril. Deux paramètres essentiels influencent l'étendue de cette période : la position géographique et le niveau de production.

Quand la production est importante les agriculteurs mettent plus de temps à récolter leurs olives. L'analyse des données révèle que l'étendue de la période de récolte de la majorité est de près de six mois (octobre à avril) à 40% (octobre à mai) pour 24% des centres de production, alors que de (novembre à mars) soit près de 20%. Enfin 20,5% des agriculteurs indiquent que la période de cueillette est de 8 mois d'octobre jusqu'à mai.

Ces données montrent qu'au moins sur la moitié de l'année, les risques des incidences environnementales des sous-produits de l'extraction de l'huile d'olive sont plus importants.

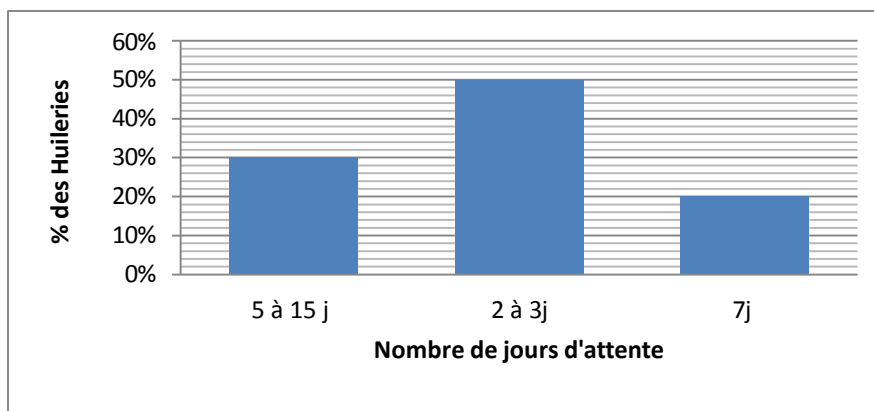


**Figure. 2** périodes de récolte des olives en fonction des huileries

### III.1.2.2 Temps d'attente

Le temps d'attente considéré dans notre questionnaire concerne le nombre de jours que les olives passent dans les aires d'attentes avant qu'elles soient introduites dans le système d'extraction de l'huile. Les réponses apportées montrent que dans la majorité des cas, soit, les olives séjournent entre 2 à 3 jours dans les aires d'attente. Cependant le temps d'attente peut très long, 7 à 15 jours. Cette situation est particulièrement fréquente dans les huileries les plus anciennes à caractère familiale.

Il est à noter que le temps de séjour est tributaire de facteurs techniques mais aussi de facteurs liés à la localisation, au niveau de production et la renommée de l'huilerie elle-même. Enfin l'analyse du reste des paramètres du volet étapes avant extraction (lavage et effeuillage) montre que les huileries présentent une situation semblable.



**Figure.3** distributions des durées d'attente avant trituration des olives

### III.1.2. Quantité de Margines et Grignons

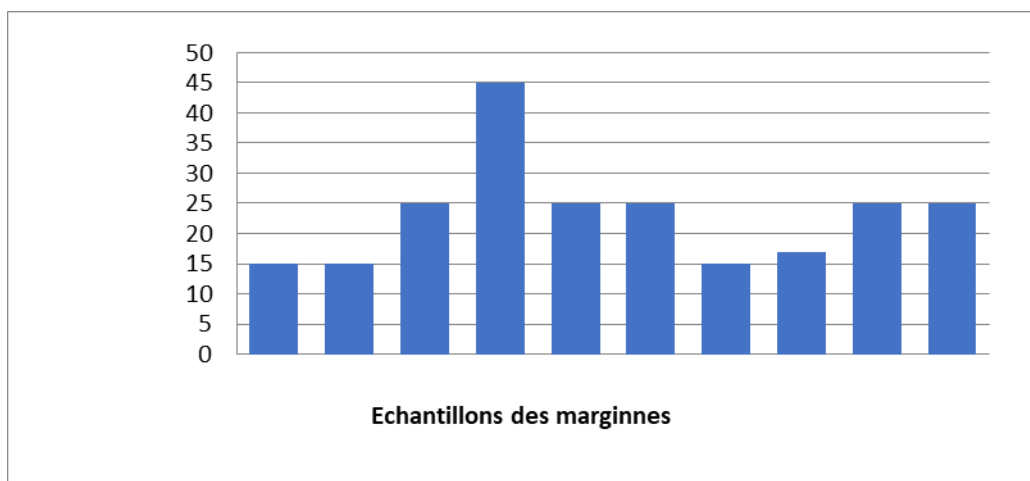
#### III.1.2.1 La quantité de margine

La figure .4 présente la quantité de margines produite par différentes catégories de huileries (C1 à C10). Ces margines, résidus liquides issus de l'extraction de l'huile d'olive, varient en fonction de la méthode ou de la performance de chaque huilerie. Il apparaît que la catégorie C4 génère la plus grande quantité de margines, ce qui peut indiquer soit un rendement élevé en extraction, soit un procédé qui produit plus de résidus. À l'opposé, les catégories C1, C2 et C7 produisent des quantités plus faibles, ce qui peut être le signe d'une extraction plus optimisée ou moins intensive. La plupart des autres catégories, comme C3, C5, C6, C9 et C10, présentent des quantités identiques, traduisant une régularité dans le procédé ou le rendement. La catégorie C8 se distingue légèrement par une quantité un peu plus faible que ces dernières.

- Ces résultats indiquent une forte variabilité de la quantité de margines produites par kilogramme d'olives, traduisant probablement :
  - Des différences dans les procédés d'extraction (systèmes traditionnels, semi-modernes, ou à trois phases)
  - Une quantité d'eau ajoutée variable lors du processus de trituration
  - La teneur en humidité des olives initiales
- L'huilerie C4 se distingue clairement avec une production très élevée, pouvant signaler un processus moins optimisé ou l'usage intensif d'eau.

- Les huileries C1, C2 et C7 pourraient refléter un processus plus économe en eau, ce qui est positif du point de vue environnemental, mais peut aussi signaler des rendements plus faibles ou une extraction incomplète si non maîtrisé.

La production de margines varie fortement entre les unités de production, avec un facteur de 3 entre les valeurs extrêmes. Cette donnée est capitale pour évaluer les volumes à traiter ou à valoriser, et pour ajuster les technologies de traitement des effluents. Elle peut également orienter les recommandations en matière de gestion durable des margines dans la région.



**Figure.4** la quantité des litres des margines extraite de 1 quintal de l'olive

### III.1.2.2 La quantité de grignons

Le graphe-ci-dessous met en évidence les quantités de grignons produites par 10 catégories d'huileries, exprimées en kilogrammes par quintal (kg/q) d'olives traitées. On constate une variation notable entre les catégories, allant de 20 kg/q à 45 kg/q. Les huileries C3 et C4 présentent les plus fortes quantités de grignons avec 45 kg/q, ce qui peut indiquer un rendement de séparation plus faible de la matière sèche ou une méthode d'extraction moins optimisée, laissant plus de résidus solides. À l'inverse, la catégorie C1 enregistre la plus faible quantité, avec 20 kg/q, traduisant potentiellement une extraction plus efficace ou une récupération plus complète de l'huile.

Les huileries C5, C6 et C10 affichent une production de 75 kg/q, ce qui les place dans une moyenne supérieure. Cela pourrait être dû à un équilibre entre récupération d'huile et génération de sous-produits solides. Les huileries C2, C7, C8 et C9 montrent toutes une production stable de 25 kg/q, ce qui reflète une certaine homogénéité dans les procédés ou le type d'équipement utilisé.

Ces résultats soulignent les différences de performance entre les installations, et montrent l'importance de maîtriser les résidus solides (grignons) pour optimiser le rendement global. En effet, une réduction des grignons peut s'accompagner d'une augmentation de la quantité d'huile extraite, ou à l'inverse, indiquer une meilleure séparation et valorisation de chaque composant issu du fruit de l'olive.

