



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

**Département :** Microbiologie

**قسم :** الميكروبيولوجيا

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

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

**Filière :** Sciences Biologiques

**Spécialité :** *Ecologie microbienne*

Intitulé :

---

## **Bioremédiation des déchets oléicoles par les moisissures**

---

**Présenté et soutenu par :** BOULAHLIB Mouna

**Le :** 30/06/2020

NADIR Nesslerine

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** MOUAS N. (MCA - UFM Constantine).

**Rapporteur :** BOUCHERIT Z. (MAA - UFM Constantine).

**Examineurs :** ABDELAZIZ O. (MCB - UFM Constantine).

*Année universitaire*  
**2019 - 2020**



## Remerciement

Je rendre dieu de tout puissant de m'avoir donné la santé, la force et la volonté d'accomplir ce travail.

J'aimerais remercier chaleureusement notre encadreur Madame **BOUCHERIT Zineb**, maitre assistante à l'université Mentouri Constantine

1, que nous tenus la remercier profondément pour avoir l'amabilité de nous proposer un sujet intéressant, de l'avoir suivie, ses conseils et sérieux dans le travail.

Mes vifs remerciement s'adressent également aux :

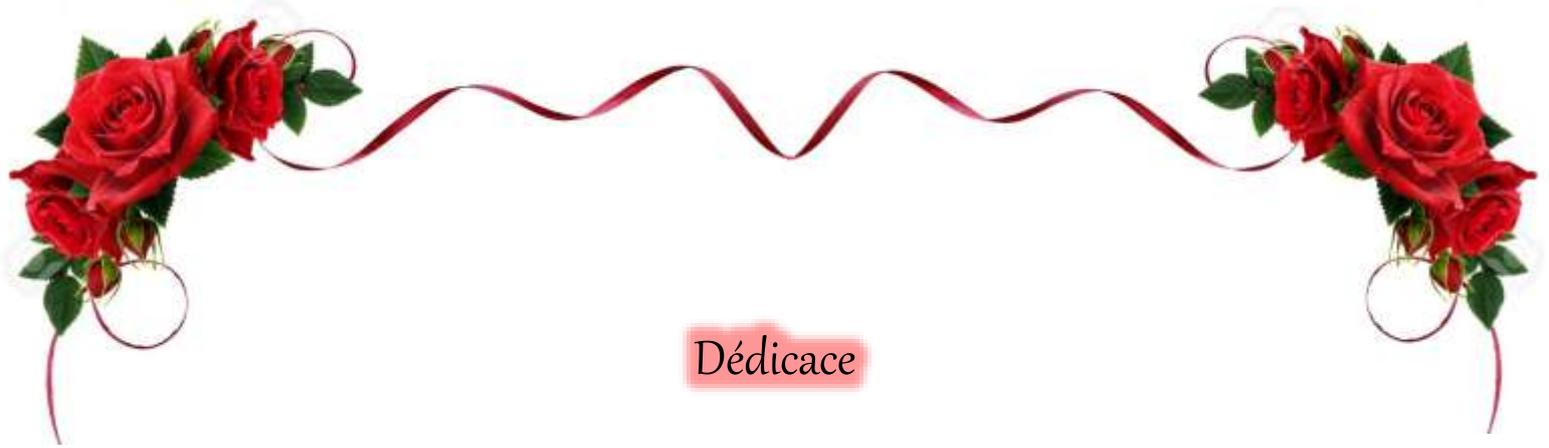
Madame **MOUAS Toma Nardjes** Maitre de conférences A pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.

Madame **ABDELAZIZ Oided** Maitre de conférences B pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant d'examiner ce modeste travail.

D'avoir bien voulu prendre le temps d'évaluer et de juger ce travail.

Enfin je remercie toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.





## Dédicace

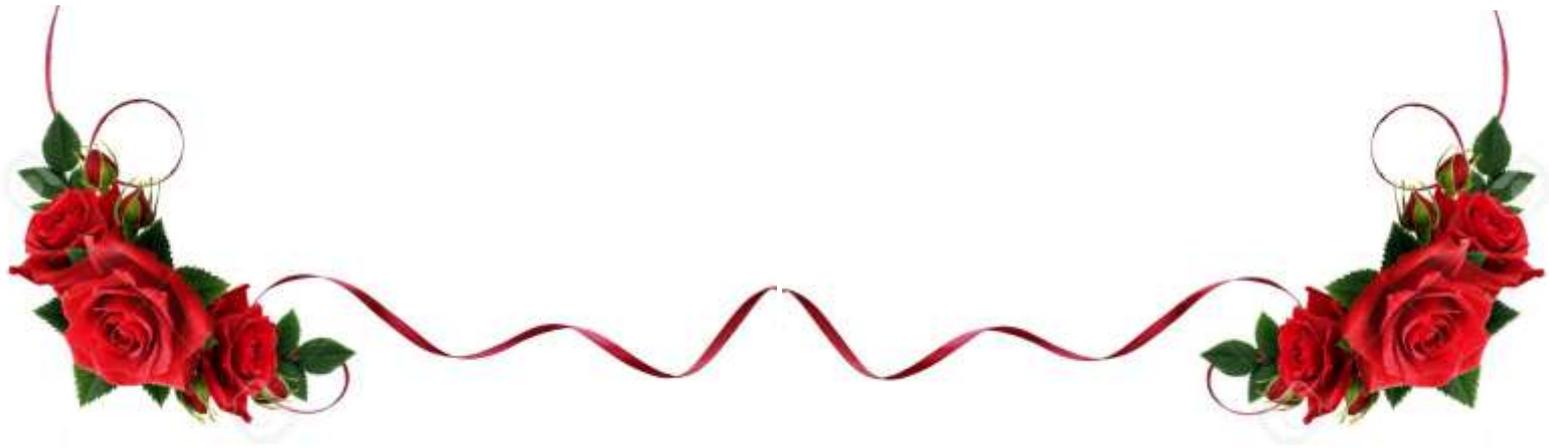
**J**e remercie tout d'abord dieu de m'avoir donné courage et patience afin de réutiliser ce modeste travail qui est le fruit de plusieurs années.

*A ce qui sont mon exemple de la réussite, qui m'ont donnés de l'amour, de la tendresse, chers parents que j'ai tant aimés que dieu les garde pour moi.*

*A ma sœur, qui n'est pas née de ma mère, ma chère belle amie «Mouna» mon binôme, pour leur soutien et pour les bons moments partagés ensemble.*

*A tous les gens que j'aime*

***Nessrine***





## Dédicace

*J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail :*

**A** *Mon très cher père « El hachemi » et ma très chère mère « Warda » Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout votre sacrifice et votre encouragement. Je prie pour que DIEU te donner santé, bonheur et garde pour moi.*

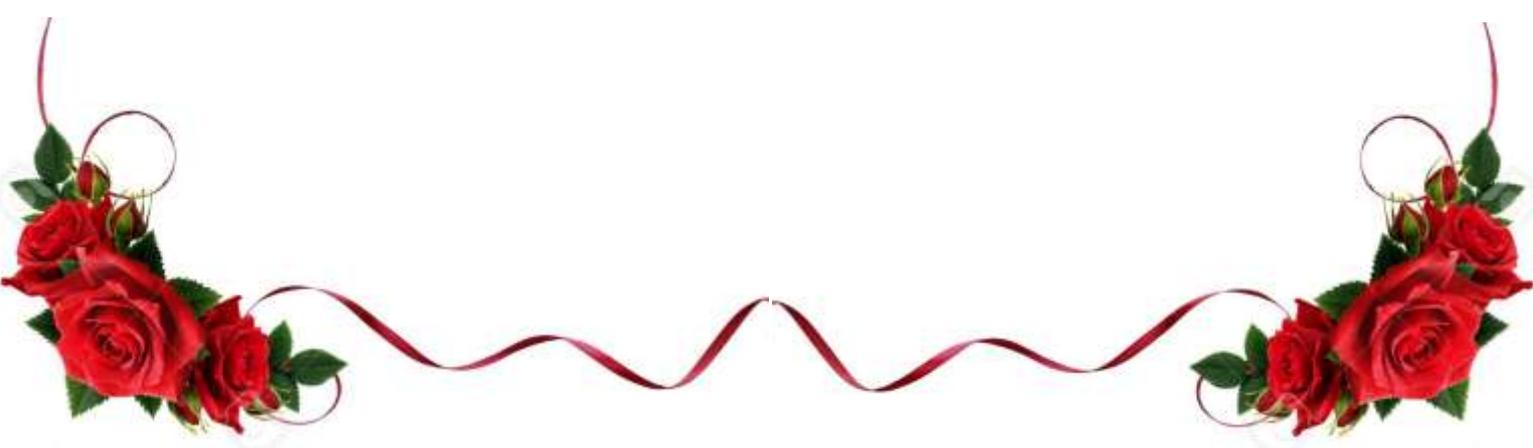
*A tous mes sœurs (Lilia, Souheila et Hanane) et mes tantes, Je vous remercie pour votre conseil et aides.*

*A mon fiancé «Bilel» pour les encouragements, et le soutien moral. Merci infiniment et qu'Allah te protège et te garde, Toi et toute ta famille.*

*A toutes mes amies et plus spécialement mon binôme «Nessrine» que j'aime beaucoup, Je vous remercie pour les moments que nous avons vécu ensemble et les souvenirs inoubliables.*

*A tous les gens que j'aime*

**MOUNA**



## Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction..... 1

### Revue bibliographique

#### Chapitre 1 : les sous-produits oléicoles

I.	Oléiculture mondiale.....	3
II.	Oléiculture en Algérie.....	3
III.	Sous-produits oléicoles.....	4
1.	Margine.....	4
1.1.	Définition.....	4
1.2.	Composition.....	4
1.3.	Caractéristique physico-chimique.....	5
1.4.	Caractéristique microbiologique.....	6
2.	grignons.....	6
2.1.	Définition.....	6
2.2.	Types de grignon.....	6
2.2.1.	grignon brut.....	6
2.2.2.	grignon épuisé.....	7
2.2.3.	grignon partiellement dénoyauté.....	7
2.3.	Composition.....	7
2.3.1.	Caractéristiques physique des grignons d'olive.....	7
2.3.2.	Caractéristiques chimique des grignons d'olive.....	8
2.3.3.	Caractéristiques microbiologique.....	8

