

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

Faculté de technologie

Département de : hydraulique



Domaine : science technologique

Filière : hydraulique

Option : Ressources hydrauliques

**Mémoire présente pour l'obtention
Du diplôme de master académique**

Par :

- Habeta nour el houda

- Naili hadjer

Intitulé

**Etude comparative des propriétés physico-
chimiques des effluent d'huile d'olive
(margine) par différentes procédés**

Soutenu devant le jury composé de

	Université de M'sila	Président
	Université de M'sila	Examineur
Mr. Djamel temim	Université de M'sila	Encadreur
	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire : 2019/2020

Remercîment

*** Avant tout, je dois remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné l'envie et la force pour mener à terme ce travail.*

Mes profondes reconnaissances s'adressent particulièrement à mon encadreur Mr TAMIM pour son aide, ses conseils qu'il m'a prodigué tout au long de ce travail et pour sa disponibilité.

En fin nous adressons nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Didicace

Je dédie ce travail à :

*La mon père, qui est fier de moi, et à cause de lui, je
suis là*

*Mon adorable mère pour son soutien et ses
encouragements : Merci mama*

*Mon fiancé (Fateh) merci pour votre soutien et
votre amour*

*Ma sœur sara (je t'aime beaucoup), son mari et
leurs enfants (Anis, ritadje, lina , Adam)*

Mes frères (mohamed, Bilal, hossam ,tarek)

Tous mes proches

Mes amis et camarades de promotion

Hadjer

Didicace

Je dédie ce travail à : Ma Mère qui a œuvré pour ma réussite de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour tout son assistance et sa présence dans ma vie reçois à travers ce travail modeste.

Mon père qui être fière et trouve ici le résultat des années de sacrifices et les privations pour m'aider à avances dans la vie puisse dieu faire en sorte que ce travail son fruit merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutient permanent venu de toi.

Tout ma famille, mes sœurs, mes frères

Nour el Houda

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Table des matières

Liste des figures

Liste des Tableau

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

Chapitre 1 : Aperçu général sur la culture de l'olivier

1. Historique de la culture de l'olivier 4

1.1 Origine de la culture 4

1.2 La culture de l'olivier dans le monde et son impact socio-économique 4

1.3. La Culture de l'olivier en Afrique du nord..... 6

1.4 La Culture de l'olivier en Europe 7

1.5 Situation de la culture de l'olivier en Algérie : 7

1.6 La production oléicole dans l'Algérie : 8

1.7 La production d'huile d'olive en Algérie : 9

1.8. Localisation géographique la culture de l'olivier et son superficie mondiale. 10

2. Les productions mondiales d'huile d'olive et d'olives : 11

Conclusion : 13

Chapitre 2 : Les systèmes d'extraction et les margine

Introduction 14

1. Processus technologiques d'élaboration des huiles d'olives : 14

1.1. Opérations préliminaires : 14

1.1.1. Effeillage 15

1.1.2. Broyage 15

1.1.3. Malaxage 15

1.1.4. Séparation des phases : L'extraction ou séparation des phases, grasse (huile), solide (grignons) et aqueuse (eau de végétation) : 15

2. Les systèmes d'extraction de l'huile d'olive : 16

3. Les sous -produits d'une huilerie :	18
3.1. grignon:.....	18
4. Les margines :	19
4.1. Origine des margines :	19
4.2. Les Caractéristiques physico-chimiques :	19
4.3 Composition des margines :	20
4.4. Les polyphénols des margines :	21
4.5. Caractéristiques microbiologiques des margines :	22
4.6. Problématiques environnementale généré par les margines :	22
4.7. Impact des margines sur l'environnement	24
4.7.1. Pollution des eaux :	25
4.7.2. Pollution des sols :	26
4.7.3 Impact des margines sur les plantes	27
4.7.4. Air et paysage :	28
4.8. Traitement des margines :	28
Les procédés thermiques :	29
Les procédés biologiques :	29
Les procédés physico-chimiques :	31
Procédés chimiques :	32
Procédés physiques :	33
4.9. Valorisation des margines	34
4.9.1 Valorisation agronomique.....	35
4.9.2 Utilisation des margines comme fertilisant.....	35
4.9.3 Production de biogaz.....	35
Conclusion.....	36

Chapitre 3 : Adsorption sur charbon actif

Introduction	37
1.Types d'adsorption :	37
1.1. Adsorption physique(physisorption) :	37
1.2. Adsorption chimique(chimisorption) :	37
2.L'adsorbant :	38
2.1. Les surfaces spécifiques des adsorbants.....	39

2.2.les différents processus de transport dans les adsorbants :.....	40
3. La cinétique d'adsorption :	40
3.1. Les étapes de la cinétique d'adsorption :.....	41
3.1.1. Diffusion externe.....	41
3.1.2. Diffusion interne	41
3.1.3. Diffusion intra particulaire.....	41
4.Le Charbon Actif :	41
4.1. Définition :.....	42
4.2. Fabrication du charbon actif :.....	43
4.3. Origine.....	44
4.4. Utilisation du charbon actif	44
4.5. Propriétés de charbon actif :.....	44
4.6. L'utilisation de charbon actif :	44
4.7. Les différents types de charbon actif :.....	45
4.7.1. Charbon actif en grain (CAG):.....	45
4.7.2. Charbon actif en poudre (CAP):	45
5. Influence de quelques paramètres sur l'adsorption :	46
5.1 Influence du la surface spécifique	46
5.2. Influence du pH.....	46
5.3. La masse de l'adsorbant	46
5.4. La nature de l'adsorbant.....	46
5.5. La température.....	47
5.6. Influence de polarité	47
Conclusion :	47
Chapitre 04 : Étude comparative des caractéristiques des margines avant et après le traitement par plusieurs procédés	
Introduction	48
Partie (01) Matériels et méthodes	
1. Les caractéristiques des margines :	48
1.1. Caractéristique physico-chimique :	48
1.2. Caractéristiques biologiques :.....	50
2. Effets des margines sur l'environnement.....	50

3. Traitement et valorisation des margines	51
4. Rappelle sur les techniques/ procédés de traitement des margines	51
I. Les procédés thermiques	51
II. Les procédés biologiques :.....	52
III. Les procédés physico-chimiques :.....	53
VI. Les Procédés chimiques :	53
V. Procédés physiques :.....	53

Partie (02) Résultats et discussion

1. Présentation des zones d'étude :	54
1.1. La zone (1) d'Emir Abdelkader :.....	54
1.2. La zone (2) de Beni Ahmed :	54
1.3. La zone (3) Ghardaïa :	54
2. Echantillonnage :.....	55
3. Les techniques utilisées :.....	55
4. Résultat de traitement :	55
5. Interprétation et Discussion	56
5.1. Température :.....	56
5.2. Le pH :.....	57
5.3. La demande bio chimique en oxygène (DBO5) :.....	58
5.4. La demande chimique en oxygène (DCO) : en (mg d'O ₂ /l).....	59
5.5. La Matière sèche (MS) : en (%).....	59
5.6. La conductivité :.....	60
3.7. L'humidité :.....	61
Conclusion :	62
conclusion generale	63
Référence.....	65

Liste des figures

Figure 1 : Répartition de la culture de l'olivier dans le monde (COI 2013)	6
Figure 2 : Répartition de la culture de l'olivier en Algérie (ITAF 2008)	8
Figure 3 : Répartition des superficies d'oliviers par wilaya (Statistiques agricoles, 2003). ..	10
Figure 4 : Superficies et production mondiale de la culture de l'olivier	11
Figure 5 : Production mondiale d'olive durant la décennie 2003-2014 (COI 2015)	12
Figure 6 : Principaux pays producteurs d'huile d'olive (En milliers de tonnes, pour la période 2010-2015) Source : Etablie par les auteurs à partir de la base de données du COI, Nov. 2015.	13
Figure 1 : meule de granit à deuxroues[16]	15
Figure 2 : sortie d'une centrifugeuse 3 phases, à droite les grignonshumides, à gauche l'émulsion huile/eau [16]	16
Figure 3 : Les processus d'extraction de l'huile d'olive [Morillo JA , Antizar-Ladislao B., Monteoliva-Sa´Nchez M., Ramoscormenzana A., Russell NJ. 2009].....	18
Figure 5 : pollution engendrée par le rejet directe des margines (Photos prises à Alaghen-Bejaia, 2016)	24
Figure 6 :La pollution engendrée par le rejet directe des margines (Photos prises à Alaghen-Bejaia, 2016)	26
Figure 7 : Pollution des eaux de surface par les rejets des huileries (Harakat et Lazrak, 2011)	27
Figure 8 : Représentation de l'adsorption de l'adsorbât à la surface d'un adsorbant [S. Bouranene ., 2008]	38
Figure 9 : schéma montrant la surface spécifique d'un adsorbant.....	40
Figure 10 : les différents stades d'adsorption.....	40
Figure 11 : Différentes étapes de transfert d'un soluté lors de son adsorption sur un matériau microporeux d'après Weber et Smith [Moumeninesarah ., 2011]	41
Figure 12 : charbon actif [M.NoraSedira., 2013]	43
Figure 13 : la variation de la température des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes.....	57
Figure 14 : la variation de pH des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes.....	58

Figure 15 : La variation des DBO5 des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes.	58
Figure 16 : La variation des DCO des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes	59
Figure 17 : La variation des MS des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes.	60
Figure 18 : La variation de conductivité des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes.	61
Figure 19 : La variation des humidités des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes.....	61

Liste des Tableau

Tableau 1 : Répartition géographique de la production des olives destiné à la fabrication de l'huile et des huileries en Algérie [DSASI et ITAFV 2016].....	9
Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques des margine [Lutwin B, Fiestas Ros De Ursinos J A, Geissen K, Kachouri M, Klimm E, Deladoremonpezat G, xanthoulis D, 1996].	19
Tableau 3 : Conséquences environnementales des rejets des margines dans le milieu naturel [sifoune N ,2008].....	23
Tableau 4 : Différence entre chimisorption et physisorption [BOUGDAH NABIL., 2007] ...	38
Tableau 5 : les avantages et les inconvénients des adsorbants en grain [CYRILGOMELLA et HENRY GUERREE., 1983.....	45
Tableau 6 : les avantages et les inconvénients des adsorbants en grain.....	46
Tableau. 7 : Caractéristiques physico-chimiques des Margines (Ben Rouina et al., 2014).	49
Tableau 8 : Caractéristiques biologique des margines (Amirantes., 1999).....	50
Tableau 9 : Résultats des paramètres physicochimiques et biologiques des margines	55
Tableau 10 : norme nationale décret exécutif n° 06/141 du 19 avril 06.	56

LISTE DES ABREVIATIONS

DBO : Demande Biologique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

MES : Matière En Suspension.

pH : potentiel d'hydrogène.

T : température.

MS : Matière Sèche



**INTRODUCTION
GENERALE**

INTRODUCTION GENERALE

L'origine de l'olivier se perd dans la nuit des temps, son histoire se confond avec celle des civilisations qui ont vu le jour autour du bassin Méditerranéen (**Rayan et Robards, 1998**), il est considéré parmi les plus vieux arbres cultivés dans le monde (Liphshitz et *al.*, 1991). En effet L'olivier constitue la principale espèce fruitière cultivée en méditerranée. Sa faculté à croître et à produire dans diverses situations de culture ainsi que son adaptation aux conditions climatiques les plus critiques ont permis son développement.

L'industrie oléicole est une activité économique importante, concentrée principalement dans les pays méditerranéens qui tiennent environ 95% de la production mondiale, dont 1% pour l'Algérie en 2001.

L'industrie oléicole, en plus de sa production principale qui est l'huile (l'huile d'olive vierge et l'huile de grignon), engendre la production de deux résidus : un liquide (margine) et l'autre solide (grignon) (Nefzaoui A. 1991). Les margines sont considérées comme l'un des effluents les plus nocifs produits par les industries agro-alimentaires (Cardinali et *al.*, 2010) en raison de leur charge polluante et de leur toxicité pour l'ensemble de l'écosystème (plantes, microorganismes et organismes aquatiques et aériens) due à leur pH acide, et leur richesse en matière organique, en particulier en polyphénols (El-Abbassi et *al.*, 2012b ; Dermeche et *al.*, 2013).

L'accroissement de la production oléicole et l'introduction des techniques modernes pour l'extraction de l'huile ont placé l'olivier dans une position délicate de pollueur potentiel, phénomène qui a pris de l'ampleur avec l'avènement des systèmes continus de trituration à trois phases utilisant beaucoup d'eau. C'est pour cela que l'olive et l'huile qui en dérive, ne constituent qu'une part infime de la biomasse produite tout au long du processus oléicole. Les margines et les grignons d'olives représentent la masse restante considérée comme résidu de la trituration des olives qui engendre des problèmes environnementaux inquiétants.

En Algérie, les effluents liquides (margines) ne subissent en général aucun traitement et sont souvent déversés dans la nature. Il en résulte un impact négatif sur l'environnement qui se traduit par le colmatage des sols, la pollution des eaux superficielles et souterraines et le dégagement de mauvaises odeurs. Ces problèmes environnementaux sont attribués à la richesse de ces effluents en matière organique et en particulier en polyphénols.

Les margines rejetées dans la nature par épandage sur les sols peuvent aussi poser des problèmes environnementaux. Par ce mode d'élimination des effluents, les eaux souterraines

peuvent être polluées, ce qui affecte la qualité de l'eau potable. L'épandage des margines, très riches en éléments azotés, peut causer une pollution par les nitrates des nappes situées dans la zone ou à proximité de la zone d'épandage [Nefzaoui A. 1991].

De ce fait, le rejet de ces effluents dans les rivières et les égouts sans aucun traitement préalable pose de sérieux problèmes pour le système aquatique (Levis-Menzi *et al.*, 1992 ; Francesco, 1993 ; Bouranis *et al.*, 1995 ; Cabrera *et al.*, 1996 ; Sayadi *et al.*, 2000).

La gestion de ces déchets est devenue un enjeu important pour la préservation de l'environnement et de la santé humaine.

Ces considérations ont conduit plusieurs chercheurs à l'échelle nationale et internationale à choisir la voie du traitement et de la valorisation des margines pour limiter leur pollution (Gharsallah *et al.*, 1999 ; Garcia Garcia *et al.*, 2000 ; Leger *et al.*, 2000 ; Kissi *et al.*, 2001 ; Garrido Hoyos *et al.*, 2002 ; Pozo *et al.*, 2002 ; Fenice *et al.*, 2003).

Bien qu'il n'existe pas encore de solution parfaite permettant le traitement des margines, certains procédés semblent être plus efficaces que d'autres. Les choix opérés par les chercheurs dépendront ainsi des contraintes, du moment et des facteurs multiples et complexes d'ordres socio-économique et technique.

Pour éliminer ou réduire la pollution causée par les margines, plusieurs techniques physique, physico-chimique, d'oxydation avancée, biologique, traitement valorisant..., ont été développées et utilisées [Sifoun N. 2008]. Cependant, les procédés développés jusqu'à présent restent très limités et leur coût très élevé (Hamdi, 1993a ; Hamdi, 1993c).

Toutefois, les procédés de traitement envisageables pour l'élimination de la charge polluante des margines peuvent être classés physiques, chimiques et/ou biologiques.

Cependant, chacune de ces méthodes présente des avantages et désinconvenients. La recherche de méthodes alternatives ou complémentaires de traitement a conduit à l'émergence vers de nouvelles technologies.

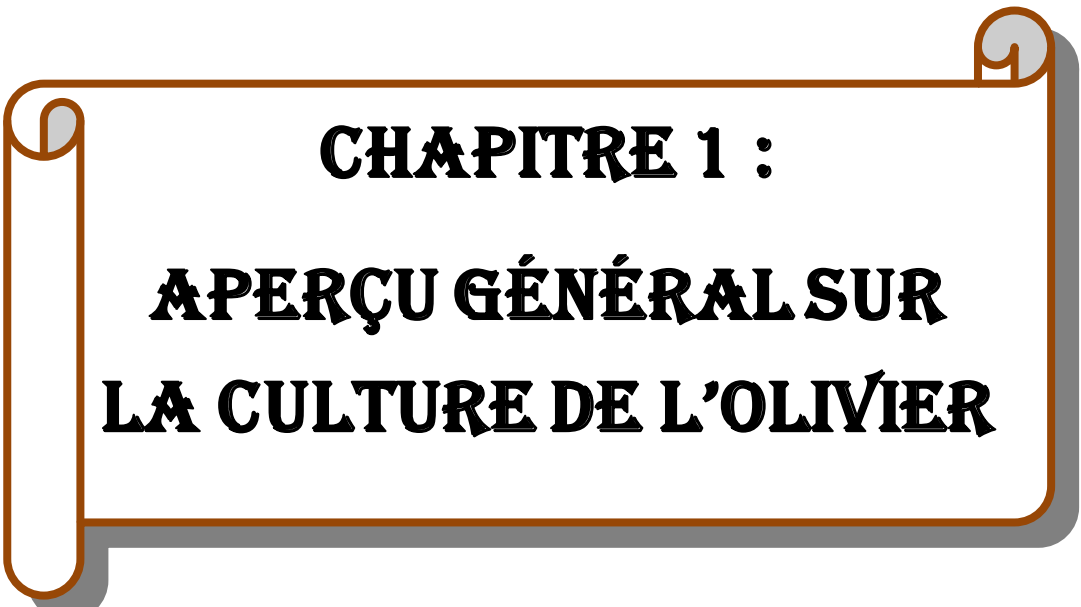
L'objectif de cette mémoire est de montrer les différentes procédés de trituration de l'huile d'olive et les impacts négatifs des margines sur l'environnement premier lieu. En second lieu, nous avons faire une étude comparative des caractéristiques des margines par l'utilisation des différentes procédés de traitements.

INTRODUCTION GENERALE

Divers polluants peuvent être éliminés par le phénomène d'adsorption par charbon actif, il est intéressant d'adapter cette solution pour réduire les métaux lourds. Dans les sciences environnementales, les métaux lourds sont associés aux notions de pollution et de toxicité.

Ce travail se décompose en quatre chapitres :

- Le premier chapitre s'intéresse à présenter des informations générales sur la culture de l'olivier (Aperçu général sur la culture de l'olivier).
- Le deuxième chapitre est consacré à définir les systèmes d'extraction de l'huile d'olive et des propriétés et caractéristiques des margines.
- Le troisième chapitre est consacré à la présentation et l'identification du procédé d'adsorption sur le charbon actif comme un procédé de traitement des margines.
- Tandis que le quatrième chapitre s'intéresse à la possibilité de réduire les impacts négatifs des margines sur l'environnement, alors pour ce chapitre nous avons fait une étude comparative des propriétés et caractéristiques des margines avant et après des traitements par divers procédés.
- Enfin, dans la conclusion générale, nous tentons de mettre en avant les points importants apportés par notre travail, ainsi que nos perspectives.