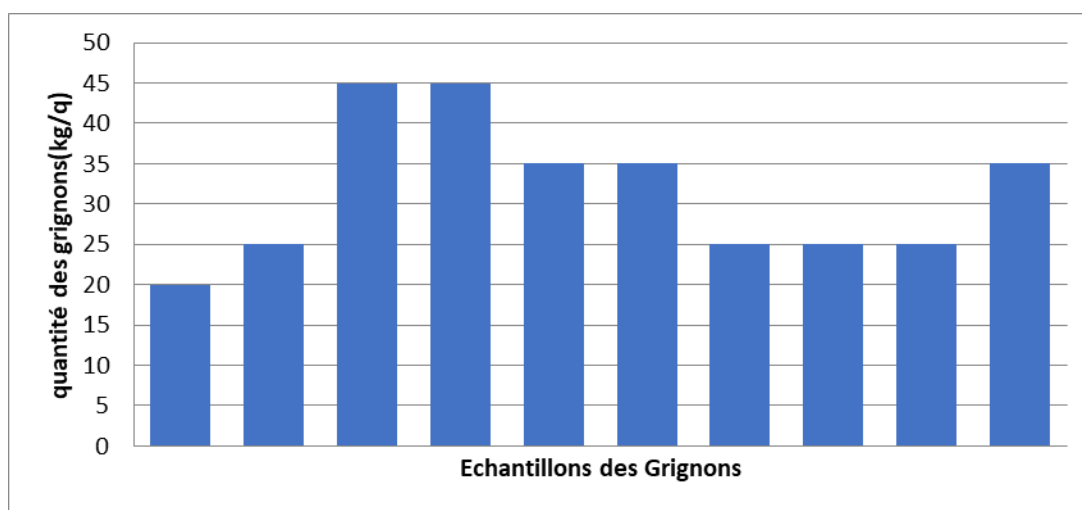


Figure .5 présentation de la quantité de grignons extraite de 1 quintal de l'olive

## III.2. Paramètres analytiques des margines

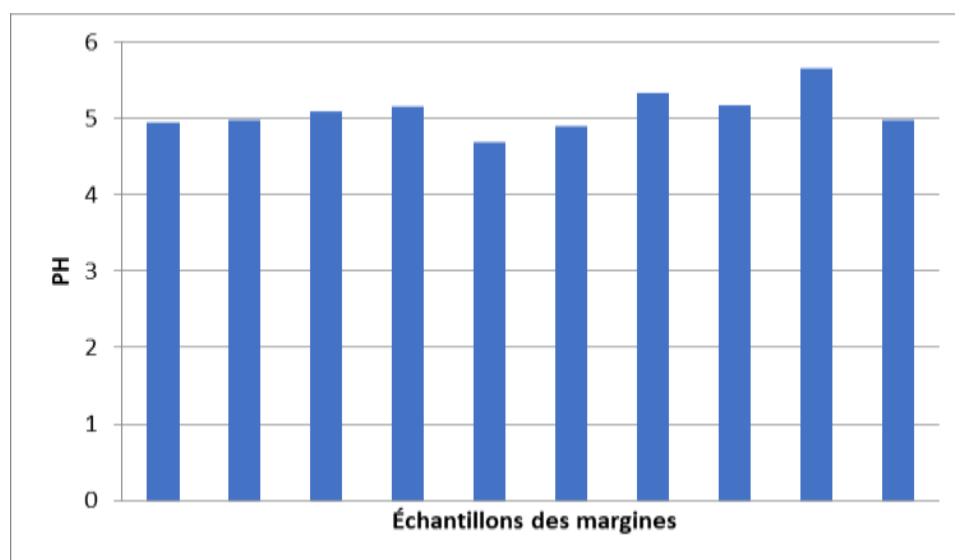
### III.2.1. pH des margines

Le pH est un indicateur fondamental pour caractériser l'acidité des margines, influençant directement leur impact environnemental et les stratégies de traitement envisageables (Institut National de Recherche Agronomique d'Algérie, 2020). Dans cette étude, le pH des échantillons de margines a été mesuré en trois répétitions (triplicats) pour chaque échantillon, afin d'assurer la fiabilité des données et des résultats. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 6.

Le pH le plus acide est observé pour C5 (moyenne  $5,69 \pm 0,09$ ), tandis que C9 présente le pH le plus élevé ( $7,66 \pm 0,08$ ).

Tous les échantillons restent néanmoins dans une plage relativement étroite (6,62–5,72), confirmant le caractère uniformément acide des margines issues de cette huilerie.

Ces résultats sont cohérents avec la littérature, qui rapporte généralement des pH de margines compris entre 4,2 et 8,9, et confirment l'acidité marquée de ces sous-produits oléicoles (Institut National de Recherche Agronomique d'Algérie, 2020). Ils serviront de base pour discuter des implications physico-chimiques de ces effluents (neutralisation, valorisation agricole, traitements biologiques, etc.) dans la section suivante.



**Figure.6** graphe qui présente les résultats de pH des échantillons des margines

- Échantillon le plus acide: C5 (pH = 4.691)
- Échantillon le moins acide: C9 (pH = 5.666)
- Majorité des échantillons (70%) ont un pH compris entre 4.9 et 5.3, ce qui indique une acidité modérée.

Le caractère acide des margines est confirmé, ce qui est typique des effluents issus de l'extraction de l'huile d'olive. Ces valeurs s'inscrivent dans la plage généralement observée dans la littérature (pH 7,2 – 5,9). Les échantillons C5 et C6 présentent des valeurs plus acides, pouvant entraîner une toxicité plus élevée pour les sols si ces margines sont déversées sans neutralisation.

À l'inverse, les échantillons C9 et C7 ont un pH plus proche de la neutralité, ce qui peut faciliter leur valorisation agricole après un traitement minimal.

Les résultats obtenus confirment que les margines de la wilaya de Tizi-Ouzou présentent une acidité importante, nécessitant des stratégies de neutralisation avant toute valorisation ou rejet. Ce paramètre sera crucial pour orienter le choix des traitements chimiques, biologiques ou agronomiques à envisager.

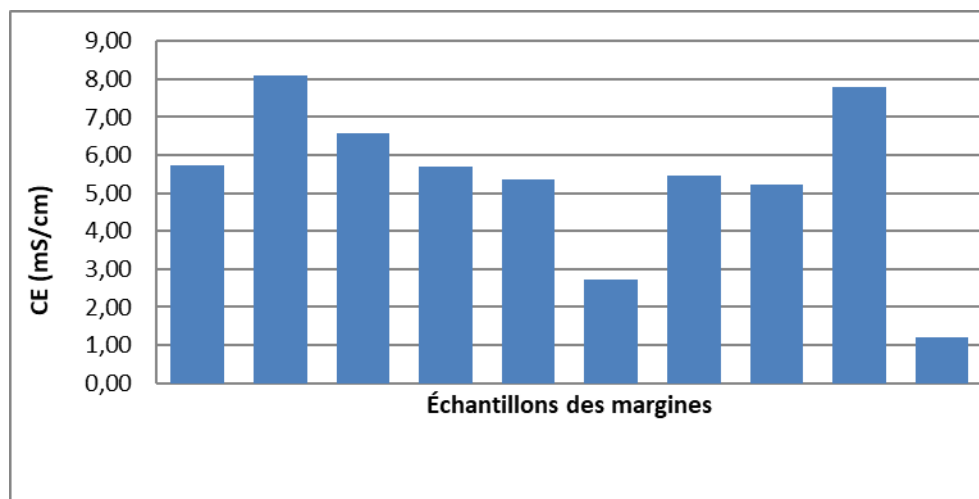
### **III.2.2. La conductivité électrique des margines**

Les résultats des mesures de conductivité électrique (CE) des dix échantillons issus des différentes huileries révèlent une variabilité significative des concentrations en éléments ioniques dissous.