#### Chapitre 2 : les moisissures

I.	Définition.....	10
II.	Besoins des moisissures pour leur croissance.....	10
1.	Eléments organiques.....	10
2.	Eléments minéraux.....	10
3.	Facteurs physico-chimiques.....	10
III.	Classification des moisissures.....	11

1. Zygomycetes.....	11
2. Ascomycetes.....	11
3. Basidiomycetes.....	11
4. Deuteromycetes.....	12
IV. Mode de reproduction.....	12
1. Reproduction asexué.....	12
2. Reproduction sexué.....	13
V. Mode de vie.....	13
1. Saprophytisme.....	13
2. Parasitisme.....	13
3. Symbiose.....	14
4. Antagonisme.....	14
4.1.Compétition.....	14
4.2. Hyper-parasitisme.....	14
4.3.Production de sidérophore.....	15
4.4.Antibiose.....	15

### **Chapitre 3 : la valorisation des déchets oléicole**

I. Valorisation des déchets oléicoles.....	16
1. Valorisation des grignons d'olive.....	16
1.1. Valorisation en alimentation des bétails.....	16
1.2. Valorisation en biotechnologie.....	16
1.3. Valorisation en compostage.....	16
1.4. Valorisation par méthanisation.....	17
1.5. Utilisation possible de la coque.....	18
2. valorisation des margines.....	18
2.1. Production de biogaz.....	18
2.2. Compostage des margines.....	19
2.3. Production des protéines d'organismes unicellulaires (POU).....	20
2.4. Production d'enzymes.....	20
2.5. Epannage.....	20
2.6.Production d'antioxydants naturels.....	21
2.7. Utilisation en alimentation animal.....	21

## Liste des abréviations

- COI** : Conseil oléicole international
- L/tonne** : Litre par tonne
- Ph** : Potentiel hydrogène
- ms/cm** : Milli siemens par centimètre
- NTU** : Unité de turbidité néphélométrique
- DCO** : Demande chimique en oxygène
- FAO** : *Food and agriculture organization of the united nations*
- M.S**: Matière sèche
- M.T.A** : Matière azotées totales
- UFC/ml** : Unité formant colonie par millilitre
- Co2** : Dioxyde de carbone
- Etc** : Et cetera
- Aw** : Activité de l'eau
- Fe<sup>3+</sup>** : Fer ferrique
- CH4** : Le méthane
- Kg** : Kilogramme
- P2O5** : Peroxyde de phosphore
- K2O5** : Potassium peroxyde
- MgO** : Oxyde de magnésium
- CaO** : Oxyde de calcium
- Fe** : Fer
- Zn** : Zinc
- Mn** : Manganèse
- C/N** : Rapport massique carbone sur azote
- POU** : Protéines d'organismes unicellulaires
- DBO** : Demande biochimique en oxygène
- K2O** : Oxyde de potassium

## Liste des figures

Figure 1 :	les principaux pays producteurs d'huile d'olive en 2001.....	3
Figure 2 :	Répartition des superficies d'oliviers par wilaya.....	4
Figure 3 :	compost naturel de grignon d'olive.....	17
Figure 4 :	épandage des margines sur l'olivieraie.....	21

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : composition des margines.....	5
<b>Tableau 02</b> : caractéristique physico-chimiques des margines.....	5
<b>Tableau 03</b> : Composition physique des différents types de grignon.....	7
<b>Tableau 04</b> : Composition chimique de différents types de grignons (en % par rapport à la matière sèche).....	8
<b>Tableau 05</b> : Résultat de l'analyse microbiologique de 16 échantillons de grignon d'olive brut.....	9
<b>Tableau 06</b> : classification simplifiée des moisissures.....	12
<b>Tableau 07</b> : Nature et pourcentage des gaz produits lors d'une digestion anaérobie...	19
<b>Tableau 08</b> : Composition physico-chimique du compost final des margines.....	19
<b>Tableau 09</b> : Composition chimique de la pâte des margines obtenue par le procédé Dalmolive.....	22

# **INTRODUCTION**

## Introduction

Dans le bassin méditerranéen, l'olivier (*Olea europaea*. L) constitue une essence fruitière principale, tant par le nombre de variétés cultivées que par l'importance sociale et économique de sa culture et de son rôle environnemental. (**Gomes et al., 2012**), en représentant environ 95% de la production mondiale, dont 1% pour l'Algérie en 2001 (**Leulmi, 2011**).

L'industrie oléicole est une industrie agroalimentaire qui génère les déchets lipophiles, souvent, non recyclés (**Tsagariki et al., 2007**). La culture de l'olivier est très répandue en Algérie, car elle fait partie des pays méditerranéens, dont le climat est un des plus propices et se positionne après l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la Tunisie qui sont, par ordre d'importance, les plus grands producteurs au monde de cet aliment (**Mendil, 2009**).

Ce secteur agricole produit sans cesse des quantités appréciables des déchets liquides et solides plus ou moins toxique qui sont les margines (eaux contenues dans l'olive, eaux de lavage, eaux fiées au processus de traitement) et les grignons (peaux, résidus de la pulpe, fragments de noyaux) (**Kernou, 2015**).

L'utilisation des grignons d'olives bruts est multiples, à cause de leurs composition chimique riche en huile alimentaire, en cellulose et en matières azotées, tel que : le compostage. Ainsi que, les margines, qui sont rejetés dans les rivières ou les égouts, peuvent être utilisées comme un bon combustible (**Vitolo et al., 1999; Miranda et al., 2007 et Caputo et al., 2003**).

En effet, l'extraction de l'huile d'olive pose des impacts catastrophiques en cas de déversement des effluents dans la nature sans traitement préalable du a sa composition en substances phytotoxiques et antimicrobiennes (phénols, acide gras...) qu'ils contiennent et souvent considérés comme problème pour l'environnement ainsi que pour la santé humaine.

La valorisation de ces résidus est devenue une double nécessité; écologique et économique. Malgré les différentes voies de valorisations existantes, ces déchets oléicoles sont soit brûlés, soit rejetés dans l'environnement, sans traitement réel. La valorisation des déchets par les microorganismes (exemple : les moisissures) est une méthode récente au niveau local, mais déjà connue dans les pays développés (**Perraud-Gaime et al., 2009**).

De ce fait, l'objectif de ce travail se focalise sur la bioremédiation des déchets oléicoles, elle se fonde sur l'utilisation des moisissures pour dégrader les substances organiques polluantes issues de ces sous-produits.



Dans ce document on a réalisé une étude bibliographique se divisant en trois chapitres afin de :

- Définir les déchets oléicoles, en citant les différents types de ces derniers ainsi que leur composition.
- Montrer les moisissures et expliquer leur besoins nutritionnel, les modes de reproductions et leur mode de vie.
- Déterminer les différents mécanismes de valorisation des résidus oléicoles spécialement par les moisissures.



# **Etude bibliographie**



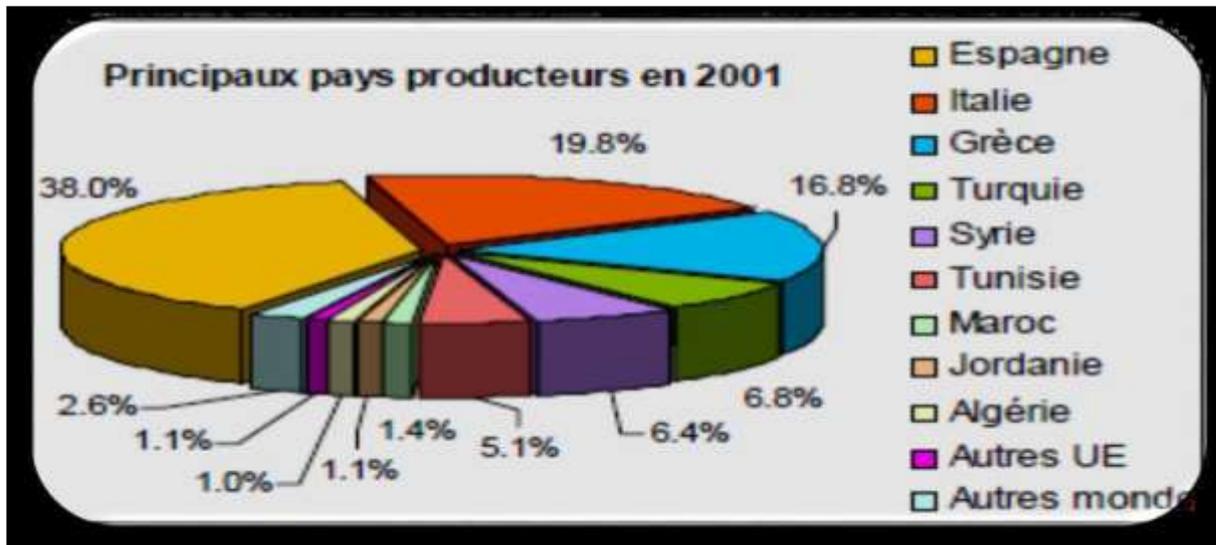
# **Chapitre 1**

## **Les sous-produits oléicole**



## I. L'oléiculture mondiale

La production mondiale d'olive et de l'huile d'olive a augmenté de manière constante au fil des ans. Selon les données de **COI (2015)**, cette production est localisée essentiellement en Europe avec plus de 70% du verger mondiale (Espagne, Italie, Grèce) et en Afrique avec plus de 20% situé majoritairement dans les pays du Maghreb (Tunisie, Maroc, Algérie) (**Barache et Hamache, 2017**) (**Figure 1**).