CHAPITRE 1 :
APERÇU GÉNÉRAL SUR
LA CULTURE DE L'OLIVIER

1. Historique de la culture de l'olivier

1.1 Origine de la culture

L'olivier a été cité dans des livres à plusieurs reprises. Dans le Coran, l'olive a été mentionnée six fois dans différents endroits parmi lesquels un versé coranique cité au début de la sourate de "Al-Tîne".

L'olivier a une origine très ancienne. Son apparition et sa culture remonterait à la préhistoire. Selon Miner (1995), l'origine de l'olivier se trouve précisément dans les pays en bordure de berceau des civilisations qu'est la méditerranée : Syrie, Égypte, Liban, Grèce ou Rome et autres, bien que d'autres hypothèses soient admises mais celle de De Candolle est la plus fréquemment retenue; qui désigne que la Syrie et l'Iran comme lieux d'origine de l'olivier (Loussert et Brousse, 1978) et l'expansion de sa culture est faite de l'Est vers l'Ouest de la méditerranée grâce aux Grecs et aux Romains lors de leur colonisation du bassin méditerranéen (Loussert et Brousse ,1978 ; Breton et al., 2006 ; Artaud, 2008). Selon Camps (1974) in Camps-Farber (1974), en Afrique du Nord les analyses de charbons et de pollens conservés dans certains gisements ibéro-maurusiens ou caspiens attestent que l'oléastre existait dès le XII millénaire et certainement avant.

D'après le COI (1998), l'olivier a poursuivi son expansion au-delà de la Méditerranée avec la découverte de l'Amérique en 1492. Au cours de périodes plus récentes, l'olivier se trouve dans l'Afrique du Sud, l'Australie, le Japon ou la Chine (Cavaillès, 1938).

En Algérie, la culture de l'olivier remonte à la plus haute antiquité. Nos paysans s'y consacraient avec art durant plusieurs siècles (Alloum, 1974). L'olivier et ses produits constituaient alors l'une des bases essentielles des activités économiques de nos populations rurales. L'huile d'olive faisait l'objet d'un commerce intense entre l'Algérie et Rome, durant l'époque romaine. Depuis cette époque, l'histoire de l'olivier se confond avec l'histoire de l'Algérie et les différentes invasions ont eu un impact certain sur la répartition géographique de l'olivier dont nous avons hérité à l'indépendance du pays (Mendil et Sebai, 2006).

1.2 La culture de l'olivier dans le monde et son impact socio-économique

Les romains ont confirmé que pour la culture de l'olivier, le lieu de plantation par excellence trouve dans les régions telliennes car les conditions climatiques sont très favorables par le fait que cette plante exige un sol ni trop argileux ni trop sableux. Ils utilisent des greffes rendant les oléastres productifs tout en développant surtout la transplantation. A titre d'exemple ils plantaient les oliviers dans des sols légers, plats et alignés comme le

témoignent les arbres plantés à byzacene (Tunis actuel) dont la distance entre les arbres est de 15m et dont l'olivier demande un minimum de soins. Pendant cette période, les romains savaient que l'olivier rentre en pleine production à partir de la dixième année, les responsables pensaient à ce problème en donnant aux agriculteurs de quoi vivre pendant cette période et leurs procurant la paix. Toutefois durant cette ère de César, la culture n'avait pas encore commencé à se répandre sur le territoire nord-africain pourtant la Lex Manciana favorisé sa plantation. Puis il y a eu une impulsion vigoureuse au développement de cette culture comme le témoigne l'inscription d'Henchir Mettich qui accorde des avantages aux planteurs d'oliviers dans la région de Tunisie pour les installer sur des terres incultes (Pyras, 1975). Aussi à la fin du Vème siècle, toujours dans la région tunisienne, l'olivier était encore la principale culture qui fit la fortune des pays du nord-africain.

L'olivier est considéré comme un symbole de richesse, de gloire et de paix. Cet arbre prêtait ses branches pour le couronnement des vainqueurs, des compétitions pacifiques et sanglantes. Aussi, c'est un moyen de sédentarisation car cette plante a attaché les habitants des zones steppiques dont les sols sont plantés de cette espèce.

Dans l'Antiquité classique et au niveau de bassin méditerranéens il n'existait aucun arbre aussi utile et précieux et important que l'olivier pour les peuples de ces zones puisqu'après la cueillette des olives il fallait écraser ces fruits pour obtenir ce produit précieux qu'est l'huile d'olive.

Divers procédés ont été nécessaires pour faire ces opérations. (Lapote, 1975) a indiqué que les prétendues « Massues de bronze » sous forme hérissée étaient employées pour écraser les olives. Durant cette période, le moulin berbère dans les régions marocaines (Fès) et en Algérie (les Aurès) était utilisé et resté toujours très semblable au moulin Romain tel quels pressoirs à coins (Henriette Camps-fabrer 1953).

Actuellement l'olivier a connu une extension progressive à travers le monde. En ces dernières années, plusieurs pays non méditerranéens ont tendance à développer cette culture dans certaines régions spécifiques de leur territoire. Certains cotent d'environ plus d'un milliard d'oliviers dans le monde. se situent principalement autour du bassin méditerranéen, avec deux pays producteurs, l'Espagne et l'Italie, loin devant tous les autres. Actuellement la culture de l'olivier s'étale sur une superficie de 9.984.919 hectares (FAOSTAT, 2013) dont 98% se sont situés dans le pourtour de la méditerranée (Guerbaa, 1988 ; FAO, 2003 ; Mendil, 2009). Selon Sbitri (2009), e, l'Europe concentrait 53 % des surfaces cultivées, suivie de

l'Afrique (27 %) et du Moyen-Orient (17 %).

En plus que L'olivier est un élément de richesse, de gloire et de paix. Cet arbre elle représente un symbole identification du Bassin Méditerranéen, et constitué l'un des piliers de l'économie agricole des pays de cette région. Par ces deux principaux produits dérivant de sa culture, leur fruit et son huile. L'Olivier joue un rôle moteur en termes d'économie, d'emploi, et d'équilibre social et environnemental des régions méditerranéennes (Marrakchi in Allaya, 1988). La Figure (01) ci-dessous illustre la répartition de la culture de l'olivier dans le monde (COI 2013)



Figure 1 : Répartition de la culture de l'olivier dans le monde (COI 2013)

1.3. La Culture de l'olivier en Afrique du nord

En Afrique de Nord, la culture de l'olivier existait déjà avant l'arrivée des romains, car les bar bressan fraient greffer les oléastres (Cependant, les romains ont permis l'extension des champs aux region plus arides. Considérées jus q'alors comme peu propices à cette culture. C'est le cas de la région du Sufetu la, l'actuelle Sbeïtla en Tunisie (Berbery et Delhoume,1982). De plus, une foule de mosaïques trouvée en Tunisie et en Algérie témoigne de l'importance de l'olivier dans la civilisation romaine (Camps-fabrer, 1953).la colonisation Française a contribué à l'extension de l'oléiculture en Afrique du Nord , telle que l'oliveraie de Sfix en Tunisie, de Sig en Algérie (Mendile et Sbari ,2006) et de oliveraies entre Meknes et Fez , au Maroc (Loussert et Brousse ,1978).

1.4 La Culture de l'olivier en Europe

Sa culture s'est étendue à tout le bassin méditerranées par les grecs d'abord, puis par

les romains qui l'ont utilisé comme arme pacifique dans leur conquêtes pour l'établissement des villes en fixant les habitants des steppes (Baradez ,1949; Blàzquez ,1997).

Quelques mythes citent l'origine de l'olivier, parmi eux, le poète grecque Lyrique Pindare (522-475 av.- J.-C) qui rapporte que l'olivier a été introduit en Grèce avant J.-C et que cette culture a été ramenée par les pays des Hyperboréens jusqu'à la ville de l'olympé. Tandis qu'à Rome, selon les inscriptions du forum Boarium daté du III siècle av. J.-C., des marchands d'huiles d'olives ont dédié des plants d'oliviers à Hercule. C'est à partir de ce moment qu'a eu lieu l'introduction de l'olivier et l'invention des huiles d'olives dans toute l'Attique.

1.5 Situation de la culture de l'olivier en Algérie :

L'Algérie fait partie des principaux pays méditerranéens dont le climat est des plus propice à la culture de l'olivier. L'oléiculture est la première richesse arboricole de l'Algérie. Elle constitue une source de subsistance pour plusieurs familles. La filière huile accuse un retard de développement en amont et en aval, en effet la production d'huile d'olive ne représente que le tiers de la production Tunisienne. Avec les nouvelles mesures de restructuration du développement agricole, L'Algérie, veut développer son secteur oléicole, en augmentant les surfaces plantées et en modernisant les industries d'extraction d'huile d'olive, et ainsi se placer parmi les premiers pays producteurs d'huile d'olive.

En 2000, la culture de l'olivier en Algérie occupait une superficie de 168080 hectares de terrain ; environs 33% des 550000 ha de superficie arboricole nationale et 2% des terres cultivables. En 2010, les prévisions des experts citent que les superficies oléicoles peuvent atteindre entre 325 000 à 350000 ha.

L'analyse des données statistiques de la superficie oléicole de la dernière décennie (1990/99) montre que la surface complantée a enregistré une baisse continue entre 1990 et 1995 en raison principalement de l'absence de soutien de l'État.

Il faut noter que la restructuration du secteur agricole en 1997 a permis d'augmenter les surfaces oléicoles. Cette tendance s'est confirmée avec la relance du PNDA (Plan National de Développement Agricole), en 2000 et grâce au financement du secteur par le FN R D A , le ministère de l'agriculture et du développement rural a mis en place un programme spécial pour le développement de l'oléiculture en intensif dans les zones steppiques' présahariennes et sahariennes pour 2006/2007 en vue d'augmenter les productions de l'huiles d'olives [COI., 2003].

La surface oléicole est répartie dans trois régions, la localisation est comme suit : 54% au centre, 28% à l'est ou la variété chemlal domine dans ces deux régions et 17% à l'ouest. La plupart des oliveraies (80%) sont situées dans des zones de montagne, sur des terrains accidentés et marginaux, peu fertiles et caractérisés par une pluviométrie moyenne comprise entre 400 et 900 mm/an. Le reste des oliveraies (20%) sont situées dans les plaines occidentales du pays à savoir (Mascara, Sig et Relizane) où la pluviométrie moyenne annuelle est de 300-400 mm [Labdaoui D. 2017]. Actuellement la superficie est de l'ordre de 404784 ha (Ministère de l'agriculture, 2015).

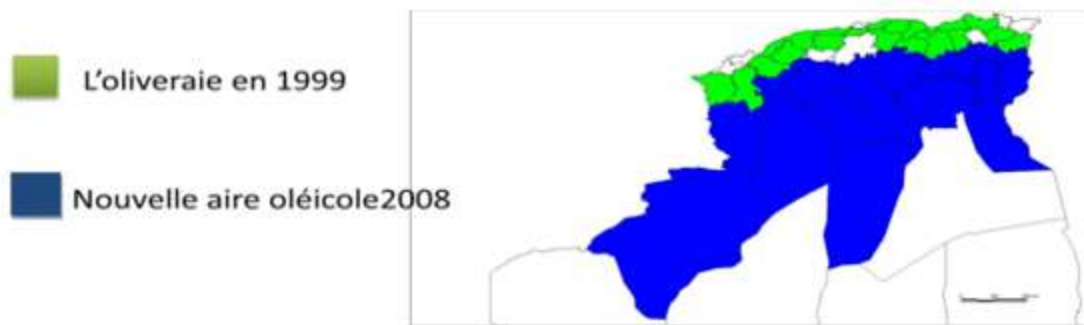


Figure 2 : Répartition de la culture de l'olivier en Algérie (ITAF 2008)

1.6 La production oléicole dans L'Algérie :

L'oliveraie occupe 45% du verger arboricole total et compte 32 millions d'arbres dont 80% sont destinés à la production d'huile d'olive (Mendil, 2009), estimée à 55.000-70.000 tonnes/an (Vossen, 2013). L'Algérie fait partie est considéré parmi les des principaux pays méditerranéens dont le climat est des plus propices à la culture de l'olivier. Elle se positionne après l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la Tunisie qui sont par ordre d'importance, les plus gros producteurs d'huile d'olive (Tsagariki E., Harris N., La zarides., Konstantinos B. P. 2007). 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 A. 2009).

Selon les statistiques de l'Institut Technique des Arbres Fruitiers et de la Vigne Algérien (ITAFV, non daté), l'oléiculture Algérienne a enregistré, entre 1999 et 2014, une croissance de 130% en termes de superficie passant de 165.000 hectares à 380.000 ha, tandis que la production d'huile d'olive est passée de 19.000 tonnes à 45.000 tonnes, avec des pics atteignant 74.000 tonnes. L'entrée en production des nouvelles plantations (215.000 ha) devrait hisser la production à 120.000 tonnes d'huile à l'horizon 2020.

La production d'huile d'olives est une activité traditionnelle en Algérie. L'activité compte près de 1650 huileries, dont seulement 165 huileries modernes (Vossen, 2013). L'Algérie vise à moderniser le secteur de l'huile d'olive afin d'améliorer la qualité et la quantité du produit. Actuellement cette filière se concentre dans certaines wilayas comme Bejaia, Tizi –Ouzou et Bouira qui ont produit, à elle seules en 2008, 179180 hectolitres sur une superficie de 102893 ha soit 51% de la production nationale et environ 44% de verger national oléicole. Ces trois wilayas sont spécialisées beaucoup plus dans la production de l'huile.

Durant la campagne 2009/2010, la production oléicole algérienne était de 50000 tonnes d'huile soit 1,7% de la production mondiale. (Conseil oléicole international. 2009a).

1.7 La production d'huile d'olive en Algérie :

La production annuelle d'huile d'olive pourrait donc passer en 2010 à plus de 50000 tonnes d'huiles d'olive/an. Au cours des dix campagnes (1990/1991 à 1999/2000), la production moyenne a atteint 31250 tonnes, avec un minimum en 1990/1991 : 6000 tonnes d'huile d'olive, en 1998/1999 la production a atteint un maximum avec 54 500 tonnes d'huile d'olive.

Le maximum atteint est durant la campagne 2003/2004 avec plus de 69500 tonnes d'huiles d'olive [COI., 2003].

On constate que la production a enregistré des fluctuations importantes en raison de la sécheresse persistante dont le pays a souffert au cours de la décennie concernée et d'autres paramètres parmi lesquels on peut citer, le phénomène de l'alternance de l'olivier, les pratiques culturelles et les techniques de cueillette non adaptées, une mauvaise conduite de la collecte et de la transformation des olives.

Tableau 1 : Répartition géographique de la production des olives destiné à la fabrication de l'huile et des huileries en Algérie [DSASI et ITAFV 2016].

Wilaya	Production d'olives en tonnes	Nombre d'huileries
BEJAIA	73 423	416
TIZI OUZOU	49 094	464
BOUIRA	29 488	209
SETIF	23 760	49
JIJEL	22 934	150
SKIKDA	21 184	77
B.B ARRERIJ	12 928	85
Autres Wilayat	91 599	220
TOTAL	324 411	1 680

Dans ce contexte, en vue de moderniser le secteur de l'extraction de l'huile d'olive pour améliorer la qualité du produit, les autorités algériennes ont adopté un programme de modernisation de l'industrie de l'huile d'olive et de l'huile de grignons d'olives et de traitement de sous-produits, dans l'objectif de disposer en 2004 de 201 unités modernes d'extraction d'huile d'olive équipées de système continu. [Algérie, E; Doc. N0 4, P.2]

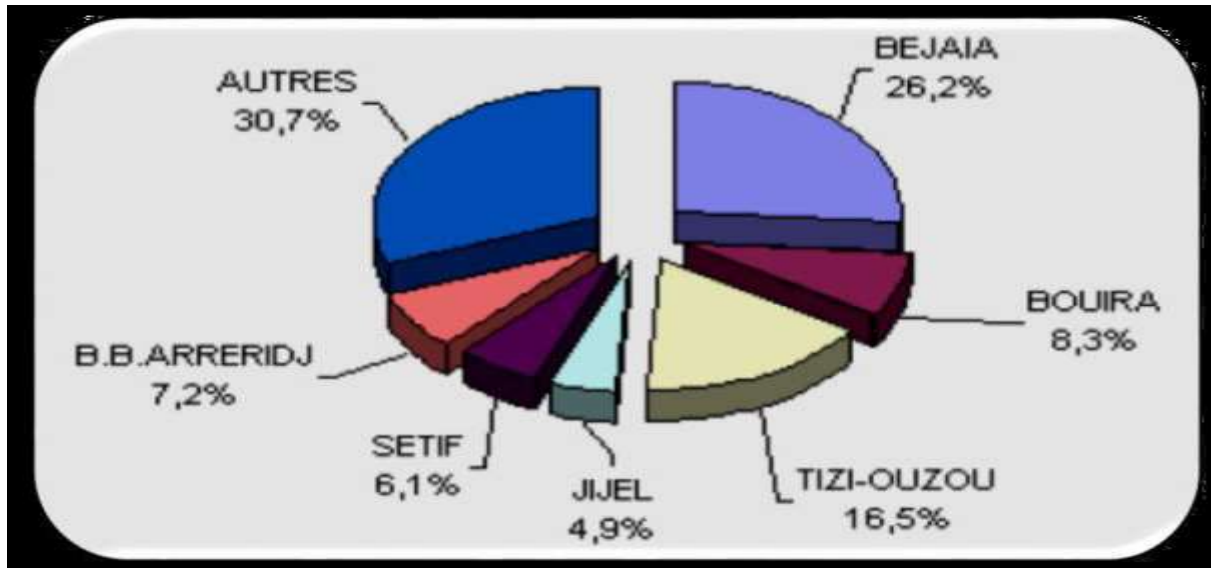


Figure 3 : Répartition des superficies d'oliviers par wilaya (Statistiques agricoles, 2003).

1.8. Localisation géographique la culture de l'olivier et son superficie mondiale.

L'olivier comme la plupart des plantes naturalisées dans le bassin méditerranéen (habitat idéal pour sa propre croissance), est originaire de la zone caucasienne où sa culture commença il y'a 7000 ans, puis il se diffusa sur le côté de la Syrie, de la Palestine et en Egypte.

L'olivier provient à la famille des Oléacées avec vingt-huit genres et entre cinq cents et six cents espèces qui s'étendent jusqu'aux régions tempérées et tropicales.

Ce genre de plante est béni ainsi sacré par sa structure et son fruit. Sa durée de vie peut dépasser plusieurs siècles. Il est considéré parmi les plantes huilières les plus importantes. Son huile ne contient que des acides gras insaturés c'est pour ça qu'elle est considérée comme l'une des plus saines, puisqu'elle ne contient que des acides gras insaturés dont la proportion ne s'élève pas dans le sang comparant autres huiles et ne cause pas l'athérosclérose, l'obstruction des artères, l'hypertension et d'autres maladies.