Les valeurs s'échelonnent entre 4.20 mS/cm pour l'échantillon C10, qui présente la conductivité la plus faible, et 4.10 mS/cm pour l'échantillon C2, qui enregistre la plus forte valeur. Cette disparité reflète probablement les différences dans la composition des effluents, influencées par les procédés de traitement, la dilution ou encore la nature des olives utilisées.

Les échantillons C2 et C9 affichent des valeurs élevées (respectivement 8.10 et 7.80 mS/cm), suggérant une forte présence de sels minéraux ou de substances organiques ionisées, souvent associées à une charge polluante plus importante. À l'inverse, C10 et C6 présentent les plus faibles conductivités (1.20 et 2.73 mS/cm), ce qui pourrait indiquer un effluent plus dilué, un meilleur traitement ou une moindre présence de composants ioniques. La majorité des autres échantillons (C1, C3, C4, C5, C7 et C8) se situent dans une plage intermédiaire, reflétant des caractéristiques modérées en termes de pollution ionique.

Ces observations soulignent l'importance de surveiller la conductivité électrique comme indicateur de la qualité des effluents des huileries. Une valeur élevée peut être un signal d'alerte en matière de pollution potentielle, surtout si les rejets ne sont pas traités avant d'être évacués dans l'environnement. Ces données complètent utilement celles relatives aux margines et aux grignons pour une évaluation globale des impacts environnementaux des différentes unités de production.



**Figure .7** graphe qui présente les résultats de CE des échantillons des margines

- Échantillons aux CE les plus élevées :
  - C2 (8.10 mS/cm) et C9 (7.80 mS/cm) → forte charge ionique, probablement liée à une extraction plus intense ou à une faible dilution.
- Plage moyenne (3.8 – 5.1 mS/cm) : C1, C3, C4, C5, C7, C8 → reflètent des niveaux modérés de conductivité électrique.
- Échantillons avec CE les plus faibles :
  - C10 (1.20 mS/cm) et C6 (2.73 mS/cm) → effluents plus dilués, mieux traités ou provenant d'olives de qualité différente.

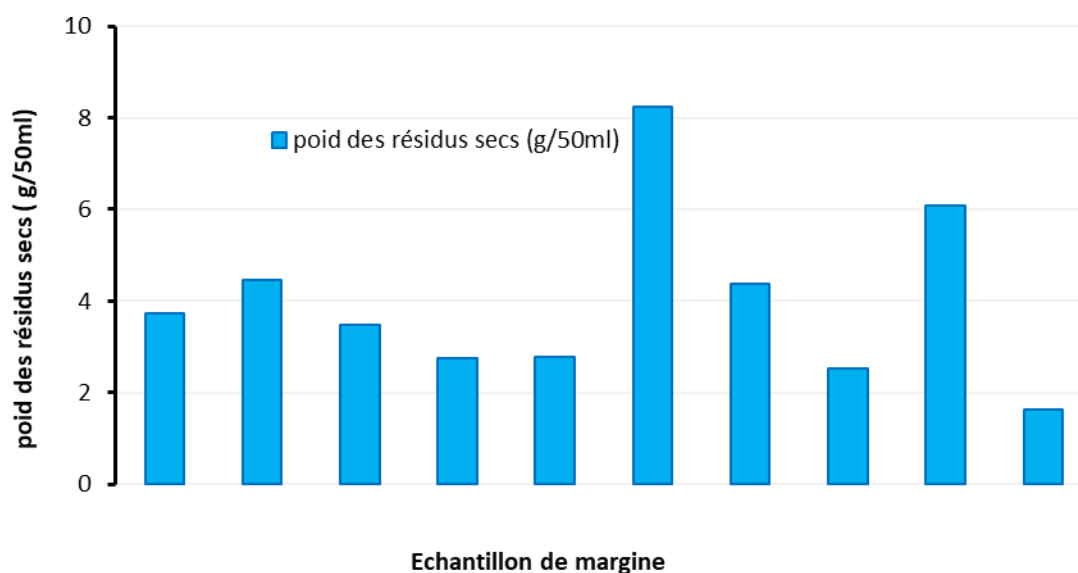
La forte variabilité de la conductivité électrique des margines entre les huileries montre une hétérogénéité des procédés d'extraction et des pratiques de gestion des effluents. Des valeurs élevées doivent être surveillées, car elles peuvent signaler une pollution importante en sels et en matières organiques dissoutes, susceptibles d'impacter les sols et les eaux si les margines sont rejetées sans traitement.

### III.2.3. Poids du résidu sec des margines

La détermination du poids des résidus secs des margines permet d'évaluer la teneur en matières solides non volatiles présentes dans les margines issues du processus d'extraction de l'huile d'olive. Cette mesure constitue un indicateur essentiel pour caractériser la charge polluante de ces effluents et pour orienter les stratégies de traitement et de valorisation (Institut National de Recherche Agronomique d'Algérie, 2020)

Les résultats obtenus pour 30 échantillons analysés sont présentés dans le tableau ci-dessus. Les valeurs du résidu sec (exprimées en g/50 ml) varient considérablement d'un échantillon à un autre, allant de 4,27 g/50 ml (échantillon 25) à 11,91 g/50 ml (échantillon 26). Cette large variation reflète une hétérogénéité importante dans la composition des margines collectées, probablement liée à plusieurs facteurs :

- Le procédé d'extraction utilisé (mécanique à deux ou trois phases, ou extraction traditionnelle),
- Le type d'olives pressées (variété, maturité),
- La quantité d'eau ajoutée lors du processus d'extraction,
- Et le mode de stockage des margines avant analyse.



**Figure.8 :** Poids (g/50ml) des résidus sec contenus dans les margines

La majorité des échantillons présentent des valeurs comprises entre 2,5 et 5 g/50 ml, indiquant une charge modérée en matière sèche. Toutefois, certains échantillons (notamment les n°16, 17 et 26) affichent des valeurs très élevées, atteignant respectivement 4,15, 6,29 et 1,91 g/50 ml. Ces niveaux suggèrent une forte concentration en composés organiques et minéraux, ce qui représente une problématique environnementale significative en cas de rejet direct dans le milieu naturel.

Inversement, quelques échantillons présentent des valeurs relativement faibles, inférieures à 4 g/50 ml (échantillons 23, 25, 28, 29, et 30). Ces margines pourraient être issues de procédés d'extraction plus dilués ou d'olives moins chargées en composés solides.

Ces résultats soulignent l'importance d'une caractérisation précise et systématique des margines avant tout traitement, afin d'adapter les procédés de valorisation (compostage, méthanisation, filtration, etc.) aux caractéristiques physico-chimiques des effluents. De plus, le calcul de la charge en résidus secs par litre (en multipliant par 20 les valeurs obtenues pour 50 ml) montre que certains échantillons peuvent contenir jusqu'à 568,2 g/l de matière sèche (ex. échantillon 26), ce qui représente un défi important pour les filières de traitement classiques.

En somme, cette analyse met en évidence la variabilité des margines issues des huileries locales et souligne la nécessité d'un encadrement rigoureux des pratiques de gestion et de valorisation de ces déchets agro-industriels.