**Figure 1** : les principaux pays producteurs d'huile d'olive en 2001. (**Lamraoui et al., 2018**).

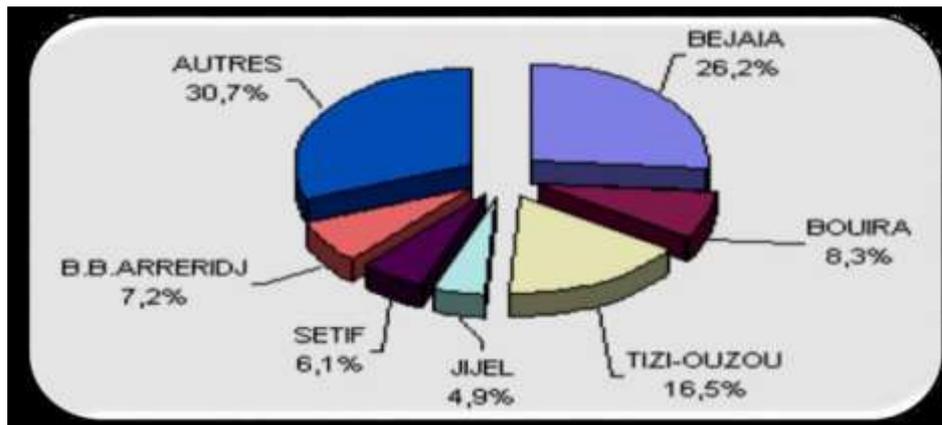
## II. L'oléiculture en Algérie

L'olivier est l'un des arbres fruitiers méditerranéens qui occupe une place importante dans l'économie agricole, dont la superficie dédiée au secteur oléicole, est de 450000 hectares, répartie dans plusieurs régions: Tizi-Ouzou, Bejaïa, Bouira, Boumerdas (**Anonyme 2, 2016**).

La plupart des oliveraies sont situées dans des zones de montagne, sur des terrains accidentés et marginaux, peu fertiles. Le reste des oliveraies sont situées dans les plaines occidentales du pays (**Hadjou, 2013**).

Le patrimoine oléicole Algérien est estimé à 32 millions d'oliviers, ce qui représente 4,26% du patrimoine mondial. La production annuelle en huile a atteint 35.000 tonnes et celle de l'olive de table 80.000 tonnes (**Bensemmane, 2009**) (**Figure 2**).





**Figure 02** : Répartition des superficies d'oliviers par wilaya (Lamraoui et al., 2018).

### III. Les sous-produits oléicoles

En plus de l'huile d'olive, la production oléicole dégage également deux sous-produits : les margines (déchets liquides) et le grignon (déchets solide). Deux matières qui ne sont pas facilement dégradables.

#### 1. Les margine

##### 1.1. Définition

Les margines sont obtenues lors de l'extraction de l'huile d'olive à partir de l'eau contenue dans le fruit, ajoutée au cours du broyage et des étapes de trituration (Fiorentino et al., 2003). Les margines se présentent comme un liquide résiduel aqueux, de couleur brune rougeâtre à noire avec une forte odeur d'olive et un aspect trouble (Ranalli A., 1991). Les différentes techniques d'extraction d'huile d'olive aboutissent à la formation des margines en quantités variables, allant de 400 à 500 L/tonne d'olives pour les unités traditionnelles et une tonne de margines /tonne d'olives pour les unités modernes (Achak et al., 2008).

##### 1.2. composition

En général, les margines présentent une composition chimique très complexe et hétérogène. Malgré le traitement des margines tout au long du processus, les margines finales contiennent toujours des résidus huileux qui n'ont pu être séparés lors des centrifugations verticales. Elles contiennent une variété de composés organiques et minéraux, de nature et de



concentration très différentes. Cette variabilité dépend de la nature des olives, de leur degré de maturation, des pratiques culturales et du procédé utilisé pour l'extraction d'huile d'olive (Mulinacci *et al.*, 2001) (Tableau 01).

**Tableau 1** : composition des margines.

Composition chimique	Quantité
<b>Eau</b>	<b>83-88 %</b>
<b>Matière organique</b>	<b>10,5-15%</b>
<b>matières minérale</b>	<b>1,5-2%</b>
<b>matières azotées totales</b>	<b>1,25-2,4%</b>
<b>matières grasses</b>	<b>0,03-1%</b>
<b>polyphénols</b>	<b>1,0-1,5%</b>

### 1.3. caractéristique physico-chimique

Les margines présentent une composition chimique très complexe et hétérogène. Elles contiennent une variété de composés organiques et minéraux, de nature et de concentration très différentes (Tableau 1). Ils sont caractérisés par un pH compris entre 4,2 et 5,9 (Eroglu *et al.*, 2008) et une salinité élevée exprimée en conductivité électrique (18 à 50 ms/cm) (Levi-Minzi *et al.*, 1992) due surtout aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium (Tableau 2).

**Tableau 2** : caractéristique physico-chimiques des margines (Amirantes, 1996).

Paramètres	Valeurs
<b>pH</b>	<b>4,2 à 5,9</b>
<b>Turbidité</b> (Unité de Turbidité Néphélométrique NTU)	<b>140</b>
<b>Couleur</b>	<b>coloration brun-rougeâtre</b>
<b>Conductivité</b>	<b>18 et 50 ms.cm-1</b>
<b>DCO</b>	<b>50 à 200 g</b>



## 1.4. caractéristiques microbiologiques

Les études microbiologiques effectuées sur plusieurs échantillons de margines ont confirmé l'absence totale de micro-organismes pathogènes. Donc, ces effluents ne posent aucun problème hygiénico-sanitaire (**Ranalli A., 1991**). Des analyses microbiologiques ont montré que les levures et les champignons sont capables de s'y développer mieux que les bactéries (**Aissam et al., 2002**). Ces micro-organismes supportent la salinité élevée et le pH acide caractéristiques de ces effluents, et résistent plus que les bactéries aux substances phénoliques. 130 espèces de microorganismes lipolytiques (56 champignons, 22 levures et 52 bactéries) ont été rapportées dans les margines. Des bactéries cellulolytiques, des champignons pectinolytiques et des actinomycètes sont également rapportés (**Ramos-Cormenzana, 1986**). Plusieurs genres des levures sont isolés et identifiées dans les margines: *Saccharomyces*, *Candida* et *Williopsis* (**Ciafardini et al, 2006**).

## 2. Les grignons

### 2.1. Définition

C'est un sous-produit du processus d'extraction de l'huile d'olive, issu de la première pression ou centrifugation (**Nefzaoui, 1987**). C'est un résidu solide composé des peaux, des résidus de la pulpe et des fragments des noyaux. Il est composé par une fraction riche en lignine provenant des fragments de noyaux, et l'autre renfermant principalement des glucides, comme la cellulose et l'hémicellulose et, dans une moindre mesure, des protéines et de l'huile résiduelle qui dépend de la technique d'extraction (**Nefzaoui, 1984**).

### 2.2. Types de grignon d'olives

Selon le traitement subit, les grignons se divisent en 3 types.

#### 2.2.1. le grignon brut

C'est le déchet de la première extraction de l'huile par pression de l'olive entière, ses teneurs relativement élevées en eau (24%) et en huile (9%) permettent son altération rapide lorsqu'il est laissé à l'air libre.



### 2.2.2. Le grignon épuisé

C'est le résidu obtenu après déshuilage du grignon brut par un solvant, généralement l'hexane. Il diffère, essentiellement, par une plus faible teneur en huile et une teneur en eau réduite du fait qu'il ait été déshydraté au cours du processus de l'extraction (FAO, 1984).

### 2.2.3. le grignon partiellement dénoyauté

C'est le résultat de la séparation partielle du noyau de la pulpe par tamisage ou ventilation, il est dit "gras" si son huile n'est pas extraite par solvant, il est dit "dégraissé ou épuisé" si son huile est extraite par solvant.

## 2.3. Composition

### 2.3.1. caractéristiques physiques des grignons d'olives

Les grignons bruts renferment la coque du noyau, réduite en morceaux, la peau et la pulpe broyée de l'olive, environ 25% d'eau et encore une certaine quantité d'huile qui favorisent leur altération rapide.

Les grignons épuisés diffèrent essentiellement par une plus faible teneur en huile et une teneur en eau réduite du fait qu'ils ont été déshydratés au cours du processus de l'extraction.

Les grignons épuisés partiellement dénoyautés sont constitués essentiellement par la pulpe (mésocarpe) et contiennent encore une petite proportion de coques qui ne peuvent être séparées complètement par les procédés de tamisage ou de ventilation utilisés (tableau 3).

**Tableau 3** : Composition physique des différents types de grignon (Nefzaoui, 1987).

		Pourcentage (%) en M.S			
composition produit	M.S(%)	Matière grasse	Noyau sec	Amandon sec	Mésocarpe +épicarpe
Olive	51,4	27	14,1	1,3	9
Grignon brut	75,9	9,1	42,1	3	21,2
Grignon épuisé	72,3	4,2	-	5,6	39,3
Grignon tamisé	95,5	18,6	-	11,1	80,2



### 2.3.2. caractéristiques chimiques des grignons d'olives

Les grignons d'olives sont assez riches en eau, cellulose et en matière grasse. Ils sont caractérisés par leurs faibles teneurs en protéines, minéraux et les carbohydrates solubles (tableau 4).

**Tableau 4:** Composition chimique de différents types de grignons (en % par rapport à la matière sèche) (Nefzaoui, 1985).

Types de grignons	Brut	Epuisé non tamisé	Tamisé gras	Epuisé tamisé
Matière sèche	69,8 – 95,0	86,0 – 95,0	89,0 – 94,0	88,2 – 90,5
Cendre totales	3,4 – 14,7	5,8 – 9,3	10,3 – 25,3	11,0 – 22,3
MTA	5,0 – 10,3	12,4 – 16,2	6,8 – 9,0	2,0 – 6,5
Matière grasse	3 – 12,6	1,1 – 7,4	6,9 – 15,0	2,0-6,5
Cellulose brut	32,0 – 47,5	32,6-53,3	12,0 – 33,5	14,5 – 23,3

### 2.3.3. caractéristique microbiologique

Dans les effluents d'huileries d'olive, seuls quelques microorganismes arrivent à se développer. Ce sont essentiellement des levures et des moisissures. Dans la plupart des cas, il y a absence de microorganismes pathogènes et ils ne posent alors aucun problème de point de vue sanitaire. Le pouvoir antimicrobien des effluents d'huileries d'olive est lié essentiellement à l'action exercée par les phénols monomériques et les pigments bruns ou catécholmélaninique (Hamdi et Ellouz, 1993). Ces effluents agissent sur les bactéries en dénaturant les protéines cellulaires et en altérant les membranes (Ranalli, 1991). Ils peuvent inhiber également l'activité des bactéries symbiotiques fixatrices d'azote en inhibant l'activité des enzymes digestives et/ou en précipitant les protéines nutritionnelles (Hatten schwiler et Vitousek, 2000). Les résultats de l'analyse microbiologique du grignon d'olive brut montre une charge importante en microorganismes d'intérêt technologique (Tableau 5) (les levures et la flore lactique (Mennane et al., 2010).