L'olivier a connu une extension progressive à travers le monde. Actuellement la culture de l'olivier s'étale sur une superficie de 9.984.919 hectares (FAOSTAT, 2013) dont

98% se sont situés dans le pourtour de la méditerranée (Guerbaa, 1988 ; FAO, 2003 ; Mendil, 2009). Selon Sbitri (2009), en 2006 et au sein du bassin méditerranéen, l'Europe concentrait 53 % des surfaces cultivées, suivie de l'Afrique (27 %) et du Moyen-Orient (17 %).

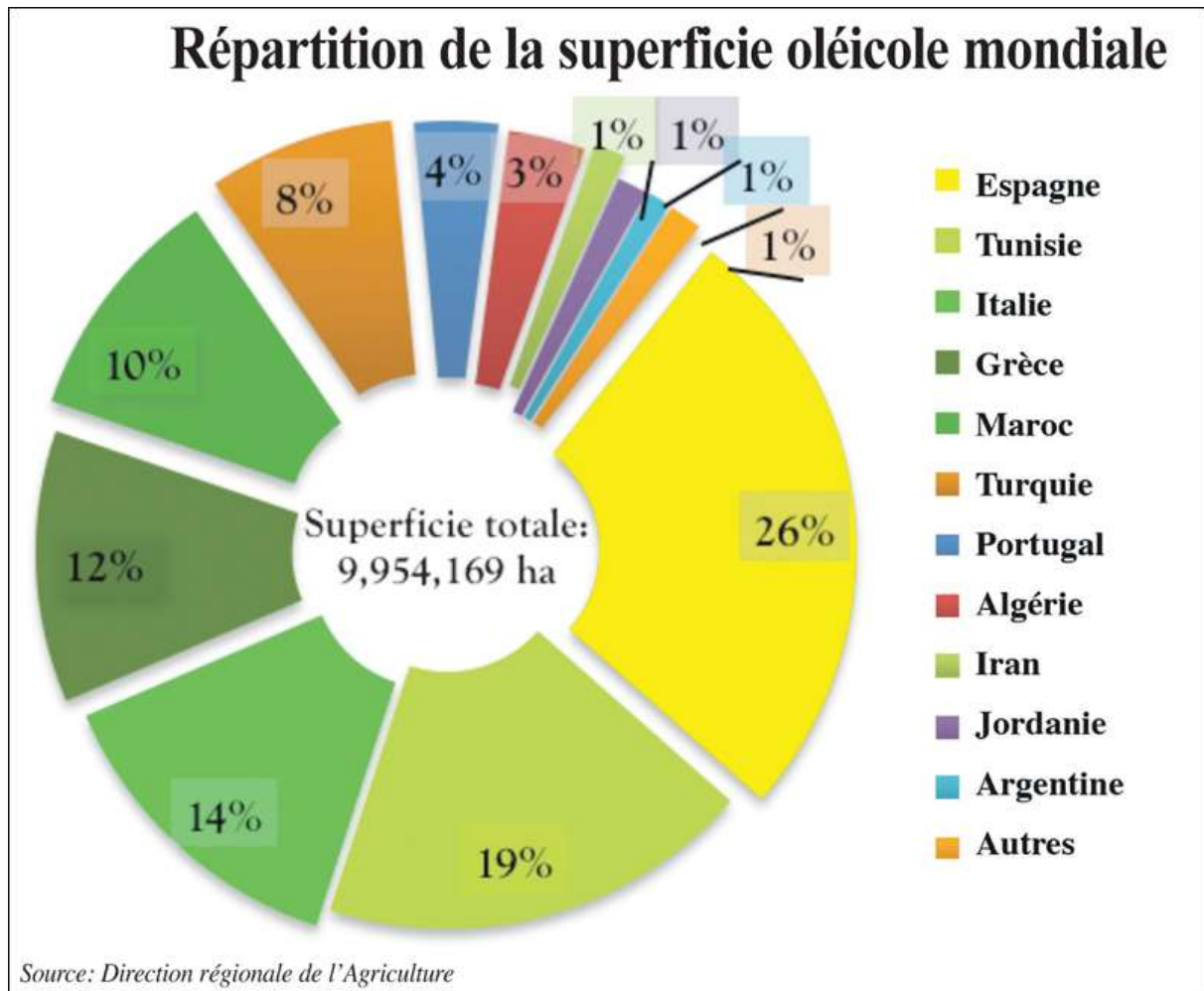


Figure 4 : Superficies et production mondiale de la culture de l'olivier

2. Les productions mondiales d'huile d'olive et d'olives :

Les productions mondiales d'huile d'olive et d'olives de table ont atteint un pic historique de 3.036.487 t et 20.545.421 t, respectivement en 2011/2012 (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, 2013). Les pays méditerranéens, avec plus de 95% de la production d'huile d'olive et d'olives de table restent prédominants (FAO, 2003 ; Mendil, 2009). Pour la campagne en cours (2012/2013), les productions mondiales s'annoncent inférieures 2.903.676 t d'huile d'olive et 16.584.857 t d'olive de table (FAOSTAT, 2013). Cette baisse de production est due entre autres à une diminution de 1.006.600 t de la production espagnole suite à la succession d'une gelée sévère d'hiver et aux fortes chaleurs de l'été (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, 2013).

Depuis les années 90, l'huile d'olive et l'olive de table sont consommées en quantités importantes à l'intérieur ou en dehors de leurs zones de production. Les consommations mondiales d'huile d'olive et d'olive de table progressent en suivant les mêmes rythmes et tendances que ceux de production (Doutsias in Allaya 1988 ; FAO, 2003). Le groupe des principaux consommateurs est constitué des pays suivants : Union Européenne, U.S.A., Syrie, Turquie, Maroc, Algérie, Brésil, Japon, Australie, Canada et Tunisie. L'Union Européenne est le plus grand consommateur mondial avec une part de 66 % (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, 2013)

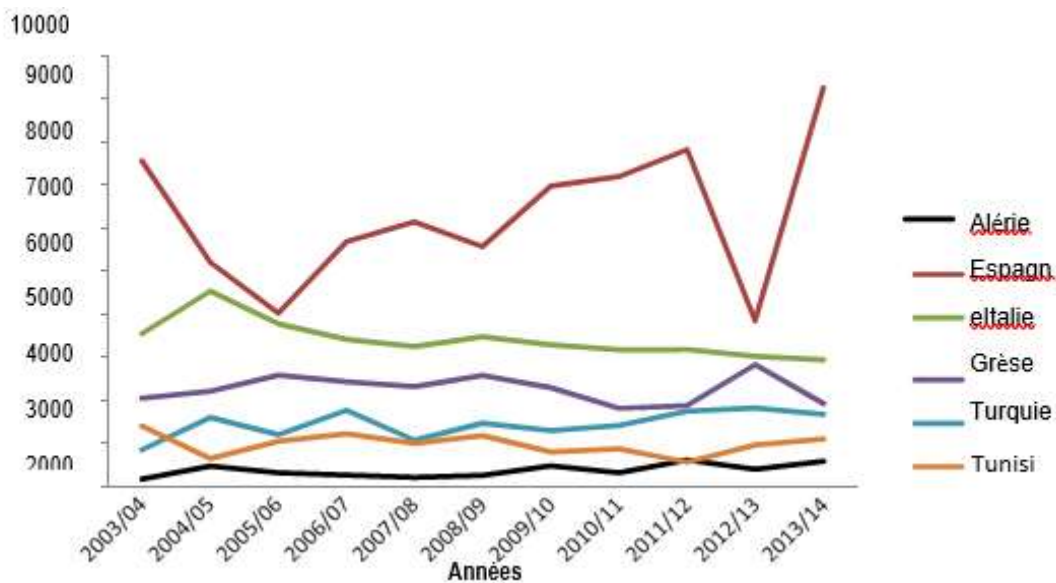


Figure 5 : Principaux pays producteurs d'huile d'olive (En milliers de tonnes, pour la période 2010-2015) Source : Etablie par les auteurs à partir de la base de données du COI, Nov. 2015.

L'Espagne reste le principal pays producteur avec une part de marché de plus de 40%, soit 1 245 300 tonnes sur une production mondiale estimée à 2 892 200 tonnes entre 2005 et 2015 (annexe 1). Sa part augmente d'une campagne à l'autre et lors de la campagne 2015/2016, elle atteint 1 400 000 tonnes (COI, 2016).

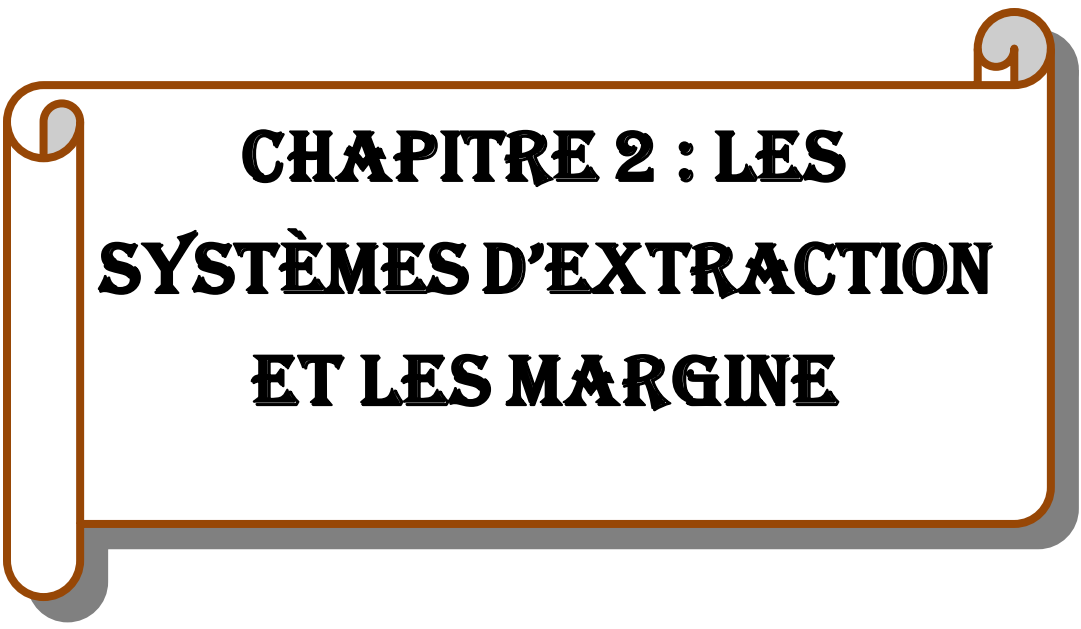
En termes d'exportation, l'Espagne, l'Italie et la Tunisie sont les trois principaux exportateurs d'huile d'olive. Ils ont représenté en moyenne 76% des exportations entre 2010-2015, suivis du Portugal, de la Turquie, de la Syrie et du Maroc. Les deux grands pays producteurs, qui sont par ordre d'importance l'Espagne et l'Italie, totalisent près de 60% du volume total des exportations d'huile d'olive (voir annexe 2). L'huile d'olive méditerranéenne, associée à la diète méditerranéenne, est consommée mondialement et la demande internationale

augmente. Même si sa consommation ne représente qu'une faible part des quantités d'huiles végétales consommées (4%), la croissance de la consommation mondiale d'huile d'olive a augmenté de 6% par rapport à la campagne antérieures (COI, 2016a).

L'Union Européenne est le premier consommateur d'huile d'olive (56% de la consommation mondiale lors de la dernière campagne), mais les Etats-Unis, l'Australie et le Canada, deviennent de nouveaux pays consommateurs depuis le tournant des années 2000. Les Etats-Unis, troisième consommateur, avec une consommation moyenne de 290 700 tonnes durant les cinq dernières campagnes, sont devenus le premier marché d'exportation d'huile d'olive. La consommation en 2015 a augmenté de 49% par rapport à l'année 2000. Cette hausse est nettement supérieure à celle de la consommation mondiale (+ 9%) durant la même période (COI, 2015).

3. Conclusion :

La culture de l'olivier est surtout concentrée dans le pourtour méditerranéen, où les conditions naturelles sont favorables au développement de la culture de l'olivier. La production, la consommation et les échanges commerciaux sont fortement limités à ce territoire



**CHAPITRE 2 : LES
SYSTÈMES D'EXTRACTION
ET LES MARGINE**

Introduction

L'huile d'olive est l'huile provenant uniquement du fruit de l'olivier à l'exclusion des huiles obtenues par solvant ou par des procédés de ré estérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature (COI, 2001) LABDAOUI DJAMEL

La production d'huile d'olives a toujours été le principal objectif de la culture de l'olivier.

L'objectif idéal de toute méthode d'extraction consiste à produire la plus grande quantité d'huile possible sans altération de sa qualité d'origine. Toutefois, si la qualité ne doit pas être modifiée, il est nécessaire d'utiliser uniquement des méthodes mécaniques ou physiques pour extraire l'huile, en évitant les réactions chimiques et enzymatiques qui pourraient changer sa composition naturelle.

1.Processus technologiques d'élaboration des huiles d'olives :

Le processus d'extraction d'huile d'olives reste toujours le même ou il passe par quatre opérations principales : les opérations préliminaires, le broyage, le malaxage et la séparation des phases liquides, huile et eau (Hermoso et al 1991)

- Nettoyage des fruits (défoliation, lavage des olives),
- Préparation de la pâte (broyage, malaxage),
- Séparation de la phase solide (grignons) et liquide (huile et eau de végétation),
- Séparation des phases liquides (huile / eau de végétation).

Le fruit est cueilli quand il présente toutes les conditions optimales à savoir la grosseur, contenu en sucre et en huile et la consistance de la pulpe. Cependant durant la période de cueillette c'est la meilleure occasion de vérifier si les interventions agronomiques ont été bien réalisées. La cueillette du fruit exige impérativement de prendre beaucoup de soins de la récolte, du transport, de la conservation et durée de stockage afin de ne pas endommager la qualité de ces drupes. L'opération d'extraction des huiles d'olives passe par plusieurs étapes.

1.1. Opérations préliminaires :

*Opération de réception :

Sont les opérations préliminaires de nettoyage et de lavage des olives (éliminer des impuretés adhérentes à l'olive), et de stockage et qui ont pour objectif de préparer les olives pour la suite du procédé [Sifoune N, 2008].

1.1.1. Effeuilage

L'effeuillage des olives se fait généralement par aspiration, suivi par le lavage afin d'éliminer les matières étrangères (saletés, moisissures...). Ces matières peuvent d'une part, altérer les propriétés organoleptiques de l'huile (couleur, odeur, goût) et d'autre part, user les broyeurs métalliques.

1.1.2. Broyage : [LAABDAOUIDJAMEL]

Le broyage : vise à faire éclater la drupe pulpeuse gorgée d'huile, le concassage du noyau et l'écrasement de l'amande contenu. Le broyage s'effectue à l'aide des moulins en pierre (traditionnel) de marteaux ou disques (installation modernes) [Sifoune N ,2008].



Figure 1 : meule de granit à deuxrues [Veillet S. 2010. Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. These de Doctorat en Sciences de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. 153 pp.]

1.1.3. Malaxage :

Il consiste en un broyage lent et continu de la pâte d'olive préalablement chauffée. Son but est de libérer le maximum d'huile en brisant les vacuoles qui sont restées entières durant la phase précédente et d'amasser les gouttelettes d'huile en gouttes plus grosses.

• **Le malaxage** : permet de donner à la pâte une bonne régularité et homogénéité. Cette étape se fait à température appropriée qui favorise la séparation d'huile.

1.1.4. Séparation des phases : L'extraction ou séparation des phases, grasse (huile), solide (grignons) et aqueuse (eau de végétation) :

Cette étape nécessite l'addition de l'eau chaude [Sifoune N ,2008].

Cette opération consiste à :

- **Séparation des phases liquides-solides** : Le broyage et le malaxage aboutissent à la formation d'une pâte qui contient de la matière solide et fluide. La matière solide appelée grignon est formée de débris de noyaux, d'épiderme, de parois cellulaires...etc., alors que la partie fluide est composée d'huile et d'eau de végétation appelée margine ;
- **Séparation des phases liquides-liquides** : La séparation entre la phase aqueuse de la phase huileuse se fait essentiellement par simple décantation ou par centrifugation. Elle est basée sur la différence de densité entre l'huile d'olive et l'eau de végétation.



Figure 2: sortie d'une centrifugeuse 3 phases, à droite les grignons humides, à gauche l'émulsion huile/eau [Veillet S. 2010. Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. These de Doctorat en Sciences de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. 153 pp.]

2. Les systèmes d'extraction de l'huile d'olive :

Le traitement des olives en vue de l'extraction de l'huile peut se faire par des moyens mécaniques (par pression ou centrifugation). Les opérations de base sont les suivantes :

Trois systèmes d'extraction sont à présent utilisés (fig. 3) : procédés discontinus ou systèmes à presses et procédés continus ou systèmes à centrifugation. Ce dernier se déroule soit selon un procédé continu à trois phases ou en un procédé continu à deux phases (procédé écologique). (Morillo et al., 2009).