### III.2.4. Quantité de résidus secs extrapolée à 1 litre de margines

Pour affiner l'interprétation des données obtenues lors de la mesure du résidu sec des margines, les valeurs initialement déterminées pour 50 ml ont été extrapolées à 1 litre, en appliquant la relation suivante :

$$\text{Résidu sec (g/L)} = (\text{Résidu sec pour 50 ml}) \times 1000 / 50.$$

N° des bouteille	poids des résidus secs (g/l)
C1	74.4
C2	89.3
C3	69.4
C4	
C5	
C6	
C7	87.4
C8	50.2
C9	121.6
C10	32.7

**Tableaux.1** Poids des résidus secs (g/L) des 10 échantillons de margines

Les résultats montrent une variabilité importante entre les différents échantillons, avec des valeurs comprises entre 37,73 g/L (échantillon C10) et 264,67 g/L (échantillon C6)

L'échantillon C6 présente la valeur la plus élevée de résidus secs, ce qui pourrait indiquer une marge plus concentrée en matière organique ou un faible ajout d'eau pendant le processus

d'extraction. À l'inverse, C10 affiche la valeur la plus faible, traduisant une dilution plus importante ou un taux de matières organiques plus faible.

Ces résultats confirment que les margines sont des effluents riches en matière sèche, avec des charges polluantes potentiellement élevées. Cela renforce l'importance de bien caractériser ces effluents avant d'envisager leur traitement ou leur valorisation, notamment pour des usages agricoles ou énergétiques

### **III.3. Traitements des margines**

Dans le but de limiter l'impact environnemental des margines, connues pour leur forte charge organique et minérale, plusieurs procédés de traitement ont été envisagés. Parmi ces traitements, l'utilisation de coagulants chimiques permet de réduire la charge polluante par la précipitation des matières en suspension et la diminution des paramètres physico-chimiques tels que le pH et la conductivité électrique. Le traitement par sulfate d'aluminium (SAl) et la chaux éteinte (CaO) est un procédé couramment utilisé pour la clarification des effluents, grâce à son pouvoir de coagulation-floculation. Dans le cadre de ce travail, ces coagulants a été appliqué à des échantillons de margines afin d'évaluer son efficacité à travers la variation du pH et de la conductivité électrique après décantation.

#### **III. 3.1.Traitement 1:**

Dans le cadre de ce travail, nous avons évalué l'efficacité du sulfate d'aluminium SAL ( $Al_2(SO_4)_3$ ) comme agent de traitement des margines, dans le but de réduire leur charge polluante avant leur rejet dans le milieu naturel. Ce coagulant est reconnu pour ses propriétés de floculation, permettant d'agglomérer les particules en suspension et de favoriser leur décantation. Pour chaque échantillon de margine, une dose de 1 g de SAL a été ajoutée à 100 ml d'échantillon. Après 24 heures de repos, des mesures de pH et de conductivité électrique (CE) ont été réalisées sur la phase décantée.

Les résultats obtenus sont représentés dans les graphiques ci-dessous, comparant les valeurs brutes (avant traitement) et traitées (après ajout de SAL) pour chaque échantillon. Ces graphiques permettent de visualiser clairement l'effet du traitement sur la réduction de la CE ainsi que sur l'acidification modérée du milieu.

### III. 3.1.1. Mesure de la Conductivité électrique :

Globalement, d'après la figure 8, après le traitement 1, il s'est produit une diminution de la conductivité électrique dans deux échantillons, notamment C1 (de 6,5 à 5,6 mS/cm) et C9 (de 9,5 à 8,5mS/cm), indiquant une légère réduction des ions dissous. Cette baisse suggère un effet de coagulation et de précipitation de certaines particules chargées. Cependant, certains échantillons (C2, C4, C7 et C9) ont montré une augmentation de la CE après traitement. Par exemple, l'échantillon C2 est passé de 8,9 à 9,3 mS/cm, ce qui peut être attribué à la dissociation des ions provenant du sulfate d'aluminium lui-même, ou à une dissolution de sels solubles à partir des résidus de présents dans les margines

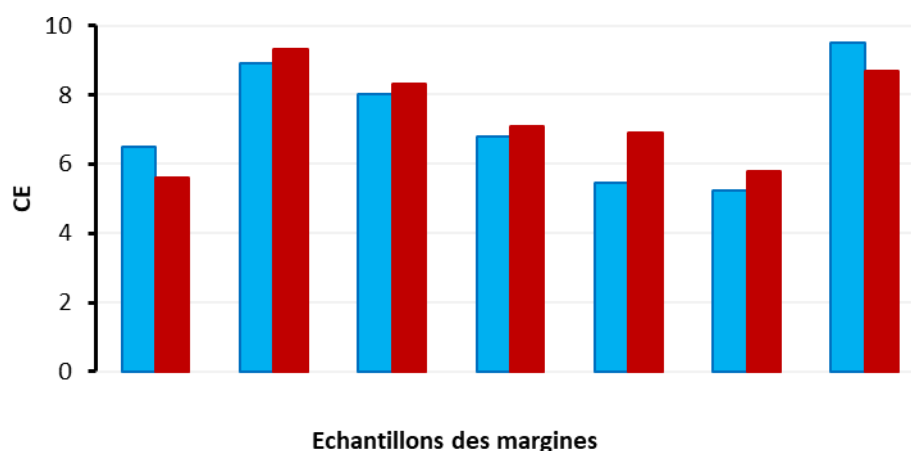


Figure .8. CE des margines après traitement 1.

Ce phénomène montre que le Sulfate de l'aluminium peut, dans certains cas, augmenter la teneur soluble si les conditions de dosage ou de décantation ne sont pas optimisées.

### III. 3.1.2. Mesure du pH

La mesure du pH, montre une diminution systématique dans tous les échantillons après traitement. Cette chute est due à l'acidité naturelle engendrée par les sulfates d'aluminium. Par exemple, l'échantillon C7 a vu son pH passer de 5,334 à 5,019, et C4 de 5,154 à 6,636. Cette acidification est cohérente avec le mécanisme de coagulation par le Sulfate de l'aluminium qui libère des ions  $H^+$  en solution, abaissant ainsi le pH. Cela indique que le traitement rend les margines plus acides, ce qui peut être un avantage ou un inconvénient selon les objectifs du traitement ultérieur (épandage, biodégradation, etc.).

Ces résultats montrent que l'effet du sulfate d'aluminium dépend fortement de la composition initiale des margines. Il est efficace pour abaisser le pH et, dans certains cas, réduire la conductivité, mais son efficacité est variable selon les échantillons. Une optimisation du dosage et du temps de décantation serait nécessaire pour garantir une efficacité maximale.

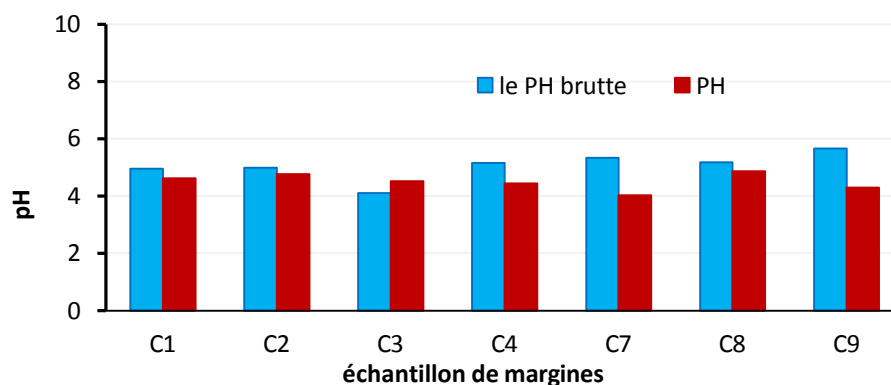


Figure .9 pH des margines après traitement 1

### III. 3.1. 3. Turbidité

Concernant la mesure de la turbidité des échantillons de marge, malgré plusieurs tentatives réalisées à l'aide du turbidimètre, nous n'avons pas pu obtenir de résultats exploitables. Les valeurs affichées étaient incohérentes, probablement en raison de la nature très chargée et complexe des margines, notamment la forte coloration qui a pu perturber la lecture de la turbidité.