**Tableau 5** : Résultat de l'analyse microbiologique de 16 échantillons de grignon d'olive brut (Mennane et *al.*, 2010).

Type de microorganisme	Flore Mésophile Aérobie Totale	Levures	Bactéries lactiques
<b>Charge UFC/ml</b>	2.10 <sup>4</sup> à 1.10 <sup>7</sup>	2.10 <sup>4</sup> à 3.10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup> à 7.10 <sup>6</sup>
<b>Nombre des souches sélectionnées</b>	–	12	11
<b>Genre identifié</b>	–	–	Leuconostoc (1)
			Pediococcus (2)
			Lactobacillus (8)





# **Chapitre 2**

## **Les moisissures**



## I. Définition

Les moisissures sont des champignons pluricellulaires microscopiques ubiquistes, à croissance filamenteuse, qui regroupent des milliers d'espèces. Le terme familier de «moisissures» fait généralement référence à leur texture laineuse, poudreuse ou cotonneuse, qui peut être observée à divers endroits.

Dépourvus de chlorophylle, ils ne peuvent pas, comme les plantes, synthétiser leur matière organique à partir du CO<sub>2</sub> atmosphérique. Ils doivent donc puiser dans le milieu ambiant l'eau et les substances organiques et minérales nécessaires à leurs propres synthèses ; ils sont hétérotrophes (**Kendrick, 2001**).

## II. Les besoins des moisissures pour la croissance

### 1. Eléments organique

Grâce à la glycolyse et au métabolisme aérobie, les mycètes assimilent les sucres facilement métabolisables comme le glucose, le maltose, le saccharose et les polymères tels que l'amidon (**Nicklin et al., 1999**). Par ailleurs, tous les champignons filamenteux peuvent métaboliser les acides aminés et l'urée. La plus part d'entre eux utilisent l'ammonium. Aucun ne peut fixer l'azote atmosphérique. Les sources complexes d'azote comme les peptides et les protéines ne sont utilisables par les hyphes qu'après leur destruction par les protéases en acide aminés (**Nicklin et al., 1990**).

### 2. Eléments minéraux

La présence des ions minéraux et métaux dans le milieu de culture est nécessaire pour la croissance et la reproduction de moisissure, il s'agit essentiellement de sulfate, de magnésium, de potassium, de sodium et de phosphore avec des concentrations plus au moins différentes selon l'espèce (**Uchicoba et al., 2001**). Des traces d'éléments tels que le fer, le cuivre, le manganèse, le zinc et le molybdène, sont nécessaires pour la production des cytochromes, des pigments, des acides organiques, etc... (**Boiron, 1996**).

### 3. Facteurs physicochimiques

À la différence des substances nutritives qui sont toujours beaucoup plus abondantes que ne le nécessite le développement des moisissures, les facteurs physicochimiques (humidité,



pH, température, oxygénation) ont une grande influence sur le développement des moisissures ainsi que sur la germination. Bien que les moisissures puissent se développer à des températures comprises entre 0 et 60°C, la température optimale pour un développement rapide se situe entre 5 et 25°C. Aussi, un pH compris entre 4 et 8, mais, certaines tolèrent cependant des pH beaucoup plus acide ou très alcalines (**Berthier, 2002**). Une humidité nécessaire qui commence à  $a_w = 0,75$ , dont Des conditions de température adéquates. De même la plupart des moisissures sont aérobies et exigent une bonne oxygénation, certains peuvent même se développer en anaérobiose.

### III. Classification des moisissures

Les moisissures appartiennent au règne des Mycètes (Fungi). La classification est basée sur le cloisonnement des hyphes et des caractères morphologiques observés lors de la reproduction sexuée et asexuée. Elles forment un très vaste groupe qui inclut 4 classifications : Zygomycètes, Ascomycètes, Basidiomycètes et Deutéromycètes.

#### 1. Zygomycètes

Ces moisissures possèdent un thalle mycélien non cloisonné et des organes de reproduction sexuée (**Guiraud, 1998**). Certaines moisissures retrouvées dans l'air intérieur se retrouvent parmi cet embranchement, par exemple des espèces appartenant aux genres *Mucor*, *Rhizopus* et *Absidia* (**Leveau et Bouix, 1993 ; Boiron, 1996**).

#### 2. Ascomycètes

Sont des champignons supérieurs dont les spores non flagellée (ascospores) se forment dans des sortes de sacs appelés asques (forme de reproduction sexuée). Le plus souvent, chaque asque contient 8 ascospores qui sont expulsées à maturité. Leur classification repose essentiellement sur l'organisation de leurs fructifications, ou ascocarpes. Différents champignons présentant de nombreuses analogies avec les ascomycètes (*oïdiums*, *pénicillium*, *aspergillus*, *fusarium*, etc.)

#### 3. Basidiomycètes

Ils sont caractérisés par la production de spores sexuées (appelées basidiospores) formées par bourgeonnement à l'apex de cellules allongées, les basides. Les Basidiomycètes



ont un thalle cloisonné avec présence de «boucles» au niveau des cloisons. Les Basidiomycètes comprennent deux groupes principaux :

- Hétérobasidiomycètes(Ustilaginales) à basides divisées ou ramifiées.
- les Homobasidiomycètes à basides simples.

#### 4. Deutéromycètes

Sont aussi appelés les champignons imparfaites, les deutéromycètes sont caractérisés par un mycélium cloisonné et une reproduction végétative réalisée par des spores asexuées ou par simple fragmentation du mycélium (**boiron, 1996**). Ces moisissures constituent la majeure partie des Hyphales ; elles sont classées en fonction des caractéristiques des organes conidiens et du mode de groupement des hyphes. Le groupe des deutéromycètes contient un grand nombre de contaminants de végétaux et de produits alimentaires : *Trichoderma*, *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum*, cette classe regroupe aussi les *Penicillium* et les *Aspergillus* (**Frazier, 1967 ; punt et al., 2002**).

**Tableau 06:** classification simplifiée des moisissures.

Classe	Cloisonnement	Reproduction sexuée	Particularités / Exemples
Zygomycètes	non	oui (zygospores)	Mucorales : <i>Mucor, Rhizopus, Absidia</i>
Ascomycètes	oui	oui (ascospores)	<i>Aspergillus fumigatus, A. nidulans</i>
Deutéromycètes (Fungi imperfecti)	oui	Absente (ou inconnue)	<i>Candida, Trichosporon ; Geotrichum, Penicillium, Aspergillus flavus, A. niger</i>
Basidiomycètes	oui	Oui (basidiospores)	Cryptococcusneoformans (Filobasidiella)

#### IV. Mode de reproduction

Les moisissures se reproduisent grâce à des spores. Celles-ci sont issues soit d'une reproduction sexuée ou d'une multiplication asexuée.

##### 1. Reproduction asexuée

La plupart des champignons ont la capacité de se multiplier par le moyen de spores mitotiques produites dans le cycle normal du mycélium végétatif (le plus souvent haploïde). En



effet une spore germe et émet un filament qui croît, s'allonge par l'extrémité apicale et se ramifie pour donner un nouveau mycélium. Dans cette catégorie, il existe deux types de spores: des spores endogènes formées à l'intérieur de cellules spécialisées ou sporocystes et des spores exogènes (conidies) produites soit à la surface du mycélium ou sur des filaments spécialisés (appareils conidiens ou conidiophore) libres ou groupés dans une structure spécialisée appelée pycnide.

## 2. Reproduction sexuée

Pour qu'une reproduction sexuée se réalise, il est nécessaire d'avoir deux noyaux haploïdes capables de s'accoupler, ou un seul noyau diploïde. Les deux noyaux haploïdes doivent d'abord fusionner pour donner un noyau diploïde qui subit par la suite une méiose. Cette méiose est à l'origine de la variation au sein de la progéniture fongique. Ces événements sont suivis par la formation de spores (les ascospores, les basidiospores, zygosporés), dont le processus varie en fonction des différentes classes de champignons (**Deacon, 2005**).

## V. Mode de vie

La quasi-totalité des mycètes vivent aux dépens de la matière organique en décomposition, ce sont des agents de recyclage de la matière minérale dans la nature, connus sous la nomination de « Saprophytes ». Dans des conditions particulières, beaucoup de micromycète parasitent des organismes végétaux ou animaux ou même d'autres mycètes. D'autres, cohabitent avec différentes formes de vie dans le contexte du bénéfice réciproque ou ce qu'on appelle (la symbiose) (**Kachour, 2005**).

### 1. Saprophytisme

Se nourrissent de matières organiques mortes (les arbres morts, les débris végétaux, les cadavres d'animaux et les excréments). Ce sont des détritivores qui dégradent toutes sortes de substrats et jouent un rôle essentiel dans la nature, notamment dans l'élaboration de l'humus et des sols.

### 2. Parasitisme

vivent sur ou dans le corps d'un hôte et sont responsables des mycoses chez l'homme (champignons infectieux) ou de certaines maladies des végétaux, notamment des récoltes (pourriture grise de la vigne, ergot du seigle, rouille du blé, etc.)



### 3. Symbiose

Les moisissures vivent en symbiose avec un autre microorganisme, ce dernier les supporte sans en souffrir, ou même bénéficie de leur présence. Les cas les plus connus sont les lichens et les mycorhizes (**Bouziid, 2006**).

### 4. Antagonisme

En écologie, le terme d'antagonisme désigne une inhibition ou une action défavorable d'un organisme vis-à-vis d'un autre à l'intérieur d'une population microbienne mixte. L'antagonisme se manifeste généralement soit par une compétition, un hyper-parasitisme, une production de sidérophores ou par une antibiose.

#### 4.1. Compétition

Les compétiteurs fonctionnent par occupation et utilisation des ressources d'une manière non parasitique, donc faisant exclure l'organisme pathogène des tissus végétaux colonisés. Les microbes affectant négativement l'organisme pathogène sont référés comme des antagonistes (**Bellows et Fisher, 1999**).

Le mode d'action dans certain cas est la compétition pour les nutriments qui, avec de l'eau, sont nécessaires pour le succès de la germination et l'invasion de plusieurs pathogènes. La germination de *Botrytis sp*, par exemple, est inhibée par certaines bactéries et levures. Cette inhibition est moins déclarée lorsque les nutriments additionnés sont fournis, indiquant que le mécanisme est, au moins, une compétition pour les ressources (**Bellows et Fisher, 1999**).