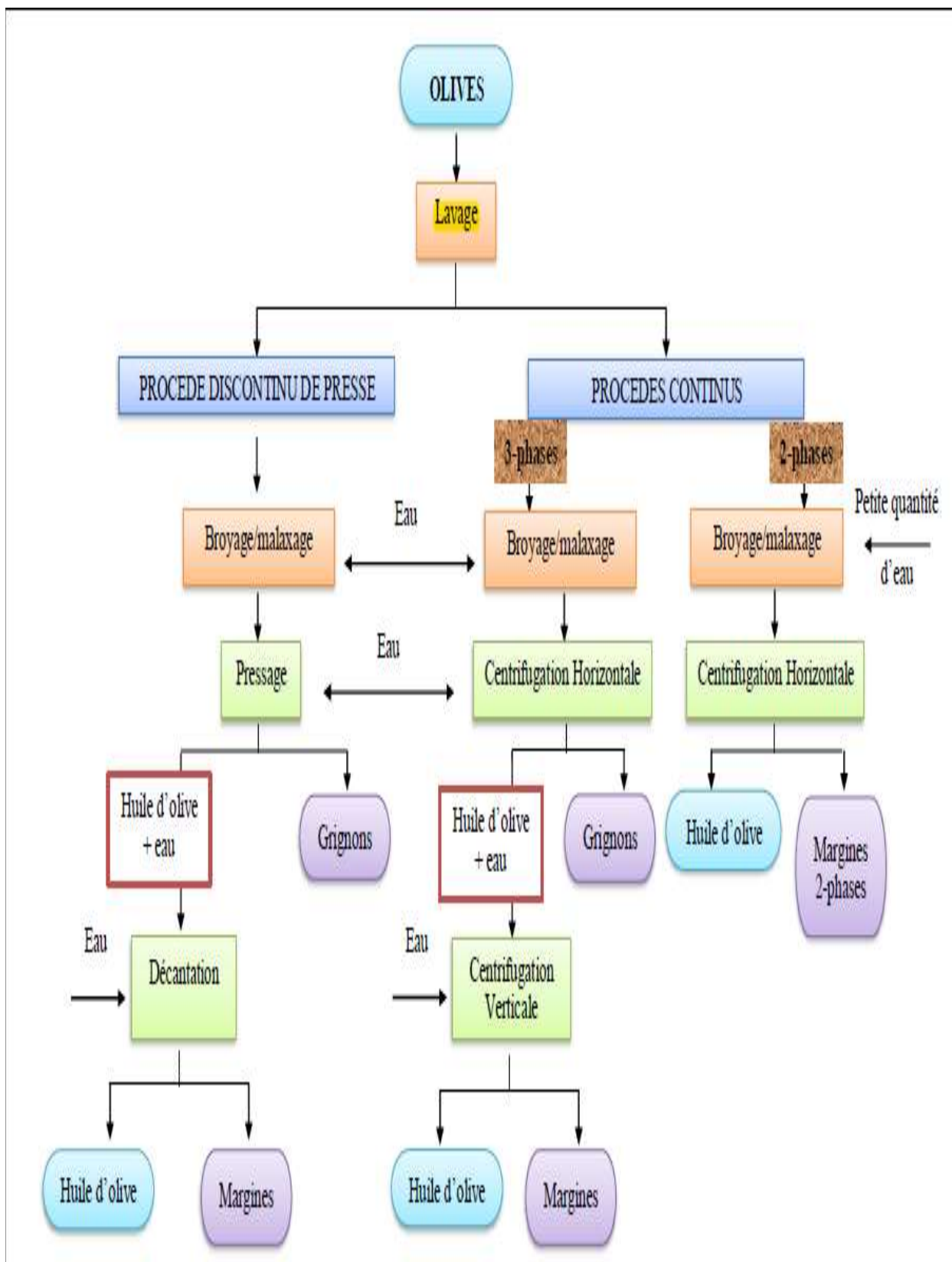


Figure 3 : Les processus d'extraction de l'huile d'olive [Morillo JA , Antizar-Ladislao B., Monteoliva-Sa Nchez M., Ramoscormenzana A., Russell NJ. 2009]

3. Les sous -produits d'une huilerie :

Il est important de définir les différents sous-produits, car il existe une certaine confusion dans les publications qui ne permet pas toujours d'identifier clairement de quel sous-produit il s'agit et on distingue :

✓ **Le grignon brut :**

C'est le résidu de la première extraction de l'huile par pression de l'olive entière. Ses teneurs relativement élevées en eau 24% et en huile 9% favorisent son altération rapide lorsqu'il est laissé à l'air libre.

✓ **Le grignon épuisé :**

C'est le résidu obtenu après déshuilage du grignon brut par un solvant, généralement l'hexane.

✓ **Le grignon partiellement dénoyauté :**

Il résulte 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.

✓ **La pulpe d'olive :**

C'est la pâte obtenue lorsque le noyau a été séparé de la pulpe préalablement à l'extraction de l'huile. Elle est riche en eau 60% et sa conservation est très difficile. [R Sansoncy., 1983].

✓ **Les margine :**

C'est le résidu liquide aqueux brun qui s'est séparé de l'huile par centrifugation ou sédimentation après le pressage. [Fedeli et Camurati., 1981].

✓ **Les feuilles collectées à l'huilerie :**

Ce ne sont pas les résidus de la taille, mais des feuilles obtenues après le lavage et le nettoyage des olives à l'entrée de l'huilerie. [Zoïopoulos., 1998].

4. Les margines :

4.1. Origine des margines :

Les margines c'est le résidu aqueux qui est généré lors de la phase de séparation solideliquide par centrifugation ou sédimentation après le pressage [Fedeli et Camurati., 1981], [Parades., 1999].

La qualité et la quantité des margines dépendent de l'opération d'extraction d'huile d'olive, elles sont aussi influencées par la variété d'olive, la saison de cueillette, le taux de maturation des fruits et les conditions climatiques. [Fiorentino et Al., 2003] On estime généralement qu'un kg d'olive fournit 1 à 1.5 litres de margines en fonction de système d'extraction utilisé [Leger., 1999].

Les margines proviennent de l'eau de végétation des olives, de l'eau ajoutée lors du procédé d'extraction et l'eau de lavage. Les margines sont souvent rejetées telles que dans les eaux des fleuves elles représentent ainsi une source de pollution importante.

4.2. Les Caractéristiques physico-chimiques :

Les margines ont un couleur brun à brun rougeâtre, d'aspect trouble. Ces effluents ont une forte charge saline et sont très acides, riches en matières organiques et en poly phénols peu dégradables. Ces eaux sont caractérisées par un pH de 4.5 à 5 et une conductivité de l'ordre de 10 Ms/cm, due surtout aux ions potassium, chlorures, calcium et magnésium. La DCO peut varier de 50 à 200g.

Le tableau suivant représente des quelques données des Caractéristiques physico-chimiques des margine.

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques des margine [Lutwin B, Fiestas Ros De Ursinos J A, Geissen K, Kachouri M, Klimm E, Deladoremonpezat G, xanthoulis D, 1996.].

Paramètres	Valeurs
pH	4,2 à 5,9
Turbidité (NTU)	140
Couleur	Coloration brun-rougeâtre
Conductivité	18 et 50 ms.cm ⁻¹
Température	Ambiante

4.3 Composition des margines :

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

Les composés fondamentaux de margines sont :

- Eau : 82 à 83%.
- Substances organiques 15%.
- Substances minérales 1.8%.
- Elles contiennent en moyenne 170 kg de résidus secs par m³ de margine.

✓ Fraction minérale :

Les margines contiennent des quantités significatives de sel minéraux [Ranalli A., 1991], dont 80% sont solubles (phosphate, sulfates, et chlorures) et 20% insolubles (carbonates et silicates). Les éléments les plus représentatifs sont le potassium (47%), les carbonates (21%), les phosphates (14%) et le sodium (7%) [Borja R.1992], [Tsagariki E et al.,2007].

✓ Fraction organique :

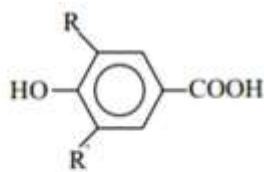
Les margines comportent deux fractions organiques : une fraction insoluble constituée essentiellement de pulpes d'olives qui représente la matière en suspension et colloïdales et une fraction soluble dans la phase aqueuse qui contient les sucres, les lipides, les composés azotés, les vitamines, les acides organiques et les composés phénoliques [Hamdi M., 1991] Les composés phénoliques sont une vaste classes de substances organiques cyclique très variées dans les margines, ces composés ont une structure variable. Leur solubilisation dans l'huile est cependant bien inférieure à celle dans les eaux de végétation, ce qui explique leur concentration élevée dans les margines [Ranalli A.,1991]. En général, la teneur en composés phénoliques varie entre 2 et 6g/l [Fakhradine N et al., 2006]et elle peut même dépasser les 9 g/l [Sayadi.S, Ellouz.R., 1993]. Plus de 50 composés phénoliques et plusieurs alcools phénoliques ont été identifiés.

4.4. Les polyphénols des margines :

Les composés phénoliques sont des substances naturelles caractéristiques du métabolisme secondaire, ils correspondent à une large série de structures chimiques qui ont

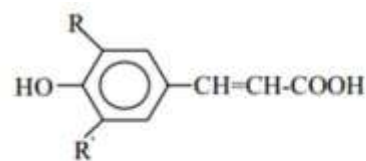
tous en commun la présence d'un ou plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles. D'après [Hamdi et Garcia., 1991] la richesse des margines en polyphénols, de nature humique plus grande que celle de la phase huileuse, résulte des propriétés amphiphiles, mais essentiellement hydrophiles de ces composés [Graille, 2003], [Leger., 1999]

La composition phénolique des margines a été étudiée dans différents travaux récents [De Marco et al., 2007] ; [Obied et al., 2005]. Servi li et al (1999) ; qui ont montré que la composition phénolique est très différente que celle du fruit d'olive. D'autres chercheurs, tel que [Lasage et al., 2001] et [Sayadi et al., 2000] ont identifié plusieurs composés phénoliques des margines, en incluant les dérivés suivants : Dérivés d'acide cinnamique : acide caféique, acide coumarique, et acide ferrulique. Dérivés d'acide benzoïque : acide protocatechique, p-hydroxy benzoïque, acide gallique et acide vanillique. Dérivés B-3-4dihydroxyphényl éthanol : p-tyrosol et hydroxy tyrosol. Parmi les composés phénoliques existant dans les margines ont cité aussi : acide syringique, vanillin [Noubih et al., 2007], acide phénylacétique et catechique [Sayadi et al., 2000]



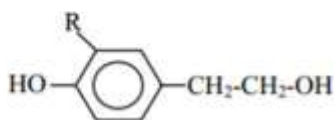
R=R'=H : acide p-hydroxybenzoïque
 R=HO, R'=H : acide protocatéchique
 R=OCH₃, R'=H : acide vanillique
 R=R'=HO : acide gallique
 R=R'=OCH₃ : acide syringique

(a) : structures chimiques des acides benzoïques (Djouab, 2007)



R=R'=H : acide p-coumarique
 R=HO, R'=H : acide caféique
 R=OCH₃, R'=H : acide férulique

(b) : structures chimiques des principaux acides cinnamiques (Djouab, 2007; Häkkinen., 2000)



(c) : dérivés β-3,4-dihydroxyphényl éthanol (Léger, 1999)
 R=H : tyrosol
 R=HO : hydroxytyrosol

Figure 4: Les principaux poly-phénols existant dans les margines.

4.5. Caractéristiques microbiologiques des margines :

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 hygiénique-sanitaire (Ranalli, 1991a). Toutefois plusieurs microorganismes arrivent à se développer, ce sont essentiellement des levures et des moisissures sur les margines et les utilisent comme source de carbone (Vazquez et al. 1970). Ces microorganismes supportent la salinité élevée et le pH acide caractéristiques de ces effluents, et résistent plus que les bactéries aux substances phénoliques.

Ces effluents agissent sur les bactéries en dénaturant les protéines cellulaires et en altérant les membranes (Ranalli, 1991). 130 espèces de microorganismes lipolytiques (56 champignons, 22 levures et 52 bactéries) ont été rapportées dans les margines

✓ Les champignons

La flore fongique se compose essentiellement d'*Aspergillus flavus*, *Aspergillus candidus*, *Penicillium negricans*, et *Alternaria sp* possèdent la capacité de dégrader les phénols à faible concentration.

✓ Les bactéries

La flore bactérienne regroupe les bactéries qui résistent aux polyphénols particulièrement les bactéries à Gram-négatif. Le genre *Pseudomonas sp*. Ainsi que *Bacillus megaterium* ont été décrits. Les espèces de ce genre sont dotées d'une grande activité métabolique (protéolyse, lipolyse et dégradation des substances carbonées) (Thierru, 1997).

✓ Les levures

Parmi les levures, on trouve *Trochopore um cutané um*, *Cryptococcus albidus* ainsi que les genres *Rhodotoru la sp.*, *Candida sp.* Et *Saccharomyces sp.* (Ramos-Cormenzana, 1986 ; Gharsallah, 1993 ; Aissamet al., 2002 ; Fadilet al., 2003).

4.6. Problématiques environnementale générée par les margines :

Ces rejets liquides causent de sérieux dégâts environnementaux. Les mauvaises odeurs, introduites par les margines, provoquent une pollution considérable de l'air par les gaz produits surtout lors du traitement [Lacomelli A., 2000]. Ainsi la teneur élevée en polyphénols dans les margines participe fortement à la pollution de l'environnement. Des études de toxicité et de biodégradabilité ont montré que les composés phénoliques qui sont de nature humique est responsable de la coloration noire sont très peu toxique et très

difficilement biodégradable, par contre, les composés tanniques sont très toxiques mais biodégradables. En effet, le rejet des margines reste jusqu'à présent un problème écologique prépondérant ainsi qu'un redoutable souci pour les pays producteurs d'huile d'olive ou de larges volumes sont produits dans des intervalles de temps très brefs s'étendant de Novembre jusqu'à Avril [Fiorentino et Al., 2003].

L'absence de méthodes de traitement adaptées pousse les propriétaires d'huileries à rejeter ces eaux dans la nature sans aucun contrôle ou à surcharger avec ces substances toxiques un réseau d'égouts pas adapté [Ben Yahia et Al., 2003].

Tableau 3 : Conséquences environnementales des rejets des margines dans le milieu naturel
[sifoune N ,2008]

	Cause	Effet	Référence
Sols	- composés phénoliques - acidité - huiles et matières grasses - MES	- sols obturés et suffoqués - mauvaise odeur - pollution de l'aquifère - coloration des eaux naturelles - effet phytotoxique sur la population microbienne	Kestiöglua et al., 2005 Bousdira, 2004 Kestiöglua et al., 2005 Kestiöglua et al., 2005 Amirante et Di Renzo., 1991
Espèces aquatiques	- matières organiques - huile et MG - MES - composés phénoliques	- augmentation de la demande en O ₂ - formations des croûtes - dégradation de l'esthétique - toxicité de la microflore	Bousdira, 2004 Bousdira, 2004 Bousdira, 2004 Office National des Produits Oléicoles du Centres, 1997
Egouts	- acidité - MES	- la corrosion des matériaux - destruction de l'écoulement - putréfaction	Bousdira, 2004
Station d'épuration des eaux usées	- acidité - MES - huile et matière grasse - matières organiques - polyphénols	- perturbation persistances de l'activité des boues - perturbation de l'activité des digesteurs des boues à cause de l'aspect saisonnier	Bousdira, 2004

4.7. Impact des margines sur l'environnement

Les grignons ne posent pas des problèmes particuliers pour l'environnement et connaissent à l'heure actuelle diverses voies d'utilisation et de valorisation telles que : la production de charbon, de bois et la possibilité éventuelle d'exploitation des éclats de bois pour la fabrication de la pâte à papier (**Jardak, 1999**).

En revanche, les margines sont caractérisées par une concentration élevée en polyphénols et en matières organiques (CAMURATI et al., 1984). Une fois rejetées sans traitement préalable, ces margines auront un impact négatif sur l'environnement, dû à leur pouvoir d'inhiber le développement des plantes et de certains micro-organismes (FILIDEI et al., 2003).

Selon Benyahia et Zien (2003), le rejet des effluents des industries productrices d'huiles d'olive est un problème majeur surtout dans les pays du bassin méditerranéen. Ces eaux fortement polluées causent de sérieux dégâts environnementaux (Fig 5).

(Comme les margines sont un sous-produit de la trituration des olives, on peut supposer sans risque qu'elles sont entièrement biodégradables. Cependant, les phénols et les lipides se décomposent à des vitesses de réactions beaucoup plus lentes que d'autres constituants, tels que les sucres ou les acides volatils à chaîne courte (Kapellakis et al., 2008). Cette résistance à la biodégradation, avec un taux de matière organique élevé, un pH acide et une demande chimique (DCO) et biologique (DBO) en oxygène (respectivement, 110 g/l et 170 g/l) (Ouzounidou et al., 2010) sont à l'origine de plusieurs impacts environnementaux. Cette situation est aggravée par le caractère saisonnier de la production de l'huile d'olive et les volumes importants de margines générées approchant les 30 millions de m³/an, dont 98% sont concentrés dans les pays du pourtour méditerranéen (Koutrotsios et Zervakis, 2014).



Figure 5 : pollution engendrée par le rejet direct des margines (Photos prises à Alaghen-Bejaia, 2016)

4.7.1. Pollution des eaux :

Les margines ont une forte charge polluante, 2kg d'olives pressées correspondent à la pollution rejetée par une personne, il est facile d'imaginer l'impact que peut avoir l'activité des huileries sur la qualité de notre environnement.

Les margines sont rejetées le plus souvent dans des récepteurs naturels, des cours d'eau, sans aucun contrôle préalable et nuisent fortement à la qualité de ces eaux de surfaces ; la très forte charge en matières organiques empêche ces eaux de s'auto-épurer et la pollution peut s'étendre sur de très longues distances. [Mébirouk, 2002]

Les margines sont peu dégradables à cause des substances phytotoxiques et antimicrobiennes (phénols, acides gras volatiles, insecticides, etc....) qu'elles contiennent. [Belaid et al, 2002]

La coloration des eaux naturelles due aux tannins est l'un des effets les plus visibles de la pollution. De plus, la teneur élevée en sucres réducteurs provoque la prolifération des Micro-organismes qui y profitent comme substrat, ceci diminue la disponibilité de l'oxygène pour d'autres organismes vivants et entraîne un déséquilibre de l'écosystème aquatique, de même que l'accumulation du phosphore provoque l'eutrophisation des eaux et favorise la multiplication de pathogènes [Lacomelli, 2000]

En outre, l'épandage des margines, très riches en éléments azotés, peut causer la pollution des nappes souterraines situées dans la zone ou à proximité du site d'épandage et souiller la qualité de l'eau potable [Benyahia et Zein, 2003].

Ensuite, Les lipides présents dans les margines forment un film impénétrable à la surface des rivières et ses bords empêchent la pénétration de la lumière et l'oxygène.

4.7.2. Pollution des sols :

Les composés phénoliques, les acides organiques, le pigment catéchol amyélinique et la haute salinité (conductivité élevée) peuvent causer des effets phytotoxiques sur les oliviers (F.A.O, 1983).

Ils provoquent une diminution de la matière sèche en diminuant la disponibilité de l'azote, en plus de leur toxicité pour certains micro-organismes [Filidei et al., 2003]

Les acides, les éléments minéraux et les substances organiques aboutissent à une destruction de la capacité d'échange cationique du sol (CEC), par suite, une réduction de la

fertilité du sol. La fertilité du sol se réduit suite à l'action altérante des acides, des minéraux et décomposés organiques. [Cadillon et La cassin, SD]

La forte acidité des margines à un impact négatif sur le sol et ses constituants. La microflore bactérienne du sol peut être détruite suite à l'acidification du milieu. Par ailleurs le caractère visqueux des margines entraîne la formation d'un dépôt huileux qui provoque l'imperméabilisation du sol dans un premier lieu et son asphyxie par la suite.

L'épandage direct des effluents d'huileries d'olive sur les sols provoque un colmatage et une diminution de leur qualité (**Ghatas, 2004**). Les substances toxiques contenues dans ces eaux se fixent dans les sols. Certaines de ces substances telles que les phénols peuvent inhiber l'activité microbienne du sol (**Benyahia et Zien, 2003**).