### III. 3.2. Traitement 2

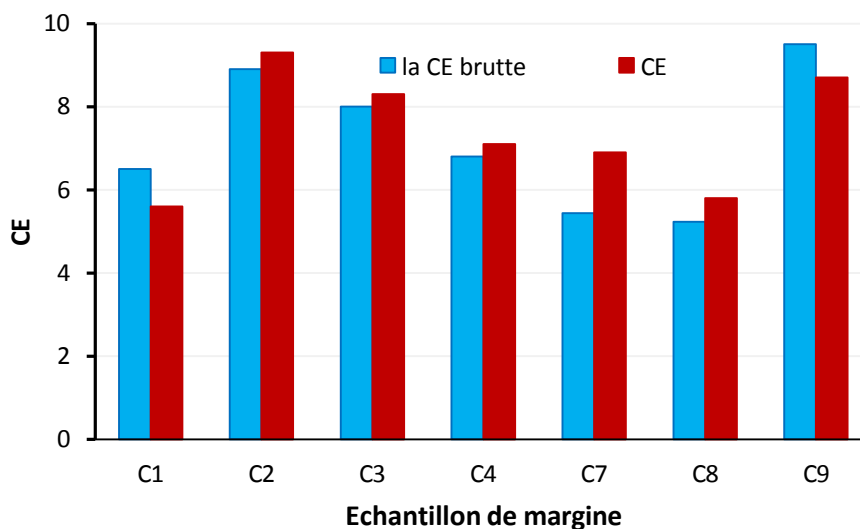
#### III. 3.2.1. La conductivité électrique (CE)

La Figure 10 présente la comparaison des valeurs de la conductivité électrique avant et après traitement pour les échantillons C1 à C9.

Dans la majorité des cas, la CE a diminué après le traitement, ce qui témoigne d'une précipitation efficace des charges ioniques:

- C1 : de 6,5 à 7,6 mS/cm
- C3 : de 3 à 8,3 mS/cm
- C8 : de 5,23 à 7,8 mS/cm
- C9 : de 9,5 à 8,7 mS/cm

Cependant, certains échantillons comme C2 et C4 ont montré une légère augmentation de la CE, probablement due à la libération d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  ou  $\text{SO}_4^{2-}$  supplémentaires issus des réactifs, ou à une réaction incomplète.



**Figure .10** Graphe représente les résultats du CE suivant au traitement 2.

### III.3.2.2 pH

La Figure 11 illustre l'évolution du pH brut et du pH après traitement 2. Contrairement aux attentes (où l'oxyde de calcium devait neutraliser l'acidité du SAL), le pH a diminué de manière significative dans presque tous les échantillons. On observe par exemple:

- C1 : de 4,951 à 3,885
- C4 : de 5,154 à 7,108
- C8 : de 5,177 à 4,111

Seul l'échantillon C7 présente un pH relativement stable après traitement (de 5,334 à 5,004), indiquant une efficacité partielle de la neutralisation.

Les résultats indiquent que le traitement combiné n'a pas permis de neutraliser efficacement l'acidité générée par le sulfate d'aluminium, malgré la présence de CaO. Cela peut s'expliquer par un rapport massique SAL/CaO non optimal, ou une réaction incomplète entre les réactifs et les composés acides présents dans les margines. En revanche, la baisse généralisée de la CE montre que ce traitement reste pertinent pour réduire la charge ionique, un objectif important pour limiter l'impact environnemental du rejet des margines.

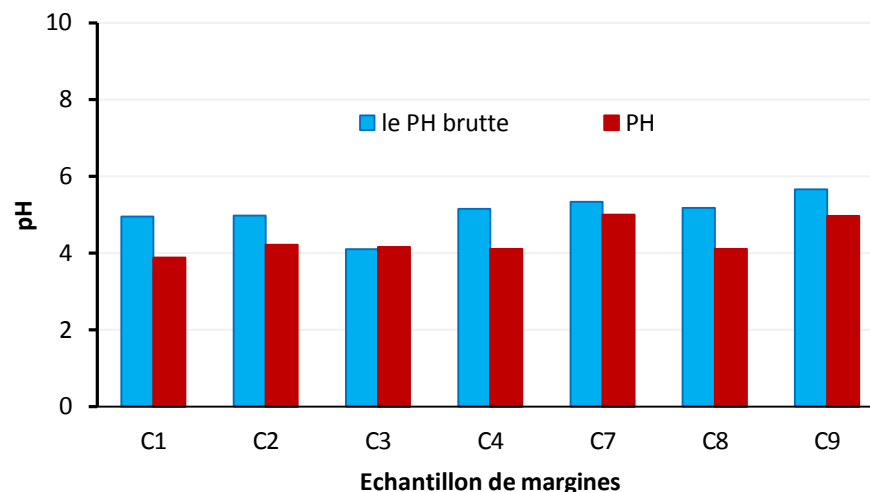


Figure .11 Graphe représente les résultats du pH suivant au traitement 2.

### III.3.2.3 La turbidité

Les échantillons de marge, nous n'avons pas pu obtenir de résultats exploitables.

### III.3.3 traitement 3:

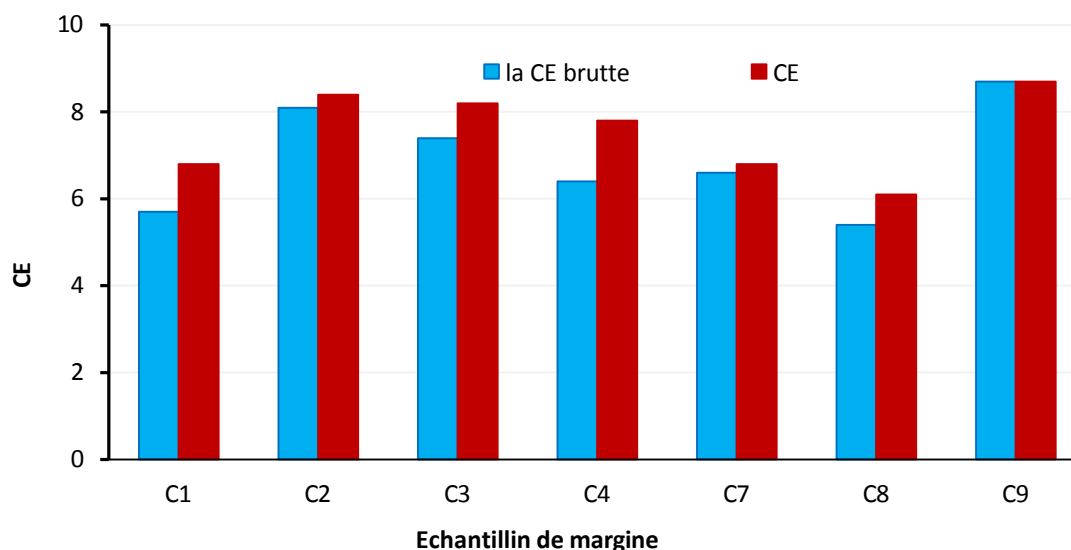
Ce troisième traitement a pour objectif d'examiner l'effet de l'augmentation de la dose de sulfate d'aluminium, sans ajout de neutralisant, sur les propriétés physico-chimiques des marges. Les mesures de la conductivité électrique(CE) et du pH ont été effectuées avant et après traitement sur les échantillons C1 à C9.

#### III.3.3.1 La conductivité électrique (CE)

La Figure 12 présente les variations de la CE avant et après traitement. Contrairement aux traitements précédents, ce traitement à haute dose de SAL a provoqué une augmentation de la CE dans tous les échantillons, ce qui s'explique par l'introduction d'un excès d'ions provenant du sulfate d'aluminium.

Quelques exemples notables:

- C1 : de 5,7 à 6,8 mS/cm
- C3 : de 7,4 à 8,2 mS/cm
- C4 : de 6,4 à 7,8 mS/cm
- C9 : stable à 8,7 mS/cm



**Figure .12** Graphe représente les résultats du CE suivant au traitement 3.

Cette hausse est un indicateur d'une surcharge ionique, probablement due à une concentration excessive en sels solubles issus du réactif ajouté.