#### 4.2. Hyper-parasitisme

L'hyper-parasitisme est l'attaque directe d'un microorganisme par un autre dans un but nutritionnel. La rhizosphère qui héberge une large variété de populations microbiennes, constitue un milieu favorable pour l'apparition du parasitisme (**Gagné, 1984**), comme pour les champignons du genre *Trichoderma* présentent un antagonisme bien connu envers un grand nombre de pathogènes. Leur mode d'action repose sur l'hyper-parasitisme, c'est à dire la destruction des pathogènes par la production d'enzymes lytiques qui leur sont létales.



### 4.3. Proction de sidérophores

Les sidérophores sont des molécules extracellulaires qui possèdent une grande affinité pour le fer ferrique ( $Fe^{3+}$ ). Les champignons et toutes les bactéries aérobiques et anaérobiques facultatives produisent une grande variété de sidérophores (**Lynch 1990; Kapulnik 1996**). Ces derniers en séquestrant le fer ferrique au niveau de la rhizosphère peuvent causer l'inhibition des autres micro-organismes y compris les phytopathogènes dont l'affinité pour le fer est faible. Cependant, le mécanisme des sidérophores n'est opérable que lorsque la concentration du fer est faible (**Kapulnik, 1996**). Récemment plusieurs études portent sur le rôle des sidérophores produits par *Pseudomonas fluorescens* dans la croissance des plantes ainsi que dans la lutte contre certains organismes phytopathogènes (**Bakker et al., 1990**). Comme, les champignons du sol comprennent *Aspergillus* et *Penicillium* qui produisent principalement ferrichromes. Ce groupe de sidérophores se composant de hexa-peptides cycliques et par conséquent sont très résistantes à la dégradation de l'environnement associé à la large gamme d'enzymes hydrolytiques qui sont présents dans le sol humique.

### 4.4. antibiose

La sécrétion de substances antibiotiques par les microorganismes est un phénomène fréquent. Certains métabolites sont capables d'interférer avec la germination, la croissance mycélienne et/ou la sporulation des agents phytopathogènes, D'autres entraînent l'ère largage de composés cellulaires suite à la perturbation de la perméabilité cellulaire, L'antibiose est le mode d'action le plus étudié chez les agents de lutte biologique (**Jijakli, 2003**) comme *Trichoderma atroviride* I1237 qui colonise rapidement les plaies de taille, concurrence les champignons pathogènes pour l'espace et les ressources nutritives, et est capable de les attaquer par antibiose.





# **Chapitre 3 :**

## **valorisations des**

### **déchets oléicoles**



## I. La valorisation des déchets oléicoles

D'après les recherches réalisées sur le traitement des déchets oléicoles, des études de valorisation par plusieurs techniques ainsi que la valorisation par des microorganismes et spécialement les moisissures ont été effectués. Les margines sont riches en éléments nutritifs minéraux et organiques tels que les polyphényles (Fiestas Ros de Ursinos, 1981). Alors que les grignons d'olives contiennent quelques composés phénoliques dont le glucoside amer, le plus abondant, en quantités inappréciables (Nefzaoui, 1991).

La valorisation a pour but d'éliminer les composés phénoliques d'un côté et d'utiliser des margines dans les domaines de la biotechnologie, de la chimie et de l'agriculture d'un autre côté. Les grignons d'olive sont perçus comme une matière première à partir de laquelle on produit du compost, des briques de chauffages, de l'aliment pour bétail ou du savon.

### 1. La valorisation des grignons

La valorisation des grignons se fait dans divers applications suivant les pays et les contextes (Tomati et Goli, 2006).

#### 1.1. Valorisation en alimentation des bétails

Avant toute utilisation, il convient de séparer les noyaux éclatés de la pulpe, en utilisant des machines capables de séparer à partir des grignons d'olive d'une part la pulpe d'olive et d'autre part le bois des noyaux d'olives (Digiovacchino et Prezinso, 2006). Les produits ainsi obtenus peuvent être valorisés séparément, la pulpe pour l'alimentation, les noyaux en biocombustible ou autre usage.

#### 1.2. Valorisation en biotechnologie

Les grignons d'olive ont été utilisés comme substrat pour la culture de champignons filamenteux thermophiles par fermentation en milieu solide pour la production de lipases thermostables de *Rhizopus oligosporus*. Les matières grasses résiduelles des grignons d'olive favorisent la production importante de biomasse et des enzymes comme les lipases (Ismaili-Aiaoui et al., 2002).

#### 1.3. Valorisation en compostage

Les résidus solides ou pâteux générés de l'extraction de l'huile d'olive sont riches en matière organique et constituent un aliment de choix pour la croissance de microorganismes (Roussas S et al., 2009). Le compostage est un processus biologique de fermentation qui a



besoin de la présence d'oxygène. Souvent pour le compostage efficace des grignons on y ajoute des déchets végétaux ou des déchets urbains. Il existe deux sortes de compost obtenus avec un mélange de déchets de l'olivier (Feuilles oliviers + biomasse de taille d'olivier + margines + grignons d'olive) ou d'un mélange de déchets urbains verts + Pailles de céréales + pailles de céréales + déchets de l'olivier).

Pendant ce processus, il se produit une série d'étapes caractérisées par l'action de différents organismes où il existe une relation très étroite entre la température, le pH et le type de microorganismes. Au début du processus la pâte se trouve à une température ambiante, de cette manière les microorganismes présents à l'intérieur commencent une activité frénétique qui fait que la température atteint des valeurs thermophiles (au-dessus de 40° C) où prédominent les bactéries. Ensuite, il y a une étape de refroidissement où ce sont essentiellement les champignons qui agissent et, finalement, il y a une phase de maturation ou de stabilisation où la pâte retourne à la température ambiante.



**Figure 03:** compost naturel de grignon d'olive.

#### 1.4. Valorisation par méthanisation

La dégradation en anaérobiose est une technique basée sur la dégradation des déchets organiques tels que le grignon d'olive sous l'action des microorganismes méthanogènes et en absence d'oxygène. Cette dégradation menée à la production d'un produit humide riche en matière organique appelé « digestat » (**Boulangier, 2011**) et d'un biogaz composé principalement du méthane (mélange de CO<sub>2</sub> et de CH<sub>4</sub>) (**Vanai, 1995**). Cette transformation naturelle est réalisée dans des enceintes confinées appelées



‘digesteurs’, à l’intérieur desquelles les réactions de fermentation sont optimisées et contrôlées (Kalloum et *al.*, 2007).

### 1.5. Utilisation possibles de la coque

La coque peut être utilisée comme combustible après la séparation ou comme matière première essentiel pour la production du furfural, aussi, peut être entraîné dans la fabrication de panneaux de particules dans l’industrie du bois.

La coque séparée des grignons contient 26% des pentosanes ce qui représente 15% de furfural de la matière première humide. Le procédé suivi pour l’obtention du furfural peut être continu ou discontinu, pourtant l’obtention d’un rendement adéquat, pour rentabiliser l’opération, n’est pas encore atteinte. La principale difficulté de ce procédé reste le prix de la coque (Nawel, 2015).

## 2. La valorisation des margines

La valorisation des margines consiste dans le réemploi, le recyclage ou toute autre action pour obtenir des matériaux réutilisables ou l’énergie à partir de déchet. (Proot J, 2002).

### 4.5. Production de biogaz

L’utilisation du processus de la digestion anaérobie aux margines permet la transformation du 80% des substances organiques en biogaz (65 à 70% de méthane). Ainsi, la fermentation méthanique permet la dépollution des margines et produire de l’énergie (Nefzaoui et *al.*, 1987 ; Loulan P.Y., Thelie Y. 1987). La réduction de la DCO et le taux de biogaz produit ont atteint respectivement 42% et 2071 kg<sup>-1</sup> de matière organique digérée. Cette technique présente l’avantage par rapport à celle aérobie classiques, car elle est moins consommatrice en énergie et plus productrice en méthane (Amrani et Bendidi, 2014) (Tableau 01).



**Tableau 07:** Nature et pourcentage des gaz produits lors d'une digestion anaérobie (ABHS, mai 2012).

Gaz	Pourcentage
Méthane CH <sub>4</sub>	54-70
Dioxyde de Carbone CO <sub>2</sub>	27-45
Azote N <sub>2</sub>	0,5-3
Hydrogène H <sub>2</sub>	1-10
Monoxyde de carbone CO	0,1
Oxygène O <sub>2</sub>	0,1
Sulfure d'hydrogène H <sub>2</sub> S	traces

#### 4.6. Compostage des margines

Le compostage est un processus de valorisation des effluents d'huileries d'olive par dégradation aérobie-anaérobie de composé organique des résidus (margine – résidus agricoles). Pour réaliser ce processus il faut plonger les résidus agricoles dans des margines où le contenu en substances organiques et minérales est approprié pour mener au processus de bien obtenir le compost (éléments nutritifs pour les microorganismes tel que les moisissures et enrichissement du produit final après évaporation naturelle) (Boudoukhana, 2008). Il a été prouvé que le compost produit à partir des margines est de très bonne qualité (Mennane et al., 2010) et complètement dégagé des microorganismes pathogènes et plus riche en phosphates en potassium (Tableau 08) (Fiestas Ros de Ursinos, 1983 ; Ranalli, 1998; 2000).