Ces déchets sont à l'origine de l'augmentation de la salinité des sols (**Fiestas et Borja, 1992**) et de la diminution du pH, qui pourrait être à l'origine du changement de leurs caractéristiques physico-chimiques. De même, les substances toxiques contenues dans ces effluents se fixent dans les sols. Certaines de ces substances telles que les phénols peuvent inhiber l'activité microbienne et détruire la microflore du sol (**Marisot et Tournier, 1986**).

En effet, les nitrates peuvent polluer les nappes situées dans ou à proximité de la zone d'épandage et souiller la qualité de l'eau potable (Benyahia et Zein, 2003 ; Fki et al., 2005).



Figure 6 : La pollution engendrée par le rejet direct des margines (Photos prises à Alaghen-Bejaia, 2016) **FEDILA Ouafa**

4.7.3 Impact des margines sur les plantes

Les composés phénoliques sont les responsables majeurs de la **phytotoxicité** des effluents d'huileries d'olive. L'application directe des effluents d'huileries d'olive bruts diminue les rendements en matière sèche des tomates et du soja (Samperdro et al, 2004) et inhibe la germination de quelques grains comme le pin, la tomate et l'triplex (DellaGreca et al, 2001 ; Muscolo et al, 2001). Les résidus de pesticides présents dans les effluents d'huileries d'olive peuvent également être nocifs pour les plantes.



Figure 7 : Pollution des eaux de surface par les rejets des huileries (Harakat et Lazrak, 2011)

4.7.4. Air et paysage :

Les fortes teneurs en sels des margines, leur forte charge et leur acidité sursaturent le milieu récepteur et provoquent des conditions d'anaérobioses propices aux dégagements d'odeurs désagréables liées à la formation d'acide H_2S lors du processus de fermentation. Les odeurs incommodes forment fortement les riverains du cours d'eau.

4.8. Traitement des margines :

Traditionnellement, la margine était traitée en la déposant dans des bassins de sédimentation où la dégradation aérobie, ne pouvait se faire de manière adéquate, du fait que les bassins étaient insuffisamment aérés, ce qui favorisait la digestion incontrôlée et l'émission de mauvaises odeurs, ou déversées directement dans la nature. L'accroissement de la production oléicole et l'introduction de techniques modernes de trituration des olives (systèmes continus) ont placé la filière oléicole en position de pollueur potentiel. Phénomène

qui a pris de l'ampleur avec l'avènement des systèmes continus à trois phases utilisant beaucoup d'eau par rapport au système à deux phases qui génère moins d'effluents-

C'est ainsi que des efforts sont consentis par la communauté internationale pour élaborer et proposer des procédés d'épuration de ces effluents basés sur les traitements biologiques, physico-chimiques ou thermiques. Les déchets liquides ou margines, exigent des traitements spécifiques.

Dans cette section, vont être exposées les principales technologies disponibles pour le traitement et / ou l'épuration des déchets générés dans la production de l'huile d'olive.

Il faut noter que jusqu'à nos jours, le traitement des margines constitue un problème complexe vue la qualité et la quantité des substances chimiques qu'elles renferment. En effet, l'application d'un traitement simple s'avère insuffisant et incomplet [Ranalli A. (1991a)].

Dans le contexte actuel et à la lumière des techniques de traitement existantes, le stockage des margines dans des bassins d'évaporation demeure pour le moment comme la solution la plus utilisée malgré les nuisances occasionnées au milieu naturel.

Dans cette partie, on va exposés seulement les principales technologies utilisées pour le Traitement des margines, ces traitements peuvent être subdivisés en trois grands groupes qui peuvent être utilisés séparément ou combinés :

A. Les procédés thermiques :

Parmi les différents traitements thermiques utilisés, nous avons :

✓ Evaporation :

On distingue deux types d'évaporation :

• Evaporation naturelle :

C'est le mode d'élimination le moins couteuse et le plus ancien, il consiste à accumuler les margines dans des bassins de profondeur varient entre 60 a 70 cm ou elles sont ensuite séchées pendant plusieurs semaines voir plusieurs mois selon les conditions climatiques, durant cette période, ces margines subissent une autoépuration naturelle par une série de processus de fermentation aérobie et anaérobie capable de réduire la DBO de moitié en deux mois. les agents de dégradation sont surtout des levures qui se trouvent a l'origine dans les olives [Aissam et al., 2002] .

- **Evaporation forcée :**

C'est un procédé qui consiste à introduire des panneaux évaporateurs au niveau des bassins de stockage des margines pour faciliter leur évaporation. Le principe est identique à celui de l'évaporation naturel [Boudokhana H., (2008)]. Cette technique permet d'améliorer les rendements et surtout de réduire la surface et le volume des installations de traitement.

- ✓ **Incinération :**

L'incinération est une technique couteuse complexe et extrêmement gourmande en énergie. Elle paraît d'autant moins appropriée lorsque les margines sont composées à plus de 80 % d'eau. Elle permet d'évaporer d'abord la phase aqueuse des margines et de brûler ensuite les matières organiques [Yahiaoui N., (2012)].

B. Les procédés biologiques :

Ils sont basés sur la croissance de micro-organismes aux dépens des matières organiques (matières en suspension et matières dissoutes), biodégradables, qui constituent, pour eux, des aliments. Les microorganismes les plus actifs sont les bactéries qui conditionnent, en fonction de leur modalité propre de développement [Boudokhana H., (2008)]. Plusieurs systèmes de traitement basés sur le lagunage ou d'autres procédés biologiques, parmi ces techniques, peu sont applicables à l'échelle industrielle à cause de leurs coûts élevés. D'autre part, la présence des poly phénols à des grandes concentrations et leur action antimicrobienne, interfèrent avec l'application de ces procédés [Khoufi et al ;2007],[pharm. Minh et al ;2006] . Plusieurs travaux font par : Quarantino et al ;2007, Ahmadi et al ;2006, D'Annibal et al ;2006, Marques;2001 , Mantzavinos et Kalogerakis ;2005, ont montré que le traitement biologique , en utilisant différents micro-organismes (Phan roche atechry sosopori um , loofa immobilisés , ...) a permis d'avoir des bons abattements en terme de DCO et poly phénols .

- ✓ **Traitement par lagunage :**

Le lagunage est un traitement biologique basé sur la collection temporaire des effluents dans des bassins situés en aval. Un milieu riche en matière organique est créé dans le bassin et des conditions anaérobies s'y développent. Les matières organiques sont ainsi dégradées sous l'action des microorganismes et l'on peut aussi obtenir une dénitrification des eaux. En aval, l'eau obtenue est de qualité physico-chimique acceptable et peut être rejetée dans le milieu naturel [Boudokhana H., (2008)].

✓ Traitement aérobie :

Ces effluents doivent être dilués plusieurs fois (70 à 100 fois) avant de procéder à un traitement biologique aérobie et peuvent être traités efficacement seulement pour des concentrations en DCO de l'ordre de 1g/l. ce mode de traitement est utilisé comme une étape de prétraitement pour améliorer la digestion anaérobie des margines, dont le but est de réduire la teneur en poly phénols et leur toxicité associée [Mantzavinos et Kalogerakis., 2005]. Il existe des microorganismes aérobies (bactérie et champignons) qui peuvent dégrader en totalité les composés poly aromatiques complexes et de hauts poids moléculaires, comme les lignines, les tanins et les poly phénols [Rober et al., 1999]. [Mantzavinos et Kalogerakis. (2005)] ont étudié l'effet du prétraitement aérobie, utilisant différentes cultures avant la digestion anaérobie. Ils ont trouvé que la vitesse de dégradation anaérobie avec prétraitement est environ 2.5 à 4.5 plus grande que la dégradation anaérobie sans prétraitement. Ce prétraitement aérobie a permis de réduire respectivement la DCO, la concentration des poly phénols et la toxicité d'environ : 63 a 75%, 65a 95 %et 59 a 87 % pour les différentes cultures utilisées. Dans une autre étude, [Fonntoulak et al., 2002] ont trouvé que le prétraitement aérobie par le *Pleurotesostreatus* est capable d'améliorer les performances de la digestion anaérobie qui le suit. Ce traitement biologique aérobie peut se faire par une culture d'*Aspergillus Terreux*. Les vitesses d'élimination de la DCO sont 126 mg/l durant 24 h, et 77.3 mg/l durant 72 h pour une DCO initiale de 43.35 g d'o₂/l [Garrido Hoyos et al., 2002]. [Hafidi et al ., 2004] ont traité les margines par des micros organismes du sol et par des levures a pH acide. Seules les levures s'adaptent au pH acide des margines. La réduction de la DCO de 22.47 et 58.77%, respectivement a pH initial, en présence de levures et a pH neutralisé. En termes de poly phénols, les abattements sont : 29.57 et 60% respectivement. L'inconvénient de l'utilisation des dispositifs aérobies se heurte au cout élevé de la construction de l'exploitation des installations [Rober et al., 1999]et les temps requis sont élevés, entre 15 et 25jours ce qui augmente le temps de stockage [Lanciotti et al.,2005].

✓ Traitement anaérobie :

Le traitement anaérobie peut être aussi utilisé pour le traitement des margines, tel qu'il demande peu d'énergie et produit peu de rejets que le traitement biologique aérobie. Le compost produit est utilisable pour l'agriculture, ce qui diminue le cout supplémentaire de traitement des boues. Les métabolites produits sont : le gaz carbonique, le méthane et de l'eau. Selon Martin et al. 1991, la digestion anaérobie est performante. Elle permet une réduction de la DCO de l'ordre de 40% A 85%. Le problème majeur rencontré lors du

traitement anaérobie des margines par la majorité des chercheurs est le démarrage de leurs digesteurs. En effet, la stabilité de ces derniers est très longue si les margines sont très concentrés. Ces problèmes pourraient être épargnés en diluant les margines et en ajoutant l'urée comme source d'azote [Hamdi., 1993].

C. Les procédés physico-chimiques :

✓ Electrocoagulation :

L'électrocoagulation est un procédé d'électrolyse qui permet la séparation des margines en boues et en liquides biodégradables comme les poly phénols. Les boues sont extraites et vont au compostage, les liquides sont acheminés vers le biométhaniser qui permet la transformation de la matière organique en substances chimiques diverses en condition d'anaérobioses sous l'action des bactéries présentes dans le milieu (production degaz).

[Tezcan et al., (2006)]ont étudié la faisabilité du traitement des margines par électrocoagulation en utilisant des électrodes en fer ou aluminium avec addition de H_2O_2 et de chlorure poly aluminium (PAC) comme aide coagulant. Pour une DCO initiale de 45g/l, les taux de réduction obtenus varient entre 62et 86% pour la DCO, par contre la turbidité et les graisses ont été totalement éliminées après 3 heures de traitement (en absence de l'aide coagulant, cette technique n'est pas efficace. [Khoufi et al., 2007], ont trouvé en utilisant cette méthode comme prétraitement que les composés phénoliques des margines ont été polymérisés puis sédimentés. Le rapport DBO_5/DCO est augmenté 0.33 jusqu'à 0.58. L'étape de sédimentation a permis d'éliminer respectivement de 76.2, 75, 71 ,43 et 90% de composésphénoliques, de turbidité, de solides en suspensions, de DCO et de couleur après trois jours.

✓ Coagulation-floculation :

La coagulation est l'une des méthodes les plus efficaces pour l'élimination des matières organiques en suspension et colloïdales. Elle consiste à traiter les margines avec des produits tensioactifs ou avec certains coagulants. Le couplage de la chaux ou de sulfate de fer avec des poly-électrolytes cationiques, permet une élimination quantitative de la matière solide en suspension, par contre la réduction de la DCO et des phénols totaux varie entre 10-40% et 30-80% respectivement. Pour améliorer la dégradation de la matière organique, le coagulant à base de fer est couplé au peroxyde d'hydrogène ce qui augmente la réduction de la DCO jusqu'à 60% [Ginos et al.2006] [Roig et al. 2006] ont utilisés l'hydroxyde de calcium et de sulfate d'aluminium pour réduire la DCO de 20 à 30%. Ce traitement physico-chimique offre

une solution partielle et nécessite un traitement secondaire. D'autre part, il produit une grande quantité de déchet qui cause d'autres problèmes environnementaux. [Sarika et al., 2005]

D. Procédés chimiques :

✓ Oxydation humide :

On procède à l'oxydation des substances organiques en phase liquide, en se servant de l'oxygène ou d'un autre oxydant chimique tel que (ozone ou peroxyde d'oxygène). Le procédé se fait à haute pressions (10 à 220 Bars) et à des températures relativement élevées (120 à 330°C), le procédé d'oxydation fournit du CO₂ et H₂O, mais ce procédé nécessite aussi un traitement aérobie. Cette technique a été investiguée par [Pharm. Minh et al., 2006] pour oxyder les composés phénoliques présents dans les margines. Les catalyseurs utilisés sont le platine (Pt) et ruthénium (Ru). Les principaux points forts de cette technique résident dans le peu d'espace qu'elle requiert, et dans le fait que l'eau traitée peut être évacuée normalement dans les lits de fleuves. Malgré son efficacité, ce traitement n'a pu être réalisés à l'échelle industrielle son cout d'investissement reste trop élevé dus à la demande énergétique importante qu'exige ce mode de traitement [centre d'activité régionale pour la production propre, 2000], le Chapitre I Généralité sur les polluants 16 cout élevé de l'installation et la nécessité du matériel qui résiste à la corrosion et aux conditions de la pression et de température de travail [Kestioglu et al., 2005].

✓ L'ozonation :

L'ozone est un oxydant puissant. Mais il n'est pas capable d'oxyder complètement la charge organique des margines, plusieurs études : [Beltran –Haredia et al., 2001], Néanmoins, l'ozonation peut être utilisée comme un prétraitement. Dans une étude comparative, [Anizares et al., 2007] ont trouvé que l'ozonation des margines a PH alcalin n'a pas permis d'atteindre une minéralisation complète de la charge organique, tel qu'une concentration signifiante de l'ordre de 30% de carbone organique reste a la fin de processus. Le procédé peut être amélioré par l'utilisation des radiations UV permettant une réduction de la DCO de 5 à 10% et l'élimination des phénols totaux à 97.5% [Benitez et al., 1996].

E. Procédés physiques :

✓ L'adsorption :

L'adsorption consiste en la concentration du polluant organique dans un support solide avec une grande superficie spécifique, généralement du charbon actif (500—1500 m²/g).

Dans le traitement des margines, le principal objectif de l'adsorption est celui de biodégrader les composés organiques ayant des effets bactéricides, inhibiteurs ou colorants (tanins - phénols-- -) ; Les principaux avantages de l'adsorption tiennent à la faible pollution que génère ce type de traitement sur le sol, dans l'air ou l'eau et à la nécessité réduite du personnel qualifié. Par contre Les principaux inconvénients sont l'impossibilité de réutilisation du charbon actif, qui, toutefois, du fait de son pouvoir calorifique élevé, peut être employé dans des procédés de combustion, et la nécessité de faire un prétraitement.

✓ **Procédés des membranes :**

Les procédés a membranes comme l'ultra filtration UF et l'osmose inverse OI, s'emploient souvent dans le traitement de certains courant liquides résiduaire, ceci permettant d'éliminer les polluants de l'eau générant un courant liquide et un courant concentré. [Dhaouadi et Marrot., 2008] ont utilisé un bioréacteur équipé d'une membrane d'UF pour le traitement des margines diluées, ils ont proposé d'utiliser ce type de traitement en stade de prétraitement pour éliminer les composés phénoliques avant le traitement biologique conventionnel. Ces procédés permettent d'éliminer 100% de la DCO initiale. En revanche, ils nécessitent un prétraitement, une demande énergétique élevée d'où un cout élevé de l'ensemble du procédé [centre d'activités régionales pour la production propre.2000] et l'altération rapide des membranes utilisées [Drouiche et al., 2004] ;[Mameri et al., 2000]

✓ **Procédé d'adsorption et bio filtration :**

Dans le cas des margines, le principal objectif de l'adsorption est celui de biodégrader les composés organiques ayant des effets bactéricides, inhibiteurs ou colorants (tanins, phénols...). Dans la biofiltration, le filtre sert en plus de nutriments pour les bactéries donnant lieu à un procédé de dégradation biologique des substances organiques dissoutes [centre d'activités régionales pour la production propre ,2000] ; [Galiatsatou et al., 2002] ont effectué une étude permettant l'élimination des composés phénoliques par adsorption sur différents charbons actifs préparés par activation physique à partir du noyau d'olive ou de pulpe d'olive. Les deux charbons préparés par des méthodes différentes, ont permis d'avoir des taux d'élimination des poly phénols de l'ordre de 73% après 8 h, par contre le maximum d'élimination de la DCO est de 33.65% pour un temps de 5h. De même qu'ils ont étudié l'effet de la structure du charbon actif sur l'adsorption. Ils ont constaté que les polyphénols sont adsorbés dans les mésopores et que la fraction organique totale est adsorbée dans les

micropores, lorsque le charbon actif a une structure similaire, l'adsorption des polyphénols et l'adsorption de la matière organique sont gérées par la présence des groupements carbonyles.

L'inconvénient de la bio filtration est le risque d'engorgement du filtre, en plus le pouvoir polluant élevé du concentrât résultant. Pour l'adsorption, le charbon actif utilisé est non réutilisable, mais il peut être employé comme combustible [centre d'activités régionales pour la production propre.2000]. Les principaux avantages de l'adsorption tiennent à la faible pollution que génère ce type de traitement sur le sol, dans l'air ou l'eau et à la nécessité réduite du personnel qualifié.

4.9. Valorisation des margines

Compte tenu de leur pourcentage en matière organique (10 à 25%) et de leur composition chimique, les margines seules ne peuvent constituer un produit de valeur ajoutée intéressante. Enrichies, mélangées à d'autres résidus agricoles, concentrées, séchées et/ou purifiées, elles peuvent être valorisées et employées pour la production de certains composants de valeur ajoutée. Au cours des dernières décennies, des études de plus en plus nombreuses ont été conduites par plusieurs chercheurs avec la vision de développer différentes applications de valorisation des margines en vue de limiter leur effet polluant (**Obeidet al., 2005**).

Parmi tous les procédés, testés pour la valorisation et le traitement des margines, très peu sont appliqués à l'échelle industrielle. La valorisation agricole des margines par **compostage** ou par **épandage** est une pratique ancienne, notamment dans les pays producteurs de l'huile d'olive qui se situent dans les régions sari des etsemiari des (**Moraetisetal,2011**). La richesse en matière organique et nutriments fait des margines un bio fertilisant où est une source d'eau d'irrigation dans les pays Méditerranéens où les précipitations sont de plus en plus rares (Caputoetal, 2013). Cependant, la pratique incontrôlée à long terme de ces techniques altère l'équilibre nutritionnel (Sierra et al.,2001) et microbiologique des sols (Mahmoud et al.,2010) et multiplie les risques de contamination des nappes phréatiques par lessivage (Kavvadias et al.,2010).