### III.3.3.2 pH

En parallèle, la Figure 13 montre une baisse marquée du pH dans tous les échantillons, confirmant l'effet acide du sulfate d'aluminium. Par exemple :

- C1 : de 4,951 à 3,551
- C4 : de 4,902 à 3,227
- C8 : de 5,052 à 3,941

Cette acidification accentuée peut s'avérer néfaste pour le sol ou les eaux de rejet, en augmentant la toxicité potentielle du résidu si non neutralisé.

Les résultats montrent que l'augmentation de la dose de SAL à 2 g sans neutralisant entraîne une augmentation de la conductivité électrique et une acidification importante des margines. Cela indique que, bien que le coagulant soit potentiellement efficace pour précipiter certaines matières organiques, il est contre-productif sans ajustement du pH, car il augmente la charge ionique du milieu. Ce traitement, en l'état, ne serait pas recommandé pour une application directe sans neutralisation secondaire.

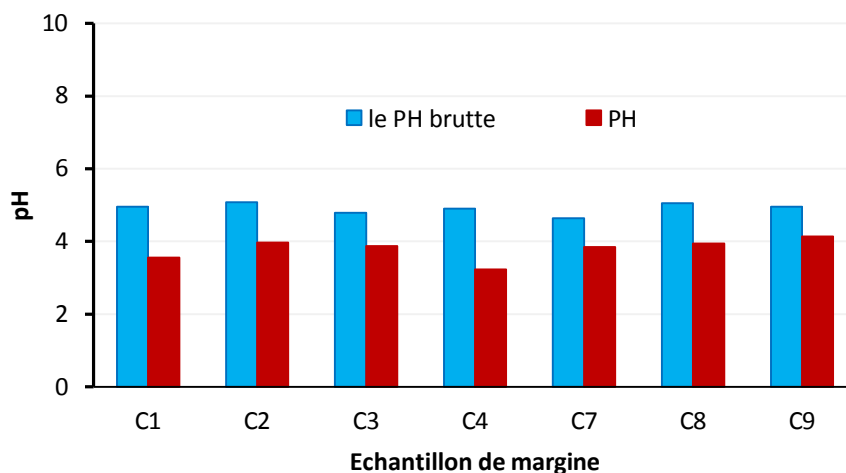


Figure .13 Graphe représente les résultats du pH suivant au traitement 3.

### III.3.3.3 Turbidité

Nous n'avons pas obtenu de résultats lors de la première tentative de mesure de la turbidité. Pour améliorer la qualité des échantillons, nous avons alors essayé de filtrer les margines à l'aide de 100 g de sol. Après filtration, la turbidité a été mesurée à nouveau, ce qui nous a permis d'obtenir les résultats que pour 2 échantillons suivants :

C1 : 116,2

C8 : 159,2

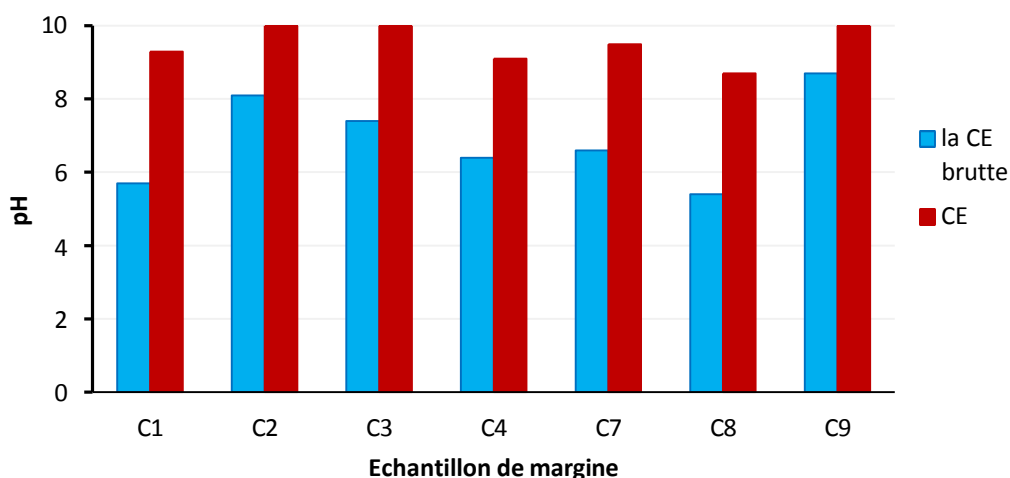
### III.3.4. traitement 4

Dans ce quatrième traitement, une quantité plus importante de sulfate d'aluminium (2 g) est utilisée en combinaison avec 2,5 g d'oxyde de calcium, afin de neutraliser l'acidité induite tout en favorisant la coagulation des particules en suspension.

### III.3.4.1 La conductivité électrique (CE)

Les résultats de la Figure 14 montrent une augmentation significative de la CE dans tous les échantillons après le traitement. Cette augmentation est due à la contribution ionique combinée des deux réactifs (SAL et CaO) ajoutés. Par exemple:

- C1 : de 5,7 à 9,3 mS/cm
- C3 : de 7,4 à 10,4 mS/cm
- C9 : de 8,7 à 10,01 mS/cm



**Figure .14** Graphe représente les résultats du CE suivant au traitement 4.

Cette hausse de la conductivité indique une charge saline accrue, ce qui suggère que bien que la précipitation des matières organiques ait lieu, elle s'accompagne de la libération d'ions en solution. Cette évolution doit être prise en compte si les margines sont destinées à être réutilisées ou rejetées dans l'environnement.

### III.3.4.2 pH

La Figure 15 montre l'effet modérateur du CaO sur l'acidité induite par le sulfate d'aluminium. Toutefois, le pH final reste relativement acide dans tous les échantillons. Exemples:

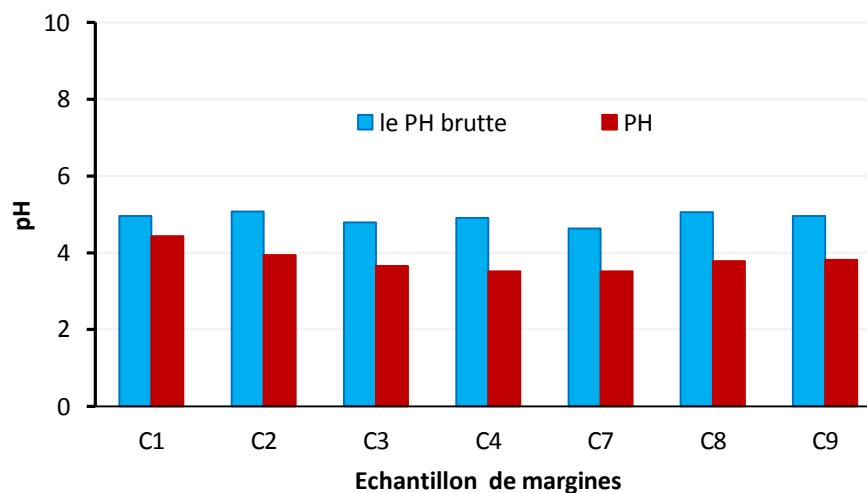
- C1 : de 4,951 à 4,432
- C4 : de 4,902 à 3,51

- C9 : de 4,955 à 3,811

Ces résultats suggèrent que malgré la présence d'un agent basique, la quantité de CaO utilisée n'est pas suffisante pour une neutralisation complète de l'acidité introduite par 2 g de SAL. Ce compromis entre efficacité de coagulation et stabilité du pH reste un enjeu majeur dans l'optimisation du traitement.