**Tableau 08 :** Composition physico-chimique du compost final des margines (Galli et al., 1994).

<b>Azote total</b>	3,10%	<b>Humidité</b>	37,30%
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	1,40%	<b>Taux d'humidification</b>	41,60%
<b>K<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	2,10%	<b>Degré d'humidification</b>	78,20%
<b>MgO</b>	1,30%	<b>Index d'humidification</b>	0,28
<b>CaO</b>	1,90%	<b>Taux de rétention de l'eau</b>	195%
<b>Fe</b>	0,50%	<b>Poids spécifique</b>	0,345 kg.dm <sup>-3</sup>
<b>Zn</b>	200 mg.l <sup>-1</sup>	<b>Conductivité électrique</b>	9,56 ms.cm <sup>-1</sup>
<b>Mn</b>	200 mg.l <sup>-1</sup>	<b>Index de germination</b>	75%
<b>Métaux lourds</b>	< 1 mg.l <sup>-1</sup>	<b>C/N</b>	11,5



#### 4.7. Production des protéines d'organismes unicellulaires (POU)

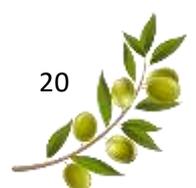
Ce procédé présent un grand intérêt car il se traduit par une diminution de la DBO (60 à 70%) et l'obtention de 13 kg de levure par mètre cube de margine. De plus, les cellules de levures absorbent le colorant brun des margines qui empêche l'épuration parfaite des eaux polluées (Nefzaoui, 1991), mais la synthèse des protéines est limitée chez les levures en raison de la fixation des composés phénoliques sur la biomasse (Amat et al., 1986). Ainsi, les champignons *Aspergillus sp.* et *Geotrichum candidus* ont été testés (vaccarino et al., 1986). Les résultats ont montré que la biomasse produite est très digestible, présentant une teneur en protéine brute de l'ordre de 30% utilisable pour l'alimentation des ruminants. De ce fait, les champignons sont les meilleurs parmi les germes utilisés pour la production des POU (Gharsallah, 1993).

#### 4.8. Production d'enzymes

La production industriel des enzymes est possible par les levures et champignons filamenteux en utilisant les margines. Les principaux enzymes obtenus à travers le traitement par ces microorganismes sont les peroxydases et les pectinases produits à partir des margines inoculés par *Cryptococcus albidus* et les lipases obtenus à partir de souche de *Yarrowia lipolytica* (Goncalves et al., 2010). Aussi, des chercheurs ont étudiés la production d'enzyme laccase par la culture de deux champignons *Coriolus versicolor* et *Funalia trogii* sur les margines (Kahraman et Yesilada, 2001).

#### 4.9. Epandage

Suivant les analyses chimiques, les margines constituent des quantités importante d'eau et d'éléments nutritifs minéraux qui peuvent remplacer une partie de la fumure classique (Afilal M.E et al., 2019). Un mètre cube de margines apporte 3,5 à 11 kg de K<sub>2</sub>O; 0,6 à 2 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 0,15 à 0,5 kg de MgO par hectare de terrain irrigué (Ranalli A. 1991), Le potassium et le phosphore contenus dans les margines puissent remplacer ceux des engrais chimiques, l'acidité, la forte salinité et la haute conductivité, ainsi que le contenu en composés phénoliques sont à l'origine d'une limitation de toute utilisation efficace des margines comme fertilisant (Buldini, 2000). Cette technique ne constitue pas une alternative parmi les solutions qui permet de valorisé les margines, car l'épandage direct des effluents d'huileries d'olives sur les sols provoque un colmatage des sols et une diminution de leur qualité (Fistas Ros de Urcenos, 1981).





**Figure 04** : épandage des margines sur l'olivieraie (CFC/IOOC/04, 2009).

## 2.6. Production d'antioxydants naturels

L'expérience dans ce domaine est récente, il s'agit en particulier de la récupération des composants aromatiques et phénoliques et des solutions de glucides. Parmi ces produits naturels figurent l'acide caféique, les ortho-diphénols et plus particulièrement l'hydroxytyrosol (Allouche et al., 2004). Ces molécules antioxydants participent dans la protection des corps gras insaturés contre l'auto-oxydation qui est responsable des phénomènes de rancissement (Fki et al., 2005). Les antioxydants jouent donc un rôle conservateur en limitant l'altération des produits alimentaires avec un double intérêt : bénéficier du « label naturel » très apprécié par les consommateurs et constituer une alternative appropriée pour les additifs artificiels impliquant parfois des risques de cancérogenèse (Castera-Rossignol et Bosque, 1994).

## 2.7. Utilisation en alimentation animal

Les margines ont été utilisées comme boisson pour le bétail à la place de l'eau. Cependant cette pratique à un risque, en raison de la concentration élevée du sodium et des composés phénoliques qui peuvent causer un effet antitrypsique. Ce dernier est responsable des diarrhées chez les ruminants (Salvemini, 1985). De ce fait, une application directe des effluents des huileries d'olive bruts est à éviter. (Chimi, 1997) a montré que pour pallier au problème de diarrhées, il faut ajouter de protéine à l'aliment de bétail, en réduisant l'effet inhibiteur des composés phénoliques. Le procédé Dalmolive décrit par Martilotti (1993) Semble remédier au problème. Il consiste à mélanger 50 kg de margines avec 20 kg de grignons et 12,6 kg de divers résidus et sous-produits agricoles pour réduire l'effet inhibiteur des composés phénoliques. Ceci produit 29 kg d'aliments en pellettes dont la composition est indiquée dans le tableau 9.



**Tableau 09** : Composition chimique de la pâte des margines obtenue par le procédé Dalmolive (Martilotti F, 1993).

<b>Composant</b>	<b>Valeurs % de la matière sèche totale</b>
Matière azotée totale	21,6
Matière grasse	4,0
Cellulose brute	13,1
Matière minérale	8,9
Extrait non azotée	52,5
<b>Matière azotée digestible</b>	17,2



## Conclusion :

Il apparaît clairement que les sous-produits de l'olivier représentent pour le bassin méditerranéen un potentiel de ressources fourragères considérables mais insuffisamment exploité. Qu'il s'agisse des grignons (phase solide d'olive) sous leur différentes types : brut, épuisé et partiellement dénoyauté, et les margines (phase liquide), avec les différents compositions et les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques. Ces derniers sont deux matières difficilement dégradables, avec un impact négatif sur l'environnement se traduisant par la pollution des eaux, la nappe phréatique, et le dégagement de mauvaises odeurs, aussi présentant une source de contamination grâce à l'existence de grand nombres des microorganismes non pathogènes tel que : les moisissures, en raison de leur composition en substances organiques et minéral, donc ce sont des milieux idéals qui favorisent le développement, la reproduction de ces microorganismes selon différents modes.

Ces moisissures sont des champignons microscopiques se développent à une température moyenne (entre 5 et 25° C) sur un fond nourrissant (matière organique : sucre, graisses... et matière minérale) avec une quantité d'oxygène et un humidité prolongée, lors de leurs développement les moisissures produisent de nombreux spores, ce qui explique leur très rapide expansion. L'utilisation des moisissures comme agent de bio-remédiation fait l'objet de travaux de recherche du fait de leur potentiel enzymatique dans la transformation de polluants dans l'environnement, et leurs possibilités d'utilisation dans les domaines d'agriculture, pharmaceutique, et en alimentation des bétails.

L'étude bibliographique nous a montré la nécessité et l'intérêt de valorisation des sous-produits oléicoles, également l'importance donner à ce secteur vue le nombre d'études et essai techniques de valorisation les plus appropriées pour l'obtention d'un produit fini de meilleur qualité.

Aux termes de ce modeste travail on a proposé quelques perspectives :

- Faire imposer des lois interdisant le rejet aléatoire des sous-produits oléicoles pour éviter les impacts socio-économiques et environnementaux.
- L'application des techniques de valorisation on utilisant les champignons filamenteux (moisissures) doivent être simple, peu onéreuse et respectueuse de l'environnement
- La valorisation des déchets oléicoles par voie biotechnologique aboutit à la production des protéines, des enzymes et de biogaz qui impliquent dans l'amélioration de l'aspect économique



## Références bibliographiques

### A

**Achak M. Ouazzani N. yaacoubi, A., & Mandi, L. (2008).** Caractérisation des margines issues d'une huilerie moderne et essais de leur traitement par coagulation-floculation par la chaux et le sulfate d'aluminium. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 21(1), 53-67.

**Afilal M.E. (2009).** Valorisation agronomiques des margines (déchets liquides) par fermentation méthanique. *Revue : espace Géographique et société marocaine* n°27, mais 2019. P 247-251.

**Aissam H., Errachidi F., Merzouki M., & Benlemlih M. (2002).** Identification des levures isolées des margines et étude de leur activité catalase. *Cahiers de l'Association Scientifique Européenne pour l'Eau et la Santé*, 7(1), 23-30.

**Allouche, N., Fki, I., & Sayadi, S. (2004).** Toward a high yield recovery of antioxidants and purified hydroxytyrosol from olive mill wastewaters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(2), 267-273.

**Amat, P., Rinaldi, A., Sanjust, E., Satt, G., Viola, A. (1986).** Vegetable material in water in the olive oil industry: raw material or polluting waste. *Riv. Merceol*, 25, 183-199.

**Amirante, P., Montervino, A. (1996).** Epuration par concentration thermique des effluents des huileries d'olives et compostage du concentré. Une expérience appliquée dans les pouilles.

**ANONYME 2, 2016.** Bilan de la campagne oléicole 2015/2016, Observation National des Filières agricoles et agroalimentaires (ONFaa).

### B

**Bakker, A. H. M., Peer, R. V., & Schippers, B. (1990).** Specificity of siderophores and siderophores receptors and biocontrol by *Pseudomonas* spp. *Biological control of soil-borne plant pathogenes.*, 131-142.

**Barache, F., Hamache, S. (2017).** Situation environnementale générée par l'industrie oléicole: cas de la daïra de Seddouk. P16.

**Bellows, T, S. and Fisher, T. W. (1999).** Handbook of biological control principales and applications of biological control. Academic press. 32 : 841-851.



**Bensemmane A. (2009).** Le trait d'union des opérateurs économiques pour renouveau du monde agricole et rural. 1<sup>o</sup> forum méditerranéen de l'oléiculture, 1111-4762.

**Berthier J., Valla G.** – page consulté le 20 octobre 2002 – Moisissures, mycotoxines et aliments : du risque à la prévention.

**Boiron, P. (1996).** Organisation et biologie des champignons. Edition Nathan. P:13-19-69-79.

**Boudoukhana, H. (2008).** Impacts des margines sur les eaux de oued bouchtata (wilaya de skikda). P 42.

**Boulanger, A. (2011).** Préparation d'un déchet ménager pour l'optimisation du potentiel et de la cinétique méthanogène. Mémoire de thèse, L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement AgroParisTech, p 316.

**Bouzide, 2006.** Cité par **Louze H et Hadjaissa F. 2018.**

**Buldini, P.L., Mevoli, A., & Quirini, A. (2000).** On-line microdialysis-ion chromatographic determination of inorganic anions in olive-oil mill wastewater. *Journal of Chromatography A*, 882(1-2), 321-328.