Par ailleurs, la valorisation a pour objectif l'élimination des composés phénoliques d'une part et l'utilisation des margines dans les domaines de **la biotechnologie**, de la **chimie** et de **l'agriculture** d'autre part (**Levis-Menzi et al, 1992**).

4.9.1 Valorisation agronomique

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

En effet, Les margines sont des effluents très riches en éléments fertilisants. Elles contiennent des quantités appréciables d'éléments nutritifs minéraux qui peuvent remplacer une partie de la fumure classique ; en outre, étant constituées principalement de matière organique, elles sont un excellent substrat pour le développement de la microflore qui favorise l'amélioration des propriétés physico-chimiques des sols. (**Paredes et al., 1999; Sierra et al., 2001 et Cereti et al., 2004**).

4.9.2 Utilisation des margines comme fertilisant

De par leur teneur élevée en minéraux, **les margines peuvent être utilisées comme fertilisant**. Elles apportent 3,5 à 11 kg de K_2O , et de 0,6 à 2 kg de P_2O_5 et 0,15 à 0,5 kg de Mg O/m^3 (**Fiestas Ros de Ursinos, 1986**).

4.9.3 Production de biogaz

L'application du processus de la digestion anaérobie aux margines permet de transformer environ 80% des substances organiques en biogaz (65 à 70 % de méthane). Ainsi, la fermentation méthanique permet la dépollution des margines tout en produisant de l'énergie (**Nefzaoui, 1987; Loulan et Thelie, 1987**).

Utilisation Les margines en alimentation animale :

Les margines ont été utilisées directement comme aliment pour les animaux de rente. Elles ont été distribuées sous forme d'eau de boisson à des volailles (**Fedeli & Camurati, 1981**) ce qui semble avoir permis de réduire les coûts de production et la mortalité des animaux.

Conclusion :

Les margines est à la fois des substrats toxiques pour l'environnement avec ses propriétés physico-chimiques et microbiologiques représente l'un des problèmes les plus importants auxquels sont confrontés les pays de la Méditerranée, en raison de ses effets néfastes sur l'environnement et les écosystèmes, pour éliminer ou réduire la pollution causée par ces margines, plusieurs techniques physique, physico-chimique, biologique, ont été abordées.

La valorisation agricole des margines par **compostage** ou par **épannage** est une pratique ancienne, notamment dans les pays producteurs de l'huile d'olive qui se situent dans les régions arides et semi arides. Leur richesse en matière organique et en nutriments fait des margines un biofertilisant à bas coût et une source d'eau d'irrigation. Alors la valorisation des margines est un sujet très important pour l'industrie agro-alimentaire d'une part pour réduire ces impacts négatifs et d'autre part de bénéficier de leur richesse en matière organique et minérale.



CHAPITRE 3 :
ADSORPTION SUR
CHARBON ACTIF

Introduction

La pollution des eaux de surface et souterraines est possible par les rejets d'eaux usées tant domestiques qu'industrielles ainsi que par l'utilisation d'engrais et de pesticides en agriculture et aussi les industries agroalimentaires tels que la production d'olive et d'huile d'olives.

Les margines ce sont des effluents résulte de production d'huile d'olives, où il considéré comme un facteur important de pollution

De nos jours, des cas de pollution des ressources des eaux par les résidus des productions d'huile d'olives sont en effet ; les caractéristiques physico-chimiques des charbons peuvent influencer sur l'adsorption de polluants organiques. En effet, la capacité d'adsorption des composés organiques est proportionnelle à la surface microporeuse de l'adsorbant

L'adsorption est un phénomène de surface par lequel des molécules de gaz ou de liquides se fixent sur les surfaces solides des adsorbants selon divers processus plus ou moins intenses : on distingue souvent la chimisorption et la physisorption. Le phénomène inverse par lequel les molécules se détachent est la désorption. De plus, l'adsorption est un phénomène spontané et se produit dès qu'une surface solide est mise en contact avec un gaz ou un liquide. On appelle généralement « adsorbat » la molécule qui s'adsorbe et « adsorbant » le solide sur lequel s'adsorbe la molécule.

1.Types d'adsorption :

1.1. Adsorption physique(physisorption) :

C'est un phénomène réversible, résulte à l'existence des forces d'attraction intermoléculaires entre les adsorbats et les adsorbants, de nature électrostatique (VAN DER WAALS), [Desjardins R., 1990]

L'adsorption physique nette ne met en jeu aucune activation et est donc rapide par contre la chimisorption est en général lente et présente une énergie d'activation dans plusieurs cas. La physisorption se manifeste à des températures n'excédant pas trop le point d'ébullition de l'adsorbat, tandis que la chimisorption peut s'exercer à des températures plus élevées.

1.2. Adsorption chimique(chimisorption) :

Ce mode d'adsorption est dû à la formation d'une liaison chimique covalente plus permanente, entre l'adsorbat et l'adsorbant. Se distingue par des énergies d'adsorption plus élevées de 2 à 100 Kcal/mol, se développe à haute température et par une fixation irréversible [Mekaoui et al., 2001].

Tableau 4 : Différence entre chimisorption et physisorption [BOUGDAH NABIL., 2007]

Propriétés	Chimisorption	Physisorption
Energie d'adsorption	5 à 10 Kcal/mol	20 à 100 Kcal/mol
Température d'adsorption	Inférieur à la température d'ébullition de l'adsorbat	Elevée
Nature de liaison	Physique (Van der waals)	Chimique (covalentes)
La désorption	Plus ou moins parfaite	Difficile
Energie d'activation	Non appréciable	Peut être mis en jeu
La cinétique	Très rapide	Lente
Etat de surface	Formation de multicouches	Conduit tout ou plus à une monocouche

La figure 8 : explique le phénomène d'adsorption :

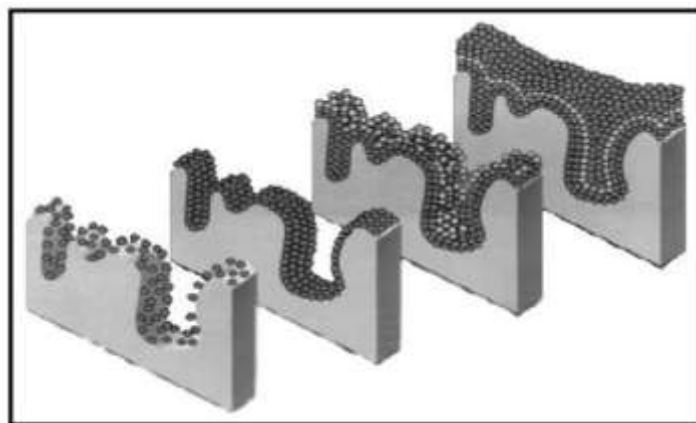


Figure 8 : Représentation de l'adsorption de l'adsorbât à la surface d'un adsorbant [S. Bouranene ., 2008]

2.L'adsorbant :

En théorie tous les solides sont des adsorbants. Dans l'industrie, les solides les plus utilisés sont les charbons actifs, les zéolithes, les gels de silice et les alumines activées. Les capacités d'adsorption particulièrement élevées de ces matériaux sont liées à leurs structures poreuses très développées et leurs grandes surfaces spécifiques.

La classification des pores adoptée actuellement par l'Union Internationale de Chimie Pure Appliquée (IUPAC), est fondée sur leurs tailles. Trois catégories de pores ont été définies :

- Les micropores dont le rayon est inférieur à 2nm (nanomètre)
- Les mésopores dont le rayon est compris entre 2 et 50 nanomètres.
- Les macropores dont le rayon est supérieur à 50 nanomètres.

Chaque type de pores joue un rôle particulier dans le phénomène d'adsorption. Les micropores déterminent pratiquement à eux seuls la capacité d'adsorption d'un charbon actif, ils représentent presque la totalité de la surface et du volume offerts à l'adsorption.

Les mésopores et les macropores constituent les voies de passage vers les micropores.

2.2. Les surfaces spécifiques des adsorbants

La surface spécifique ou aire massique exprimée en mètres carré par grammes (m^2/g) est la surface totale par unité de masse d'adsorbant accessible aux molécules. Toute la surface des particules d'adsorbant est considérée, porosité ouverte comprise, pour le calcul de la surface spécifique qui cumule la surface intérieure de tous les pores constituant le grain d'adsorbant. La surface spécifique comprend la surface externe et la surface interne d'un adsorbant.

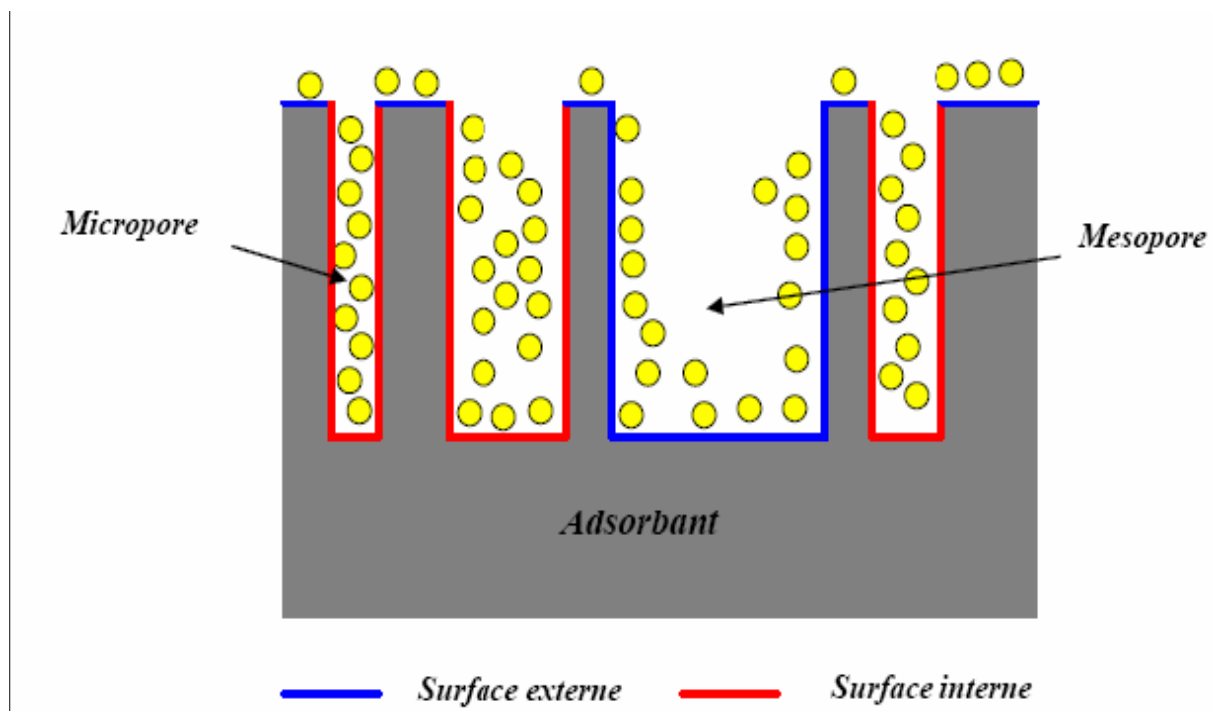


Figure 9 : schéma montrant la surface spécifique d'un adsorbant.

2.3.les différents processus de transport dans les adsorbants :

Au cours de l'adsorption d'une espèce sur un solide, le transfert des molécules se fait de la phase fluide vers le centre de l'adsorbant. Ce processus s'opère au sein d'un grand adsorbant en plusieurs étapes :

- Le transfert de la particule (étape très rapide).
- Le déplacement de l'eau liée jusqu'à être en contact du charbon.
- La diffusion à l'intérieur du charbon sous l'influence du gradient de concentration (phase lente).
- L'adsorption dans une micropore (phase rapide).

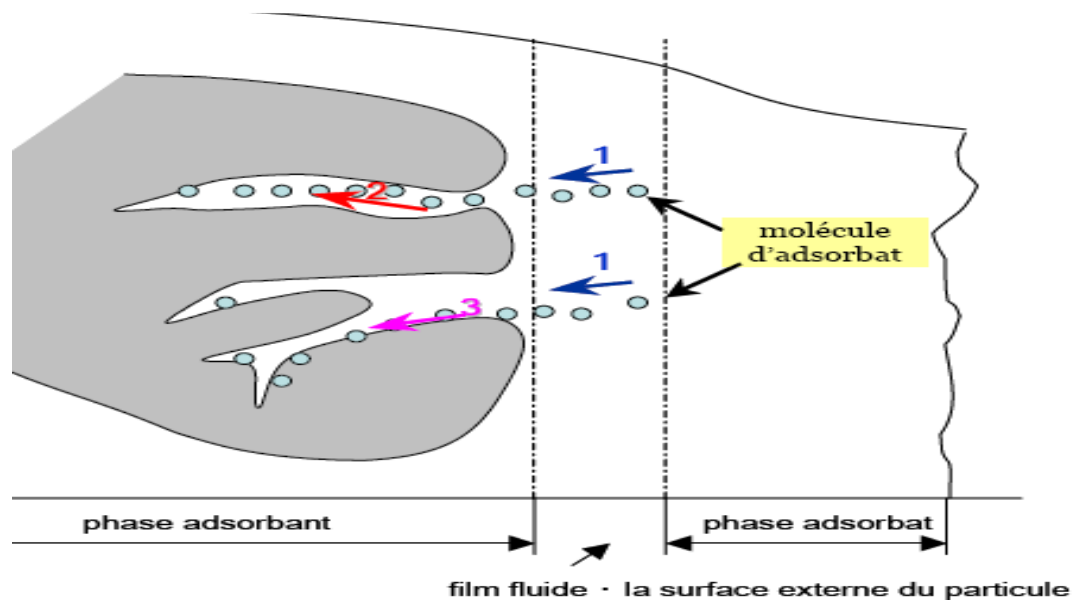


Figure 10 : les différents stades d'adsorption.

Le niveau d'activité de l'adsorption est basé sur la concentration de la substance dans l'eau, la température et la polarité de la substance (une substance non polaire peut être totalement éliminée par le charbon actif).

3. La cinétique d'adsorption :

La recherche de la cinétique d'adsorption est un préalable nécessaire à la détermination du temps de contact ou d'équilibre entre le soluté et l'adsorbant [Mounir Ziati., 2013]

La détermination des paramètres cinétiques doit être réalisée pour la prévision de l'allure des courbes

On peut expliquer le transfert d'un adsorbé de phase liquide vers un site d'adsorption par la figure suivante : [MOUMENINE Sarah., 2011]

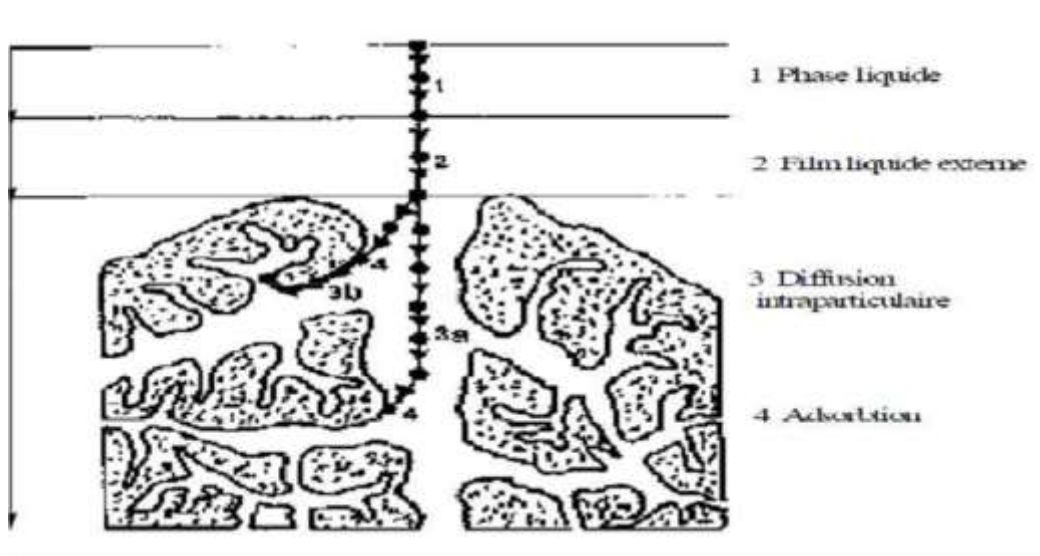


Figure 11 : Différentes étapes de transfert d'un soluté lors de son adsorption sur un matériau microporeux d'après Weber et Smith [Moumeninesarah ., 2011]

3.1. Les étapes de la cinétique d'adsorption :

3.1.1. Diffusion externe ↔ Le transfert des molécules de soluté de la phase liquide externe vers la phase liquide liée à la particule solide par diffusion et par convection.

3.1.2. Diffusion interne ↔ Le transfert de soluté à travers le film liquide vers la surface externe de l'adsorbant (caractérisée par un coefficient de transfert K).

3.1.3. Diffusion intra particulaire ↔ La diffusion de l'adsorbé à l'intérieur de la particule de l'adsorbant sous l'effet du gradient de concentration. La molécule adsorbé peut diffuser d'un site d'adsorption à un autre soit à l'état libre c.-à-d. après la désorption dans la phase liquide intra particulaire (migration caractérisée par un coefficient de diffusion D_f), soit

L'état adsorbé d'un site d'adsorption vers un site adjacent (migration de surface caractérisée par un coefficient de diffusion D_s)

4. Le Charbon Actif :

Les lois de l'adsorption sont gouvernées par (1) les forces de Van Der Waals qui sont à l'origine de l'adsorption physique et (2) les liaisons de valence qui sont responsable de l'adsorption chimique. La capacité d'adsorption est intimement liée au rapport spécifique : surface/poids de l'adsorbant. Ainsi, les adsorbants les plus efficaces présentent des surfaces

spécifiques supérieures à 600 m²=g. Après un temps de contact suffisant, on atteint un équilibre d'adsorption dépendant de la nature de l'adsorbant, de la molécule à adsorber et de la température. L'adsorbant le plus utilisé dans l'industrie est incontestablement le charbon actif. Ce dernier est obtenu à partir du chauffage du bois à très haute température en absence de l'air. Lorsque le bois est chauffé à plus de 900C_, le charbon obtenu est dépourvu de toute contamination. Il existe sous forme de grain ou en poudre. Le charbon actif possède une structure poreuse très développée. En effet, broyé finement le diamètre des grains peut être < 0:5 nm et sa surface spécifique avoisinant ' 1500 m²=g

4.1. Définition :

Le charbon actif est historiquement parlant, le premier adsorbant utilisé. De par ses propriétés médicinales, il était déjà employé en Egypte antique.