Ce traitement combiné montre une efficacité physico-chimique certaine, en termes de précipitation et d'amélioration de la décantation. Cependant, la forte élévation de la CE pose un problème de salinité, tandis que le pH reste inférieur à 5 dans la majorité des cas, ce qui pourrait compromettre l'usage agricole ou environnemental direct des margines traitées.

Il serait pertinent, dans des perspectives futures, d'ajuster finement les doses des deux réactifs, voire d'envisager un traitement secondaire, pour assurer une meilleure neutralisation du pH sans surcharge ionique.



**Figure .15** Graphe représente les résultats du pH suivant au traitement 4.

### III.3.4.3 La turbidité

Dans une seconde tentative, nous avons augmenté la quantité de sol utilisée pour la filtration des margines en employant 400 g, dans le but d'améliorer davantage la clarté des échantillons avant la mesure de la turbidité. Cependant, malgré cette modification, aucune mesure exploitable n'a pu être obtenue. Les résultats sont restés absents

Plusieurs causes peuvent expliquer ces échecs :

- Une turbidité extrêmement élevée des margines, probablement bien au-delà de la capacité de détection de l'appareil utilisé.
- La présence de matières organiques grossières ou de bulles d'air, susceptibles d'interférer avec le faisceau lumineux de l'instrument.
- Des limitations techniques de l'appareil lui-même, qui pourrait ne pas être conçu pour traiter des échantillons aussi complexes que les margines brutes.

## IV. Conclusion générale et perspectives

La gestion des margines issues de l'extraction de l'huile d'olive constitue aujourd'hui un enjeu environnemental majeur, en particulier dans les zones à forte activité oléicole telles que la wilaya de Tizi-Ouzou. Ces effluents liquides, riches en composés organiques, minéraux et substances phénoliques, sont caractérisés par une charge polluante très élevée. Leur rejet direct dans l'environnement, sans traitement préalable, engendre de graves perturbations au niveau des sols, des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques.

Dans le cadre de ce travail, une approche méthodologique combinant enquête de terrain et analyses de laboratoire a été adoptée. L'enquête, menée auprès de dix huileries réparties dans différentes communes de la wilaya, a permis de mettre en évidence une grande variabilité des pratiques de gestion des margines, ainsi qu'un manque de dispositifs adaptés au traitement de ces effluents. Parallèlement, les analyses physico-chimiques réalisées sur les échantillons collectés ont révélé des caractéristiques préoccupantes : des valeurs de pH acides le plus acide : C5 (pH = 4.691), et le pH le moins acide : C9 (5.666) une conductivité électrique élevée le plus élevées : C2 (8.10 mS/cm) et C9 (7.80 mS/cm) la plus moyenne ( 3.8-5.1 mS/cm) : C1 ; C3 ; C4 ; C5 ; C7, C8) et la plus faible : C10 (1.20 mS /cm) et C6 (2.73 mS /cm) et des concentrations importantes en résidus secs la plus élevée C6 ( 164 ,67 g/L) et la plus faible C10 (32.73 g/L) témoignant de la forte pollution de ces rejets.

Face à cette situation, des essais de traitement physico-chimique ont été réalisés en laboratoire afin d'évaluer l'efficacité de solutions simples et accessibles. L'utilisation du sulfate d'aluminium ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), seul ou en combinaison avec la chaux de calcium (CaO), a permis une réduction partielle de l'acidité et de la turbidité des margines. Toutefois, cette méthode a entraîné une augmentation notable de la salinité, ce qui pourrait à terme affecter les sols en cas d'épandage. En parallèle, des tests de filtration sur sol ont été effectués. Bien que les premiers résultats aient été encourageants, leur reproductibilité reste encore à confirmer.

Ces observations mettent en lumière la complexité du traitement des margines, ainsi que la nécessité d'adapter les solutions proposées aux réalités techniques, économiques et environnementales du contexte local. En dépit des limites rencontrées, les expérimentations menées ouvrent des perspectives intéressantes pour l'élaboration de solutions durables, basées sur les ressources disponibles et les capacités des huileries artisanales et semi-modernes.

Ainsi, plusieurs orientations peuvent être envisagées pour une gestion plus efficace des margines.

Il serait nécessaire de

- promouvoir la modernisation des unités d'extraction afin de limiter la production de margines à la source, tout en encourageant le recours à des techniques de traitement simples et économiquement viables comme la filtration ou la neutralisation.

- La réalisation d'expérimentations à plus grande échelle, en conditions réelles, permettrait de valider les procédés testés au laboratoire et d'en évaluer l'efficacité sur le terrain. En parallèle,
- l'élaboration d'un cadre réglementaire spécifique et incitatif pour la gestion des sous-produits oléicoles s'impose, afin d'orienter les pratiques vers une approche plus durable.
- La sensibilisation des acteurs locaux, producteurs et gestionnaires d'huileries, à l'impact environnemental des rejets et aux opportunités de valorisation représente également un levier essentiel pour la réussite de cette transition.

Enfin, ce travail ouvre la voie à des recherches pluridisciplinaires plus approfondies, qui devront porter sur l'évaluation globale de l'impact environnemental de la production oléicole, la faisabilité de la valorisation des margines en agriculture, en compostage ou en production de biogaz, ainsi que sur les retombées économiques et sociales d'un système intégré de gestion des effluents.

## Références bibliographiques

### A.

Amrani, M. (2010). *Valorisation des grignons d'olive : combustible, fertilisant et alimentation animale*. Publications INRA Algérie.

Apparicio, R., & Harwood, J. (2013). *Olive oil: Chemistry and Technology*. Springer Science & Business Media.

Aoukli, A., & Chetouhe, A. (2019). Étude comparative des systèmes d'extraction de l'huile d'olive dans la région de Tizi-Ouzou. *Revue des Sciences Agronomiques*, 14(2), 88-97.

Atmane, D., & Bareche, A. (2017). Étude de la valorisation des grignons d'olives : vers la production de charbon actif. *Revue des Énergies Renouvelables*, 20(1), 45-54.

### B.

Benhayoun, R., Belkacem, M., & Chikhi, N. (2007). Extraction des composés bioactifs des margines d'olive : potentiel de valorisation. *Revue des Sciences et Techniques de l'Environnement*, 7(2), 56-65.

Benkhelifa, M. (2023). *Rapport de suivi du secteur oléicole en Algérie*. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Direction des statistiques agricoles.

Benlemlih, M., & Ghanam, J. (2012). Effets bénéfiques de l'huile d'olive sur la santé. *Journal Marocain de Nutrition et Diététique*, 3(1), 12-18.

Ben Saïd, R., & Zien, M. (2003). Impact environnemental des margines : étude comparative des rejets. *Hydroméditerranée*, 4(1), 22-30.

Ben Slama, H., et al. (2010). Traitement des margines par ultrafiltration et nanofiltration. *Desalination*, 250(2), 645-649.

Bensaid, A., Messaoudi, H., & Taleb, B. (2021). Analyse du développement de l'oléiculture en Algérie. *Revue Algérienne de Développement Durable*, 6(2), 90-101.

Boudoukhana, M. (2008). Compostage des margines : une alternative durable. *Bulletin de la Recherche Agronomique*, 12, 34-42.

Boudraa, A., Chérifi, F., & Kherici, N. (2020). Analyse de la pollution domestique des eaux à Alger. *Revue des Sciences de l'Eau*, 33(3), 215-224.

Bourmad, H. (2011). Extraction de polyphénols à partir des margines : application en conservation des huiles. *Mémoire de Magister, ENP d'Alger*.

Bousselmi, L., Elboughdiri, N., & Abdelhédi, R. (2005). Composition et traitement des margines. *Revue Tunisienne de l'Eau*, 2(3), 34–42.

### C.

Chimi, H. (1997). Technologies de production de l'huile d'olive. *Fédération des Oléiculteurs du Maghreb*, Rabat.