## C

**Castera-Rossignol, A., & Bosque, F. (1994).** Nouvelle approche des antioxydants. *ocl*, 1, 10-15.

**CFC/IOOC/04. 2009.** Spreading on agricultural land of olive effluents: technical innovations vegetable water. Document. P17.

**Cheikh, E. (2010).** Effet de différents modes de séchage sur la stabilité des qualités nutritionnelles et microbiologiques du grignon d'olive durant 3 mois de stockage, p18.

**Ciafardini G., Zullo B. A., IRide A. (2006).** Lipase production by yeasts from extra virgin olive oil. *Food Microbiology*, 23:60-67.

## D

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



## *E*

**Eroglu E., Eroglu I., Gunduz U. & Yucel M. (2009).** Treatment of olive mill wastewater by different physico-chemical methods and the utilization of their liquid effluents for biological hydrogen production. *Biomass Bioénergie*, 334, 701–5p.

## *F*

**Feki, M., Allouche, N., Bouaziz, M., Gargoubi, A. & Sayadi, S. (2006).** Effect of storage of olive mill wastewaters on hydroxytyrosol concentration. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **108**: 1021-1027.

**Fiestas Ros de Ursinos J.A. (1981).** Différentes utilisations des margines. Actes du Séminaire International sur la valorisation des sous-produits de l'olivier. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). 93-110. Tunisie.

**Fiestas Ros De Ursinos, 1983; Ranalli, (1998,2000)[29]-Fiestas., R.** "the anaerobic digestion of wastewater from olive oil extraction", anaerobic digestion, Travemund, 1981.

**Fiorentino A. Gentili A. Isidori M. Monaco P. Nardelli A. Panella A. et Fabio T. (2003).** Environmental effects caused by olive mill waste waters: Toxicity comparison of lowmolecular-weight phenol compound. *Journal Agricultural. Food Chemistry*, 51: 10051009.

**Frazier W.C. (1967).** Food microbiology. Academic presse. London. P : 3-429.

## *G*

**Gagne S., Antounh. and Richardc. (1985).**Inhibition of phytopathogenic fungi by bacteria from soils and legume rhizosphere. *Can. J. Microbiol.* 31(9), 856-860.

**GHARSALLAH N. (1993).** Production of single cell protein from olive mill wastewater by yeasts. *Environ. Technol.*, 14, 391-395.

**Gomes S ; Martins-Lopes P et Guedes-Pinto H., 2012.** Olive Tree Genetic Resources Characterization through Molecular Markers, Genetic Diversity in Plants, Prof. Mahmut Caliskan (Ed.), ISBN: 978-953-51-0185-7.

**Goncalves C, Pereira C, Belo I. (2010).** Comparison of batch and fed-batch lipase production from olive mill wastewater by *Yarrowia lipolytica* and *Candida cylindracea*. *J Biotechnol* ;150 S:S1–576. In Special Abstracts.

**Guiraud J. P. (1998).** Microbiologie alimentaire. Dunod. Paris. P. 7-330.



## *H*

**Hadjou, L., Lamani, O., & Cheriet, F. (2013).** Labellisation des huiles d'olive algériennes: contraintes et opportunités du processus?. *New Medit*, 12(2), 35-46. P 36.

**Hamdi M. et Ellouz R. (1993).** Treatment of detoxified olive mill wastewater by anaerobic filter and aerobic fluidized bed process. *Environ. Technol.* 19: 183-188.

**Hattenschwiler S. et Vitousek P.M. (2000).** The role of polyphenols in terrestrial ecosystem nutrient cycling. *TREE*.15:238-243.

## *I*

**Ismaili-alaoui M., Kamal M., Kaderni A., Morin A., Roussos S., Houde A. (2002).** valorization of moroccan olive cake using solid state fermentation. In *new horizons in biotechnology*, Roussos S., Soccol C. R., Pandey A., Augur C. (Eds). Kluwer Academic publishers, Dordrecht, chapter 4 : 35-41.

## *J*

**Jijakly M.H. (2003).** La lutte biologique en phytopathologie, In :*Phytopathology*. Lepoivre P. (Eds). De Boeck, Bruxelles.

## *K*

**Kachour Leila. (2005).** Identification des moisissures isolées à partir des eaux du lac Oubeira (PNEK) et impact des eaux usées sur leur diversité, Mémoire de magister en microbiologie de l'environnement .université baji mokhtar Annaba.

**Kahraman S., Yesilada O. (2001).** Industrial and Agricultural wastes as substrates for laccase production by white-rot Fungi. *Folia microbial.*, 46 (2), 133-136.

**Kalloum S, Khelafi M, Djaafri M, Tahri A et Touzi A. (2007).** Etude de l'influence du pH sur la production du biogaz à partir des déchets ménagers. *Revue des Energies Renouvelables*. Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu, 01000Adrar Vol. 10 N°4 (2007) 539–543, p 540.

**Kapulnik, Y. (1996).** Plant Growth promotion by rhizosphere bacteria. In *Plant Roots, the hidden half*. Eds. Y. Waisel, A. Eshel and U. Kafkafi, pp. 769-781. Marcel Dekker, hc., NewYork.

**Kendrick, B. (2001).** Fungi and the history of mycology. In eLS. John Wiley & Sons, Ltd.



**Kernou, O. (2015).** Bioamélioration du grignon d'olive par culture submergée d'une souche locale de streptomyces. P 1.

### *ℒ*

**LAMRAOUI, I., KADOUR, I., & ARHAB, R. (2018).** Caractérisation microbiologique et biochimique d'une eau de végétation (margine). P 3-5.

**Leulmi, N. (2011).** La valorisation nutritionnelle des margines et de leur impact sur la réduction de la méthanogénèse ruminale chez l'ovin. P 1.

**Leveau S. B. & Bouix M. (1993).** Les microorganismes d'intérêt industriel. Lavoisier Apria. P. 110-163.

**Levis-Menzi R., Raffaldi R., Saviozzi A., Cardelli R. (1995)** Decomposition of anaerobically digested olive mill sludge, *Environmental. Science*, **7**, 1411-1422p.

**Lynch, J. M. (1990).** Microbial metabolites. In the rhizosphere. Eds. I. M. Lynch, pp. 177-206. Wiley Series in Ecological and Applied Microbiology.

### *ℳ*

**Martilotti F. (1993).** Use of olive by-products in animal feeding in Italy. Division de la production et de la santé animale. FAO. Rome. 56-62.

**Mendil M. (2009).** Situation mondiale de l'oléiculture, le premier forum méditerranéen de l'oléiculture, Alger (29 et 30 mars 2009), doc n°4. 23p.

**Mennane Z., Tada S., Aki I., Faid M., Hassani S., Salmaoui S. (2010).** Caractérisation physico-chimique et microbiologique des grignons d'olive de 26 huileries traditionnelles de la région de Beni Mellal (Maroc). *Technologies de laboratoire*, **5**, N°19.

**Mennane Z, Tada S, Aki I, Faid M, Hassani S, Salmaoui S. (2010).** Physicochemical and microbiological characterization of the olive residue of 26 traditional oil mills in Beni Mellal, *Technologies of Laboratory*, **5**: 4-9.

**Mulinacci N. Romani A. Galardi C. Pinelli P. Giaccerini C. Vincieri F. et Agric J. (2001).** Polyphenolic Content in Olive Oil Waste Waters and Related Olive Samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **49** (8):3509–3514.

### *ℴ*

**Nawel, M. B. (2015).** Valorisation des résidus agro-industriels, p 51.



**Nefzaoui, A. (1984).** Importance de la production oléicole et des sous-produits de l'olivier. In : Etude de l'utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale en Tunisie. Étude FAO production et santé animales 43, Rome.

**Nefzaoui, A. (1985) :** "Valorisation des lignocelluloses dans l'alimentation des ruminants par les traitements aux alcalis. Application aux grignons d'olive". Thèse de doctorat d'Etat, Université Catholique de Louvain.

**Nefzaoui, A. (1987).** Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par la valorisation optimale des sous-produits, séminaire sur l'économie de l'olivier. Tunis, 20-22 Janvier. Science et Technique, Olivae n° : 19.

**Nefzaoui, A. (1991).** Valorisation des sous-produits de l'olivier. *Options Méditerranéennes*, 16, 101-108.

**Nicklin J., Greame-Cook K., Paget T and Killington R. (1999).** Essentiel en microbiologie, (edn) BERTI. Paris.

**Nicklin J., Raeme-Cook K., Paget T. et Killington R. (2000).** L'essentiel en microbiologie. Edition Berti. p 210-216.

## ***P***

**Perraud-Gaime I., Labrousse, S. Roussos S.2010.** conservation des résidus de l'agro-industrie oléicole par ensilage : de l'isolement de bactéries lactiques endogènes à l'étude de faisabilité. In Karray B., Kecharem J. (Eds) Actes Olivebioteq-2009, sfax, Tunisia.

**Proot J. (2002).** Les technologies propres appliquées aux industries agroalimentaires. Aris.T, Bourgone, p12.

## ***R***

**Ramos-Cormenzana A. (1986).** Physical, chemical, microbiological and biochemical characteristics of vegetation water. In: Inter. Symp.: On olive by-products valorization. Sevilla-Spain. 41-60.

**Ranalli A. (1991).** The effluent from olive mills : proposals for re-use and purification with reference to Italian legislation , olivae ,38, 26-40.



**Ranalli A. (1991).** L'effluent des huiles d'olives : propositions en vue de son utilisation et son épuration. Références aux normes italiennes en la matière. *Olivae*. 39:18-34.

**Roussas, S., Perraud-Gaime, I., Lakhtar, H., Aouidi, F., Labrousse, Y., Belkacem, N., ... & Artaud, J. (2009).** Valorisation biotechnologique des sous- produits de l'olivier par fermentation en milieu solide. *Olivebioteq*, 26, 52-59.

## S

**Salvameni F. (1985).** Composizione chimica e valutazione biologica di mangine ot tenutoessicandotericamente le acque di vegetazione delle olive .rive .dellesostanzegrasse 112, 559-564.

**Soufiane, B. (1999).** Isolement à partir de la rhizosphère des conifères de bactéries et d'actinomycètes antagonistes aux champignons phytopathogènes (French text).