Les charbons actifs sont des adsorbants spécifiques utilisés pour éliminer les impuretés qui accumule à la surface, ont un caractère essentiel qui est l'existence d'un réseau très développée de micropores, lesquels sont à l'origine de leur pouvoir adsorbant.

Le charbon actif possède une grande surface peut être supérieur à 1000 m² /g ce qui signifie leur capacité d'adsorption [YAHIAOUI Nouara., 2012]

Ce type d'adsorbants est très utilisé dans la purification des eaux grâce à leur capacité d'élimination des matières organiques comme les pesticides et les matières inorganiques (les métaux lourds), est très recherché dans plusieurs domaines tel que : l'industrie, agro-alimentaire, pharmaceutique...etc. [Mahmoud Trachi et al., 2014]



Figure 12 : charbon actif [M.NoraSedira., 2013]

4.2. Fabrication du charbon actif :

Les propriétés absorbantes du charbon de bois sont connues depuis l'antiquité, un texte sanskrit de 2000 Av. J.C., le «Ousruta Shan Ghita», proposant en effet de faire passer de l'eau sur du charbon afin d'en éliminer le goût et les mauvaises odeurs (Weber, 1984 ;Masschelein, 1996). Les premières applications industrielles de ce matériau furent consacrées à la purification du sucre (XIII siècle), puis à la décoloration d'effluents (XVIII siècle) (Masschelein, 1996). C'est vers cette époque que l'activation, qui décuple les propriétés absorbantes du charbon classique, fut mise au point. Actuellement, ce matériau est indispensable à de nombreux procédés de traitement de l'air et de l'eau (Watson, 1999).

Le charbon actif regroupe une gamme étendue de substances carbonées présentant des propriétés différentes (porosité, aire spécifique, capacité d'adsorption). Ces caractéristiques sont essentiellement dues à l'origine du matériau et à son procédé de fabrication (Le Cloirecet Martin, 1984).

Diverses matières premières naturelles, à savoir les coques de noix de coco, le bois, la tourbe, la houille, sont à l'origine de ce matériau adsorbant. Le processus d'obtention d'une porosité importante se fait selon un des deux procédés suivants (Le Cloirec, 1998) :

- Le procédé physique comporte deux étapes successives. Après séchage des matières premières à 170°C environ, une carbonisation est effectuée afin d'éliminer les matières volatiles dans le squelette carboné du matériau. Cette étape se fait sous atmosphère contrôlée à 600-700°C durant 6 à 8 heures. La seconde étape est l'activation qui permet principalement d'enlever les substances goudroneuses dues à la précédente carbonisation, ouvrant ainsi les pores du charbon (Noll et coll., 1992). Cette opération se fait à 800-1000°C sous atmosphère hautement contrôlée, en présence de dioxyde de carbone, d'oxygène et/ou de vapeur d'eau, durant 24 à 72 heures.
- Le procédé chimique met en jeu un agent chimique (tel que l'acide phosphorique, l'acide sulfurique, la chaux, le chlorure de zinc, de calcium ou de magnésium). Ce composé favorise la déshydratation, puis la réorganisation structurale à des températures plus faibles.

La carbonisation et l'activation sont concentrées en une seule phase (400-600°C) pendant 5 à 24 heures, ce qui permet un meilleur rendement. Plus récent que le procédé physique, cette technique est réservée au charbon actif à base de bois.

Chaque fabricant ayant son approvisionnement personnel et des conditions opératoires spécifiques, les charbons actifs vont se distinguer selon leurs caractéristiques physicochimiques, décrites ci-après.

4.3. Origine

D'origine organique ou minérale, il provient de diverses matières animales et végétales (coque de noix de coco, tourbe, houille...), les charbons actifs issus de ces derniers produits sont les plus souvent employés pour le traitement de l'eau naturelle ou résiduaire.

4.4. Utilisation du charbon actif

L'utilisation du charbon actif est répartie en différents domaines comme

- Traitement des eaux potables et résiduaires.
- Purification de produits industriels.

Le charbon actif élimine les couleurs et les impuretés de produits bruts, il est employé par exemple pour la décoloration du sucre de canne ou de betterave.

Le charbon actif est employé dans l'équipement d'air conditionné ainsi que pour l'élimination des odeurs d'égouts et d'émanations chimiques.

4.5. Propriétés de charbon actif :

La connaissance des caractéristiques physico-chimiques d'un charbon, quel que soit le type d'activation thermique et/ou chimique réalisé, est nécessaire à la compréhension de beaucoup de phénomènes tels que l'adsorption, désorption, l'échange d'ions et autres [Cases J.M et al.2000]

4.6. L'utilisation de charbon actif :

Les charbons actifs sont appliqués dans la plupart des procédés industriels : les industries chimiques, pharmaceutique, agro-alimentaire...etc.

Ce type d'adsorbant peut employer dans divers domaines : [Anatole KIFUANI KIAMAYEKO et al. 2012]

- Peut agir comme un catalyseur ou comme un support de catalyseurs
- Récupération des vapeurs d'essence
- Employé pour l'élimination des odeurs d'égouts et d'émanation Chimique.

Dans ces dernières années l'utilisation de charbon actif est élargi au traitement des eaux usées grâce à son rôle épurateur joué par les bactéries qui y sont fixés (comme un support bactérien), mais selon le volume des pores car le charbon macroporeux favorise le développement bactérien beaucoup plus que celle de charbon microporeux en raison de la dimension des bactéries.

4.7. Les différents types de charbon actif :

Selon leurs applications, les charbons actifs sont disponibles soit en poudre (CAP), soit en grains (CAG).

4.7.1. Charbon actif en grain (CAG):

Cet adsorbant est utilisé sous forme de lits filtrants, c'est le procédé logique d'extraction par adsorption [ABDELLI Nassima., 2012]

Ce type est représenté des avantages et des inconvénients mentionnées dans le tableauxuivant :

Tableau 5 : les avantages et les inconvénients des adsorbants en grain [CYRILGOMELLA et HENRY GUERREE., 1983

Avantages	Inconvénients
-L'adsorbant granuleux est utilisé sous de lit filtrant -Il est facile à manipuler - Sa régénération possible	La cinétique d'adsorption est lenteforme Il est plus couteux que l'adsorbant en poudre

4.7.2. Charbon actif en poudre (CAP):

C'est un produit composé de particule de 10 et 50 μ m, il est le plus souvent utilisé en combinaison avec les traitements de fabrications. Ils ont une large surface externe et une faible profondeur de diffusion avec une vitesse d'adsorption très rapide [ABDELLI Nassima.,2012].

Tableau 6 : les avantages et les inconvénients des adsorbants en grain

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - le charbon actif en poudre est 2 à 3 fois moins cher que le charbon actif en granulé. Des quantités supplémentaires peuvent être rajoutées en cas de pointes de pollution accidentelles ou temporaires. - L'adsorption est rapide dans la mesure où une grande partie de la surface de contact est directement disponible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le charbon actif en poudre ne peut pas être régénéré quand il est mélangé avec des boues d'hydroxyde. - Il est difficile d'enlever les dernières traces d'impuretés sans ajouter une quantité très importante de charbon actif en poudre. La détection des pointes de pollution est problématique et sa concentration applicable est limitée

5. Influence de quelques paramètres sur l'adsorption :

5.1 Influence de la surface spécifique

La capacité d'adsorption d'un adsorbant est proportionnel à sa surface spécifique, plus la surface est importante, plus grande sera la quantité de molécules adsorbées. Il faut que le diamètre de pore soit supérieur à la taille de la molécule pour que celle-ci puisse diffuser rapidement dans le volume poreux et atteindre le site d'adsorption [ABDELLI Nassima.,2012]

5.2. Influence du pH

Le rôle de pH est caractérisé par une compétition entre les ions H⁺ et les cations métalliques, et d'une fixation par échange d'ions sur la surface d'un adsorbant [SERGE. MOREAU., 2003]

5.3. La masse de l'adsorbant

La capacité d'adsorption augmente linéairement avec la masse de l'adsorbant. [M.L. SEKRIFA.M.HADJ-MAHAMED., (2005)]

5.4. La nature de l'adsorbant

Toute surface solide y compris la surface miroitante des cristaux se présente rugueuse à l'échelle microscopique. Donc tout solide est un adsorbant potentiel, mais la capacité d'adsorption varie d'un adsorbant à un autre vis-à-vis de même adsorbant [ABDELLI Nassima., 2012]

5.5. La température

L'augmentation de la température engendre sensiblement le développement des micropores entraînant une augmentation de la capacité d'adsorption des charbons actifs, Mais lorsque la température s'élève au delà de 500 °C, une partie des micropores formés sont détruits, cette diminution du nombre de micropores s'accompagne d'une réduction sensible de la capacité d'adsorption du charbon actif [Ibrahim TCHAKALA., 2012]

5.6. Influence de polarité

Un soluté polaire aura plus d'affinité pour l'objet le plus polaire parmi le solvant et l'adsorbant [REFFAS ABDELBAKI., 2010].

Conclusion :

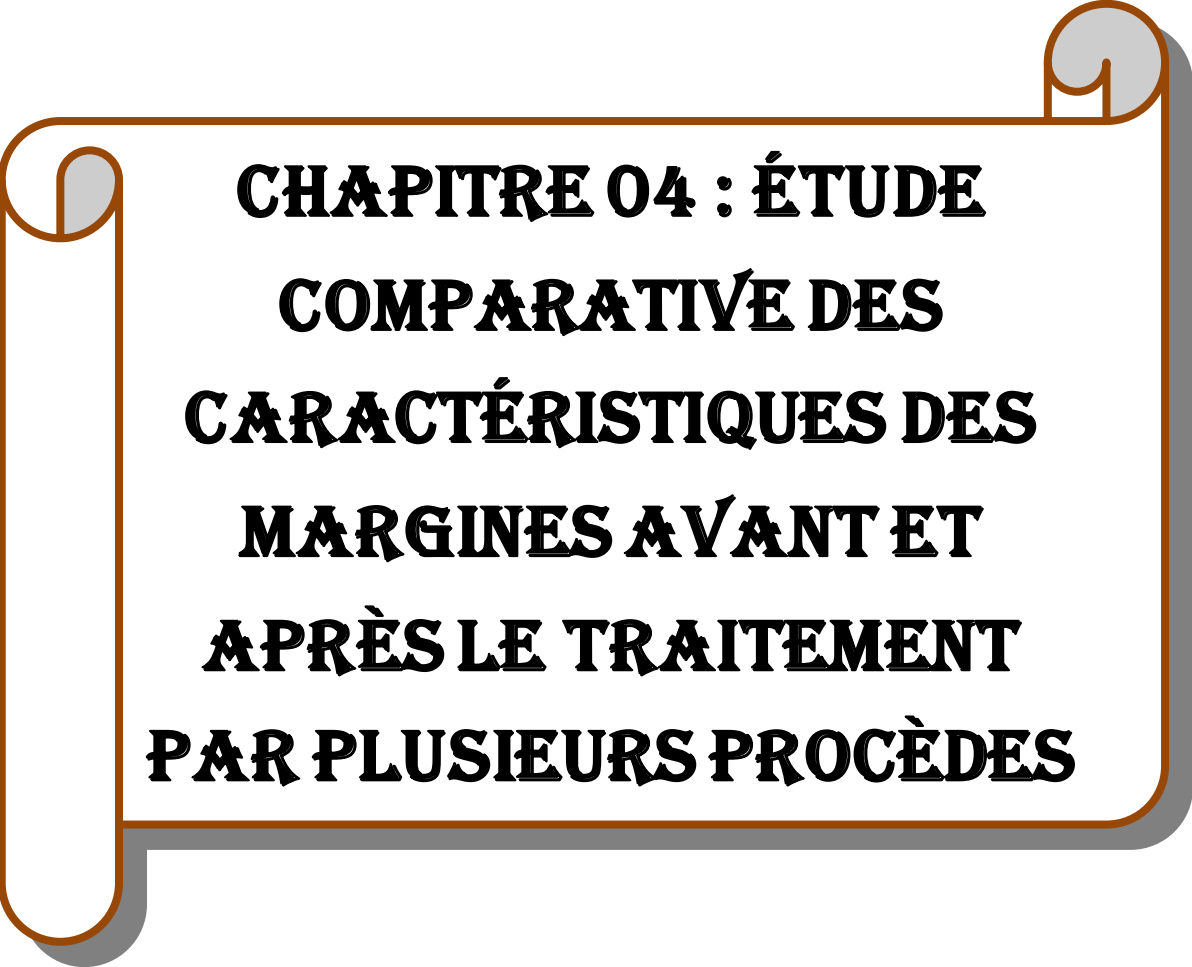
Les margines ces sont des rejets liquides causent de sérieux dégâts environnementaux. Leurs mauvaises odeurs provoquent une pollution considérable de l'air par les gaz produits surtout lors du traitement [L comelli A., 2000]. Ainsi la teneur élevée en polyphénols dans les margines participe fortement à la pollution de l'environnement. Des eaux de surface et souterraines. En effet, le rejet des margines reste jusqu'à présent un problème écologique prépondérant ainsi qu'un redoutable souci pour les pays producteurs d'huile d'olive.

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

Parmi les procédés les plus utilisées pour le traitement et épuration des eaux naturels et eaux usées on trouve le procédé d'adsorption par le charbon actif ; Les charbons actifs sont des adsorbants spécifiques utilisés pour éliminer les impuretés qui accumule à la surface, ont un caractère essentiel qui est l'existence d'un réseau très développée de micropores, lesquels sont à l'origine de leur pouvoir adsorbant.

Le charbon actif possède une grande surface peut être supérieur à 1000 m² /g ce qui signifie leur capacité d'adsorption [YAHIAOUI Nouara., 2012]

Ce type d'adsorbants est très utilisé dans la purification des eaux grâce à leur capacité d'élimination des matières organiques comme les pesticides et les matières inorganiques (les métaux lourds), est très recherché dans plusieurs domaines tel que : l'industrie, agro-alimentaire, pharmaceutique...etc. [Mahmoud Trachi et al., 2014]



**CHAPITRE 04 : ÉTUDE
COMPARATIVE DES
CARACTÉRISTIQUES DES
MARGINES AVANT ET
APRÈS LE TRAITEMENT
PAR PLUSIEURS PROCÈDES**

Introduction :

La production d'huile d'olive se concentre principalement dans les pays du pourtour méditerranéen : Espagne, Italie, Grèce, Turquie, Syrie, Tunisie et Maroc (COI, 2001). La production de ces pays représente 94 % de la production mondiale. En parallèle avec son activité principale, l'industrie oléicole génère deux résidus, l'un liquide (les margines) et l'autre solide (les grignons). Dans les unités de trituration dotées d'équipements relativement modernes, le processus de production met en jeu l'addition de 110 kg d'eau pour 100 kg d'olive. Ceci produit alors plus de 1500 kg de margine par tonne d'olive traitée (VITOLLO et al. 1999). Les margines ainsi produites sont rejetées soit dans des cours d'eau, soit épandues sur le sol.

Ces effluents, fortement chargés en matières organiques, affectent la qualité des eaux dans lesquelles elles sont déversées. En plus de leur aspect très coloré, leur forte charge organique exige une forte consommation d'oxygène.

Le traitement des effluents liquides des huileries est l'un des plus importants problèmes environnementaux des pays méditerranéens. Jusqu'à nos jours, le traitement des margines constitue un problème complexe vu la qualité et la quantité des substances chimiques qu'elles renferment. En effet, l'application d'un traitement simple s'avère insuffisante et incomplète (Ranalli, 1991a). (Hamdi, 1993a). Pour réduire leurs effets négatifs, plusieurs procédés d'épuration, notamment physico-chimiques, sont mis en œuvre.

Ce chapitre est divisé en deux parties la partie une est consacré pour les données et l'autre partie pour l'analyses de ces données obtenues.

Partie (01) Matériels et méthodes

1. Les caractéristiques des margines :

1.1. 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. Cette variation est due essentiellement aux procédés d'extraction d'huile d'olive qui représente l'élément le plus important, au stade de la maturité des olives, à la variété de l'olivier, aux conditions climatiques, à la durée de stockage des olives avant la trituration, au système de culture, à la situation géographique, au temps de stockage des olives

Chapitre 04 Étude comparative des caractéristiques des margines avant et après le traitement par plusieurs procédés

avant la trituration, à la nature de conservation des olives et aux techniques et lieu de stockage (Karapinar et Worgan, 1983 ; Bambalov et al., 1989 ; Annaki et al.1996b).

Les margines sont caractérisées 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.

La composition chimique des margines est assez variable (**Tableau. 7**), elle dépend de nombreux facteurs tels que la variété et la maturité des olives, les conditions édaphiques et climatique, la méthode de culture et en particulier le mode d'extraction de l'huile

(Paraskeva et Diamapoulons., 2006)

Le tableau suivant nous renseigner les intervalles des variations des valeurs des Caractéristique physico-chimique des margine en général.

Tableau. 7 : Caractéristiques physico-chimiques des Margines (**Ben Rouina et al., 2014**).

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

1.2. Caractéristiques biologiques :

Il existe plusieurs paramètres biologiques intervenir dans la caractérisation des margines tel que la demande chimique en oxygène et la demande biologique en oxygène.

Tableau 8 : Caractéristiques biologique des margines (Amirantes., 1999).

Paramètres	Valeurs
DCO	100 à 220 kg/m
DBO5	100 kg/m
Polyphénols	1,2 g/l

2. Effets des margines sur l'environnement

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

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

❖ Pollution du sol

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

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

❖ Pollution de l'air

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

❖ **Pollution des eaux**

Les margines sont le plus souvent rejetées dans des récepteurs naturels, des cours d'eau, sans aucun traitement préalable et nuisent fortement à la qualité de ces eaux de surfaces. La très forte charge en matières organiques empêche ces eaux de s'auto-épurer et la pollution peut s'étendre sur de très longues distances (**Mebirouk, 2002**).

3. Traitement et valorisation des margines

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

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

❖ **Procédés physiques** : (Processus thermique, Technique membranaire).

❖ **Procédés chimiques** : (coagulation, floculation, adsorption).

❖ **Procédés biologiques** : (Traitement anaérobie, Traitement aérobie).

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

Par ailleurs, la valorisation a pour objectif l'élimination des composés phénoliques d'une part et l'utilisation des margines dans les domaines de la biotechnologie, de la chimie et de l'agriculture d'autre part (**Levis-Menzi et al., 1992**).

A cause des effets négatifs des margines sur l'environnement et suivant les différentes Procèdes appliques pour leur traitement, Nous allons faire une étude comparative des résultats obtenu après traitements des margines avec plusieurs procédés et bien sûr comparer avec son homologue avant le traitement.