### D.

Dakhli, R. (2017). Revalorisation des margines d'olives par compostage : cas de la région de Gafsa. *Revue Maghrébine de l'Environnement*, 10(1), 60-67.

Djelal, H., et al. (2012). Traitement biologique des margines par des champignons. *Revue des Biotechnologies*, 15(3), 142–149.

Drouiche, N., et al. (2007). Coagulation-floculation et adsorption des margines : essai comparatif. *Journal Algérien des Sciences Appliquées*, 5(2), 90–98.

### E.

Elboughdiri, N., Bousselmi, L., & Abdelhédi, R. (2006). Étude des pigments foncés dans les margines. *Revue Tunisienne de l'Eau*, 3(1), 47–55.

Evaluation of the Anticoagulant Activity. (s.d.). Étude phytopharmaceutique des margines. *Journal of Phytotherapy*, numéro spécial, s.p.

### F.

Feki, M., et al. (2009). Oxydation des polyphénols dans les margines. *Revue Tunisienne de Chimie*, 12(2), 101–110.

Fellah, F. Z., et al. (2021). Pollution plastique des eaux de surface : étude sur l'oued Soummam. *Revue Algérienne des Sciences de l'Eau*, 8(2), 155–170.

### H.

Hammami, A., et al. (2008). Décoloration des effluents oléicoles par procédés d'oxydation avancée. *Revue Maghrébine de Chimie*, 6(2), 88–93.

### K.

Kadri, F., et al. (2020). Pollution agricole des eaux de surface dans le bassin de l'Oued Tafna. *Revue Algérienne de l'Hydrologie*, 11(1), 77–85.

Karray, B. (2014). Extraction et valorisation des polyphénols issus des margines. *Revue Tunisienne des Sciences Appliquées*, 7(1), 12–21.

Khaled, L., et al. (2019). Pollution marine par hydrocarbures au large des côtes algériennes. *Revue de l'Environnement Méditerranéen*, 4(3), 45–60.

Khaled, L., et al. (2020). Risques sanitaires liés à la pollution des eaux en Algérie. *Journal Algérien de Santé Publique*, 5(1), 33–40.

Khelifi, L., et al. (2020). Évaluation des métaux lourds dans les eaux de surface contaminées. *Hydrologie & Qualité de l'Eau*, 7(3), 112–119.

Kheloui, C., & Sidi Ali, K. (2015). Optimisation des procédés de trituration des olives. *Revue des Techniques Agroalimentaires*, 10(2), 53–61.

## L.

Labdaoui, D. (2017). Étude comparative des méthodes d'extraction de l'huile d'olive. *Mémoire de Magister, Université de Tizi-Ouzou*.

## M.

Mekki, A., et al. (2006). Toxicité des polyphénols des margines sur les sols. *Revue de Biotechnologie et Valorisation des Déchets*, 3(2), 60–70.

Mekki, A., et al. (2007). Impact des margines sur la biodiversité microbienne des sols. *Revue Tunisienne de l'Agriculture*, 18(3), 71–78.

Mebirouk, M. (2002). Étude des margines et leur impact sur l'environnement. *Revue Scientifique de l'INE*, 4(1), 14–26.

Moreno, J. J., et al. (2015). Health benefits of virgin olive oil: An updated overview. *Nutrition Reviews*, 73(10), 615–635.

## N.

Nadour, K. (2015). *Technologies d'extraction de l'huile d'olive : Systèmes traditionnels et modernes*. Éditions universitaires algériennes.

Nafzaoui, A. (1991). *Utilisation du grignon d'olive : énergies renouvelables et alimentation animale*. IRESA – Tunisie.

## R.

Rais, Z., et al. (2017). Gestion des sous-produits de l'oléiculture en Algérie. *Revue Maghrébine de l'Environnement*, 11(2), 55–67.

## **S.**

Saoudi, B. (2017). Pollution par les grignons d'olive : état des lieux. *Bulletin de l'Environnement Algérien*, 2(3), 19–25.

Sayadi, S., & Ellouz, R. (1995). Traitement biologique des margines. *Biotechnology and Bioengineering*, 47(1), 118–124.

## **T.**

Tchouar, M., & Selka, A. (2014). Influence des procédés de récolte sur la qualité de l'huile d'olive. *Revue des Sciences Agronomiques*, 9(3), 66–73.

## **Y.**

Yahyaoui, A. (2012). Problèmes liés à la décomposition anaérobie des margines. *Revue Algérienne des Effluents Liquides*, 3(1), 31–37.

## Résumé

L'oléiculture constitue un pilier économique important dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Toutefois, l'extraction de l'huile d'olive engendre des résidus liquides appelés margines, fortement chargés en matière organique, en polyphénols et en minéraux. Leur rejet non maîtrisé dans l'environnement représente une menace pour les sols, les eaux superficielles et souterraines, en raison de leur acidité et de leur forte charge polluante.

Dans ce contexte, ce travail vise à caractériser les margines issues de différentes huileries de la région et à tester l'efficacité de traitements physico-chimiques simples et accessibles. La méthodologie adoptée repose sur deux volets : une enquête auprès des huileries locales pour comprendre les pratiques de gestion des margines, et des analyses de laboratoire sur des échantillons collectés. Les résultats montrent que les margines présentent un pH acide compris entre 4,5 et 5, une conductivité électrique très élevée dépassant les 11 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , un résidu sec atteignant 40 g/l, ainsi qu'une turbidité importante, traduisant leur forte teneur en matières en suspension.

Pour limiter ces effets, plusieurs traitements ont été évalués. L'ajout de sulfate d'aluminium ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) a permis une réduction marquée de la turbidité (jusqu'à 60 %) et une forte acidification du pH (jusqu'à 3,5), ce qui nécessite une neutralisation. L'utilisation de chaux vive (CaO) a corrigé l'acidité en augmentant le pH au-dessus de 8 et a facilité la décantation. La filtration sur sol a montré une efficacité plus modérée mais prometteuse, notamment pour retenir les particules solides et diminuer légèrement la conductivité.

Les résultats obtenus suggèrent que la combinaison de coagulants chimiques (sulfate d'aluminium et chaux) suivie d'une filtration naturelle pourrait constituer une solution viable pour réduire l'impact environnemental des margines. Ce travail souligne ainsi la nécessité d'adopter une stratégie de traitement adaptée, à la fois efficace, peu coûteuse et respectueuse de l'environnement, pour une meilleure gestion des sous-produits oléicoles dans la région de Tizi-Ouzou.

## Abstract

Olive cultivation is a key economic activity in the wilaya of Tizi-Ouzou. However, the extraction of olive oil generates liquid waste known as *margins*, which are rich in organic matter, polyphenols, and mineral salts. When discharged untreated into the environment, these effluents pose significant risks to soil and water resources due to their acidity and high pollutant load. This study aims to characterize the physicochemical properties of margins produced by local oil mills and to evaluate the effectiveness of various simple and low-cost physico-chemical treatments. The adopted approach includes both a field survey to assess oil extraction practices and laboratory analyses of collected samples. The results showed that the margins had an acidic pH ranging from 4.5 to 5, high electrical conductivity exceeding 11,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , a dry residue reaching 40 g/L, and significant turbidity, reflecting a high load of suspended solids.

Several treatments were tested. The use of aluminium sulfate ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) significantly reduced turbidity (up to 60%) but further lowered the pH to around 3.5, requiring pH correction.

The addition of quicklime (CaO) raised the pH above 8 and facilitated solid particle settling. Soil filtration demonstrated moderate but promising results in reducing suspended solids and slightly lowering electrical conductivity.

The findings suggest that a combined treatment involving chemical coagulants (aluminium sulfate and lime) followed by natural soil filtration could be a viable solution to reduce the environmental impact of olive mill wastewater. This study highlights the urgent need to implement adapted, cost-effective, and eco-friendly treatment strategies for sustainable management of olive oil by-products in the Tizi-Ouzou region.