## T

**Tomati U., Galli E. (2006).** A common policy to face the problem of olive oil mill wastes. In *Biotechnology and quality of olive tree products around the Mediterranean basin*. Ismaili-Aloui M, Roussas S, Perraud-Gaime I (eds), Actes Editions, Rabat: 375-382.

**Tsagariki, E., Harris, N., Lazarides. et Konstantinos, B. P. (2007).** Olive mill waste water treatment. Utilization of by-products and treatment of waste in the food industry. 3: 133-157.

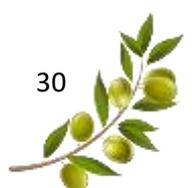
## U

**Uchikoba T., Mase T., Arima K., Yonezawa H. & Kaneda M. (2001).** Isolation and characterization of a trypsin-like protease from *Trichoderma viride*. *Biol. Chem.*382: 1509-1513.

## V

**Vaccarino C., Lo curto R., Tripodo M. M., Lagana G., Patente R., Muano F. (1986).** Vegetation water treatment by anaerobic fermentation with fungi. *Simposio Internacional sobre Valorizacion de los subproductos del olivar: Alpechin y Orujo*. 23, 5-6-7 Marzo, Sevilla-Espana.

**Vitolo S., Petarca L. Bresci B. (1999).** Treatment of olive oil industry wastes. *Bioresource technology* 67 , 129-137.



## y

**Y. M'sadak., M. Makhlouf., S. El amrouni. (2015)** / Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, 18(4), 668-678.

### Site internet

<http://civaa.silliker.fr:8080/jlbnet/jlbFilRss?RssEnc=3716>.

<http://handy.univ-lyon2.fr/service/cours/mycot.html>

<http://microbia.free.fr/TS2ABM/Mycologie/moisissures.pdf>

<http://www.cfc-iooc-04.ma>.

<http://www.ecosociosystemes.fr/ascomycetes.html>

<http://www.internationaloliveoil.org/downloads/production1.PDF>

<http://www.sud-elagage-var.fr/compost-engrais-compostage/compost-naturel-engrais-bio.html>

<http://www.winetwork-data.eu/intranet/libretti/0/libretto16780-01-1.pdf>

[https://elearn.univtlemcen.dz/plinfile/mod\\_resource/content/1/TD N°3Champignons2020.pdf](https://elearn.univtlemcen.dz/plinfile/mod_resource/content/1/TD N°3Champignons2020.pdf)

[https://olipe.com/fr/Usine\\_de\\_compostage\\_du\\_grignon\\_olive](https://olipe.com/fr/Usine_de_compostage_du_grignon_olive)

<https://sites.google.com/site/laperemptiondesaliments/Facteur-de-dgradation/bacteries>

<https://sjbm.fr/images/cahiers/2002-Bioforma-25-Lesmoisissures d'intérêt médical.pdf>

<https://www.algerie360.com/grignon-dolives-a-bejaia-richeesse-deversee-rivieres/>

<https://www.leconomiste.com/article/1043849-sous-produits-d-huile-d-olive-quel-danger-pour-l-environnement>

[https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full\\_html/2015/09](https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2015/09)

### Résumé :

La production oléicole est l'une des activités importantes se concentrant principalement dans les pays méditerranéens représentant plus de 94% de la production mondiale. Cependant, cette industrie génère deux sous-produits en grandes quantités, grignons et margines. Les grignons d'olives sont les résidus solides résultants de l'extraction d'huile, les margines sont les effluent liquide, acide (pH= 4,5 à 5) de couleur foncé. Le rejet de ces déchets dans la nature,



sans aucun traitement, cause une forte pollution et des effets négatifs non négligeables sur l'environnement et la santé humaine.

Notre étude théorique vise à la détermination de la bio-remédiation des sous-produits oléicoles à partir des moisissures. Au cours de cette étude, les différentes caractérisations physico-chimiques et microbiologiques ont été effectuées que ce soit pour les grignons ou pour les margines.

D'autre part, une vue globale sur les moisissures a été munie ; Ce sont des champignons microscopiques pluricellulaires ubiquistes, présents généralement dans les milieux humides. Lorsque les conditions sont favorable (eaux, substances organiques tel que : le glucose, substances minérales comme : le sulfate et les facteurs physico-chimiques), ces moisissures peuvent se développer et libérer des spores qui lui permettent de survivre selon différents modes (saprophyte, parasite et symbiose). Ces champignons sont impliqués aussi dans les processus de valorisation des résidus oléicoles, qui désigne un ensemble de technique pour dégrader des substances organiques et des composés phénoliques dans l'objectif d'assurer la détoxification des grignons et margines et préserver l'environnement contre les dangers.

**Les mots clés :** Industrie oléicoles ; grignons ; margines ; bio-remédiation ; moisissures.

## **Abstract**

Olive oil production is one of the preeminent activities widespread, chiefly in Mediterranean countries representing more than 94% of world production. The olive industry generates two residues in large quantities, pomace and mill wastewaters. While olive pomace is the hard residue resulting from the extraction of oil, the mill wastewaters are slightly acidic effluents



(pH = 4, 5 to 5) of dark purple color. The emission of this waste in nature causes serious negative effects on the environment and human health.

Our present study aims to determine the bioremediation of olives by-products from molds. Along this study, the various physicochemical and microbiological characterizations were carried out, either for pomace or olive mill wastewaters.

On the other hand, an overview on molds was provided; they are ubiquitous microscopic multicellular fungi, generally grow in humid environments. Where conditions are favorable (water, organic substances such as: glucose, mineral substances such as sulphate and physicochemical factors), these molds can develop and release spores which allow them to survive according to different modes (saprophyte, parasite and symbiosis). These mushrooms are also involved in the recovery processes of olive residues, which designates a set of techniques to degrade organic substances and phenolic compounds with the aim of ensuring the detoxification of pomace and mill wastewater and protecting the environment from dangers.

**Keywords :** olives industry, pomace and mill wastewaters, bioremediation, molds, phenolic compounds.



## ملخص

يعتبر انتاج زيت الزيتون أحد الانشطة الهامة المتمركزة بشكل رئيسي في بلدان البحر الابيض المتوسط حيث تمثل أكثر من 94% من الانتاج العالمي ومع ذلك فقد انتجت صناعة الزيتون منتجين ثانويين بكميات كبيرة والمتمثلان في الثفل والاموركا، لذا يعتبر ثفل الزيتون المادة الصلبة الناتجة من استخراج الزيت اما الاموركا من البقايا السائلة التي تعتبر شبه حمضية (درجة الحموضة =4,5 الى 5) داكن اللون، ورمي هذه البقايا دون أي معالجة يسبب تلوثا قويا في الطبيعة واثار سلبية كبيرة على البيئة وصحة الانسان.

تهدف دراستنا الى تحديد المعالجة الحيوية لبقايا الزيتون عن طريق فطريات خيطية. خلال هذه الدراسة، تم دراسة مختلف الخصائص الفيزيائية والميكروبيولوجية سواء لثفل الزيتون أو الاموركا.

من ناحية اخرى، تم تحصيل نظرة شاملة حول الفطريات، اذ تعتبر الفطريات الخيطية من الفطريات المجهرية، متعددة الخلايا وموجودة في كل مكان، حيث تتواجد بصفة عامة في البيئات الرطبة عندما تكون البيئة مواتية (الماء، المواد المعدنية مثل: الجلوكوز، المواد المعدنية مثل: الكبريتات والعوامل الفيزيائية). يمكن ان تتطور هذه الفطريات و تحرر جراثيم تسمح لها بالبقاء وفقا لانماط مختلفة (علاقة تكافلية، علاقة تطفلية و تعايشيه)، ايضا تستطيع التكاثر وفق شكلان: الاول جنسي يفرض تواجد نواتين (هابلويد) قادر على التكامل، واخرى غير جنسية تفرض تواجد البذور.

تشارك هذه الفطريات أيضا في عمليات استعادة بقايا الزيتون، المتمثلة في مجموعة من التقنيات المستعملة لتحليل المواد العضوية والمركبات الفينولية، بهدف ضمان إزالة السموم من ثفل الماء والمياه النباتية والحفاظ على البيئة ضد الأخطار.

**الكلمات المفتاحية:** صناعة الزيتون، ثفل الزيتون، الاموركا، المعالجة الحيوية، الفطريات الخيطية..



Bioremédiation des déchets oléicoles par les moisissures

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Ecologie microbienne

La production oléicole est l'une des activités importantes se concentrant principalement dans les pays méditerranéens représentant plus de 94% de la production mondiale. Cependant, cette industrie génère deux sous-produits en grandes quantités, grignons et margines. Les grignons d'olives sont les résidus solides résultants de l'extraction d'huile, les margines sont les effluent liquide, acide (pH= 4,5 à 5) de couleur foncé. Le rejet de ces déchets dans la nature, sans aucun traitement, cause une forte pollution et des effets négatifs non négligeables sur l'environnement et la santé humaine.

Notre étude théorique vise à la détermination de la bio-remédiation des sous-produits oléicoles à partir des moisissures. Au cours de cette étude, les différentes caractérisations physico-chimiques et microbiologiques ont été effectuées que ce soit pour les grignons ou pour les margines.

D'autre part, une vue globale sur les moisissures a été munie ; Ce sont des champignons microscopiques pluricellulaires ubiquistes, présents généralement dans les milieux humides. Lorsque les conditions sont favorable (eaux, substances organiques tel que : le glucose, substances minérales comme : le sulfate et les facteurs physico-chimiques), ces moisissures peuvent se développer et libérer des spores qui lui permettent de survivre selon différents modes (saprophyte, parasite et symbiose). Ces champignons sont impliqués aussi dans les processus de valorisation des résidus oléicoles, qui désigne un ensemble de technique pour dégrader des substances organiques et des composés phénoliques dans l'objectif d'assurer la détoxification des grignons et margines et préserver l'environnement contre les dangers.

**Les mots clés :** Industrie oléicoles ; grignons ; margines ; bio-remédiation ; moisissures.

**Mots clés :** Industrie oléicoles ; grignons ; margines ; bio-remédiation ; moisissures.

**Laboratoire de recherche :** .....

Jury d'évaluation :

**Président du jury :** MOUAS N (MCA - UFM Constantine).

**Rapporteur :** BOUCHERIT Z (MAA - UFM Constantine).

**Examineur :** ABDELAZIZ O (MCA - UFM Constantine).

**Date de soutenance :** 30/06/2020