Les résultats obtenus d'après trois zone différentes et traitées par différentes techniques.

4. Rappelle sur les techniques/ procédés de traitement des margines

I. Les procédés thermiques

➤ Evaporation :

Evaporation naturelle : les effets négatifs de l'évaporation naturel, c'est qu'est limite et condition d'application tel que la nécessité de grandes superficies ($1\text{m}^2/\text{m}^3$ de marge), aussi que la période oléicole est en hiver, saison pendant laquelle le bilan d'évaporation est presque nul, le traitement prendra beaucoup de temps, l'évaporation se faisant au printemps et surtout en été. Et en raison de la formation d'une couche huileuse en surface qui empêche l'action des rayons solaires, l'évaporation sera insuffisante, avec l'émission de mauvaises odeurs et attraction d'insectes, de plus le danger d'infiltration avec la formation de boues de fond, et difficultés de vidange et d'utilisation

Evaporation forcée : C'est un procédé qui consiste à introduire des panneaux évaporateurs au niveau des bassins de stockage des margines pour faciliter leur évaporation. Le principe est identique à celui de l'évaporation naturel [Boudokhana H., (2008)]. Cette technique permet d'améliorer les rendements et surtout de réduire la surface et le volume des installations de traitement.

Le principe est identique à celui de l'évaporation libre. C'est un procédé qui consiste à introduire des panneaux évaporateurs au niveau des bassins de stockage des margines pour faciliter leur évaporation. En effet cette opération multiplie par 100 la quantité d'eau évaporée par m^2 occupée au sol, en augmentant la surface d'échange et en la développant en hauteur, zone plus favorable car la vitesse du vent y est plus élevée. Des panneaux alvéolés présentant un rapport surface/ volume très élevé sont montés à proximité du bassin de stockage.

B-Incinération

L'incinération est une technique coûteuse complexe et extrêmement gourmande en énergie. Elle paraît d'autant moins appropriée lorsque les margines sont composées à plus de 80 % d'eau

II. Les procédés biologiques :

➤ Traitement aérobie :

L'inconvénient de l'utilisation des dispositifs aérobies se heurte au coût élevé de la construction de l'exploitation des installations et les temps requis sont élevés, entre 15 et 25 jours ce qui augmente le temps de stockage.

➤ **Traitement anaérobie**

Le problème majeur rencontré lors du traitement anaérobie des margines par la majorité des chercheurs est le démarrage de leur digesteur. En effet, la stabilité de ces derniers est très longue si les margines sont très concentrés.

III. Les procédés physico-chimiques :

➤ **Electrocoagulation :**

En absence de l'aide coagulant, cette technique n'est pas efficace. Cette méthode peut être utilisée comme une étape de prétraitement avant les processus de traitement anaérobie. Koufi et al. (2007) ont trouvé en utilisant cette méthode comme prétraitement que les composés phénoliques des margines ont été polymérisés puis sédimentés.

➤ **Coagulation-floculation :**

Ce traitement physico-chimique offre une solution partielle et nécessite un traitement secondaire. D'autre part, il produit une grande quantité de déchet qui cause d'autres problèmes environnementaux.

VI. Les Procédés chimiques :

➤ **Oxydation humide :**

Malgré son efficacité, ce traitement n'a pu être réalisés à l'échelle industrielle sont cout d'investissement reste trop élevé dus à la demande énergétique importante qu'exige ce mode de traitement, cout élevé de l'installation et la nécessité du matériel qui résiste à la corrosion et aux conditions de la pression et de température de travail.

➤ **L'ozonation :**

Le taux de réduction de la DCO durant l'ozonation, même à des conditions plus favorables, ne dépassent pas 20 à 30%. Néanmoins, l'ozonation peut être utilisée comme un prétraitement.

V. Procédés physiques :

➤ **Procédés des membranes :**

Ces procédés permettent d'éliminer 100% de la DCO initiale. En revanche, ils nécessitent un prétraitement, une demande énergétique élevée d'où un coût élevé de l'ensemble du procédé, et l'altération rapide des membranes utilisées

➤ **Procédé d'adsorption et bio filtration :**

L'inconvénient de la biofiltration est le risque d'engorgement du filtre, en plus le pouvoir polluant élevé du concentrât résultant. Pour l'adsorption, le charbon actif utilisé est non réutilisable.

Partie (02) Résultats et discussion

(Analyse des résultats des caractéristique des margines après le traitement)

Les margines utilisées proviennent de trois zones de production d'huile d'olive de trituration et traiter par des procédés différentes, située dans les zones suivantes :

- La zone (1) d'Emir Abdelkader (Wilaya de Jijel).
- La zone (2) de Beni Ahmed (Wilaya de Jijel).
- La zone (3) Ghardaïa.

1. Présentation des zones d'étude :

1.1. La zone (1) d'Emir Abdelkader :

Le territoire de la zone d'Emir Abdelkader (jijel) appartient à l'étage bioclimatique de type méditerranéen humide, caractérisé par l'alternance très régulière d'une saison relativement froide et humide avec une saison chaude et sèche, même si l'on tient compte des importantes variations dans l'aridité de la saison sèche. Ce territoire est le plus arrosé de toute l'Algérie. Le réseau hydrographique de la région est très dense.

1.2. La zone (2) de Beni Ahmed :

La ville de Beni Ahmed bénéficie d'un climat tempéré et humide avec un hiver doux caractéristique des zones méditerranéennes et une pluviométrie importante, comme toutes les villes de la moitié Est du littoral algérien. On note aussi qu'au col de Tex Enna, qui se situe à 725 m d'altitude, l'enneigement dure plus de 11 jours/an.

1.3. La zone (3) Ghardaïa :

Les margines utilisées sont de la variété Sigoise proviennent d'une unité industrielle moderne de trituration d'olives par centrifugation à trois phases, située dans la région de Ghardaïa au sud de l'Algérie, pendant la campagne oléicole 2017/2018. Les échantillons ont été prélevés le mois de décembre 2017 à partir du bassin de stockage des margines et

Chapitre 04 Étude comparative des caractéristiques des margines avant et après le traitement par plusieurs procédés

transportés dans des flacons stériles de 2 litres, puis ont été conservés à l'abri de la lumière à 4°C pour une utilisation ultérieure (caractérisation physicochimique et microbiologique).

2. Echantillonnage :

Les margines de cette étude sont obtenues à été obtenue à partir d'un moulin à huile en utilisant un système d'extraction, qui est un système moderne qui se déroule en trois étapes.

Ces huileries sont situées dans les régions de (la Commune de Emir Abdelkader et de Beni Ahmed) situées dans la Wilaya de Jijel et le troisième moulin à huile est en Ghardaïa.

Ces échantillons sont traités à l'aide des procédés de traitement différent. Afin d'étudier la variation de leurs caractéristiques avec plusieurs techniques.

3. Les techniques utilisées :

Les techniques d'extraction, qui acquièrent la majorité de la production de margine, génèrent une quantité importante, des liquides polluants, difficilement dégradables et pourtant déversés dans la nature.

Pour La zone (1) d'Emir Abdelkader (W. Jijel). La technique de traitement utilisées est : le traitement des margines par la technique par chaux.

Pour La Zone (2) de Beni Ahmed (W. Jijel). La technique de traitement utilisées est : le traitement des margines par la technique aérobie.

Pour La (3) : La zone (3) de Ghardaïa. La technique de traitement utilisées est : le traitement des margine par voie (physicochimique et microbiologique).

4. Résultat de traitement :

Après les analyses des prélèvements de traitement effectué dans chaque zone. Nous avons classés les résultats obtenus dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Résultats des paramètres physicochimiques et biologiques des margines

Paramètre	ZONE (1)	ZONE (2)	ZONE (3)
Température (C°)	19.5	19	20
PH	4.94	6.26	4.8
Humidité %	34	98	89.5
Conductivité (ms/cm)	0.3	0.5	1.71
DCO (mg d'O ₂ •L ⁻¹)	451.36	166.4	1.30

Chapitre 04 Étude comparative des caractéristiques des margines avant et après le traitement par plusieurs procédés

DBO5 (mg/l)	48	4	1.20
MS (%)	66	2	10.5

Dans cette étude la vérification de nos résultats des trois (03) zones est comparés avec les quatre (04) paramètres importants lancer par le ministère de l'environnement qui sont les suivants :

Le potentiel d'Hydrogène (pH), la Température (T), la Demande Chimique en Oxygène (DCO), la Demande Biochimique en Oxygène (DBO5), ces paramètres comparés par les normes (valeur limites) édictées par la réglementation en vigueur (tableau 3)

Normes :

Le tableau suivant représente les normes édictées par la réglementation définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquide industriels :

Tableau 10 : norme nationale décret exécutif n° 06/141 du 19 avril 06.

Paramètre	Unités	Norme
La température	°C	30
Le potentiel d'Hydrogène (pH)	-	5.5-8.5
Demande Biochimique en Oxygène (DBO5)	g/t	200
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	g/t	700

5. Interprétation et Discussion

5.1. Température :

La température est un paramètre plus important, car elle joue un grand rôle dans le métabolisme général et la solubilité des gaz (par exemple l'oxygène). Une élévation de la température peut perturber fortement le milieu récepteur (pollution thermique).

On peut remarquer que pour les rois zone d'étude et avec des procède de traitement différent on observe que presque est valeurs de température est presque identique.

La température dans la première zone d'étude est égale à 19.5 C° au niveau de la première zone par contre au niveau de la deuxième zone est 19 C°, tandis que dans la troisième est égale à 20 C°.

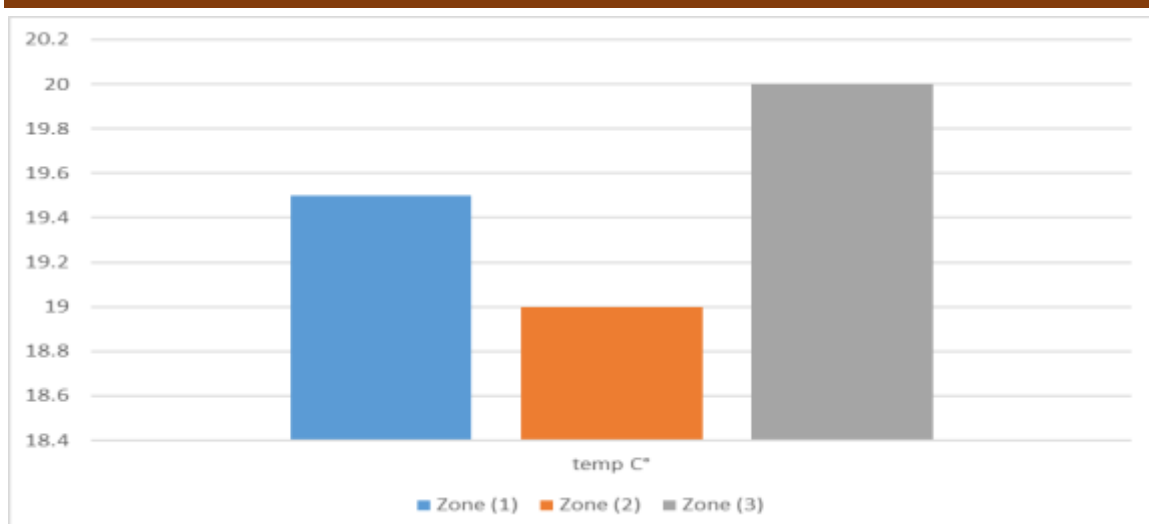


Figure 13 : la variation de la température des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes.

5.2. Le pH :

La mesure du pH dans la zone (01) est égale à 4,94 et dans la zone (02) est égale à 6,26. Cependant que la valeur du pH dans la zone (3) est de l'ordre de 4,8. Les margines sont donc des effluents acides, en raison de la présence des acides organiques (acides phénoliques, acides gras). Alors ces résultats confirment la nature d'acidités des margines et ainsi que l'influence des différentes procédés appliques quel que soit les éléments et les produits utilisées au cours de traitement.

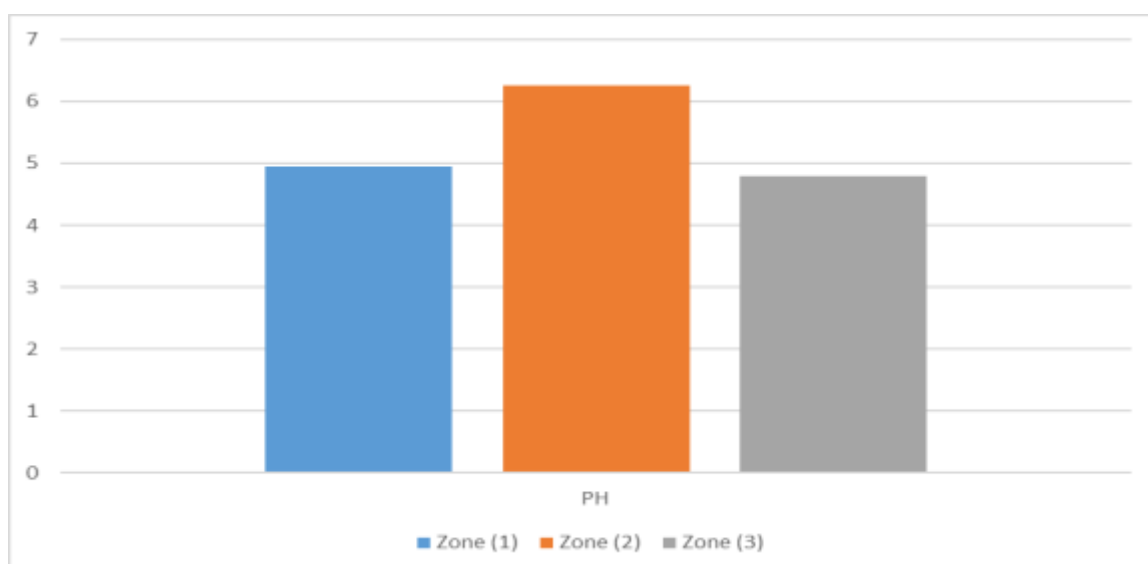


Figure 14 : la variation de pH des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes

Les résultats obtenus montre qu'il y a une augmentation de la valeur de PH pour la zone (02) de Ghardaïa qui soumise à un traitement aérobie tandis que la valeur de PH pour les deux autres zone (01) et (03) zone (03) est égale respectivement 4.94 et 4,8. Ce qui nous permet de dire qu'il n'y a d'influence des procédés utilisées sur les valeurs de PH ainsi l'absence de l'influence des produit utilisées.

5.3. La demande bio chimique en oxygène (DBO5) :

Les valeurs de DBO5 en (mg d'O2/l) après le traitement des margines des trois zones par les trois techniques mentionnées précédentes ou elle prend la valeur dans la zone (01) est égale 48 ce pendant que pour la zone (02) est égale à 4 et pour la zone (03) est égale à 1.20 respectivement.

Alors On peut remarquer qu'il y a une bonne élimination de DBO5 par l'utilisation de techniques de traitement combinée physico-chimiques et microbiologique. Appliqué dans la zone (03) ce résultat confirme ce qui nous avons déjà discuté dans la bibliographie.

Cependant On a remarqué une bonne élimination de la DBO dans la zone (02) ou le traitement est se faire par le procédé aérobie est ce qui confirme l'insuffisance de cette technique de traitement/ procédés pour l'élimination de la DBO. Ainsi que pour l'utilisation de la chaux uniquement pour l'élimination de la DBO le résultat montre l'insuffisance de cette technique sans compléter ou combiner à l'aide d'autre procédé.

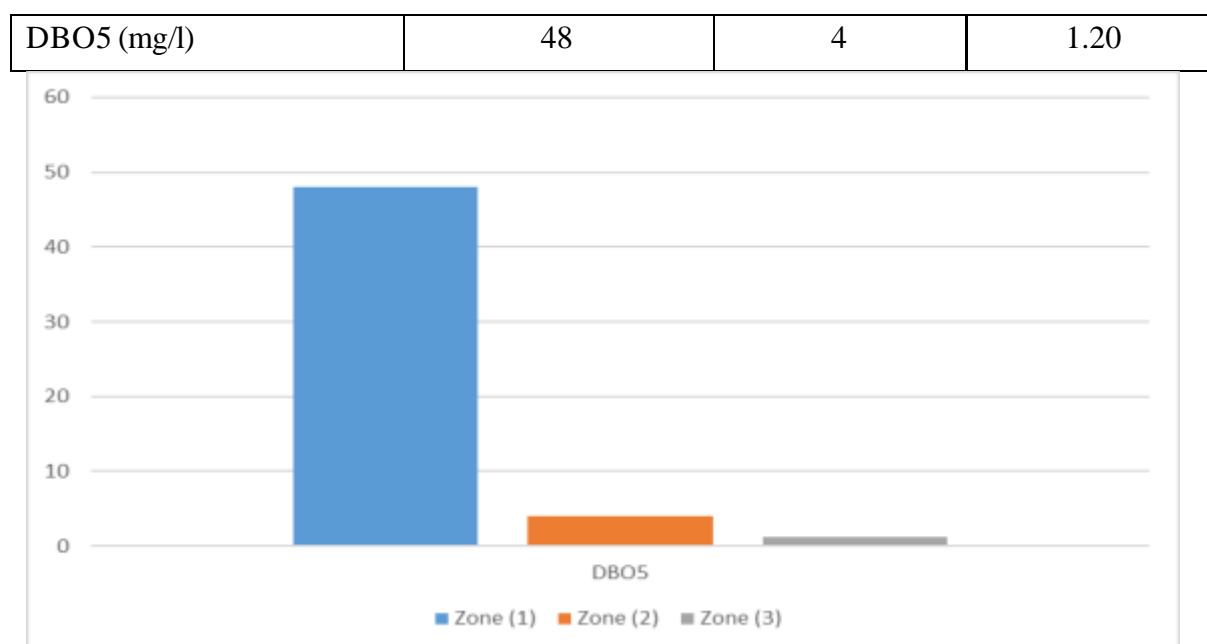


Figure 15 : La variation des DBO5 des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes.

5.4. La demande chimique en oxygène (DCO) : en (mg d'O₂/l)

Les valeurs de DCO en (mg/l) après le traitement des margines des trois zones par les trois techniques elle prend la valeur 451.36 dans la zone (01). Ce pendant que pour la zone (02) est égale à 166.4 et pour la zone (03) est égale à 1.30 respectivement.

On observe bien qu'il y a une bonne élimination de DCO par l'utilisation de techniques de traitement combinée physico-chimiques et microbiologique. Appliqué dans la zone (03). Mais On a remarqué une faible élimination de la DCO dans la zone (02) ou le traitement est se faire par le procédé aérobie est ce qui confirme l'insuffisance de cette technique de traitement/ procédés pour l'élimination de la DCO. Ainsi que pour l'utilisation de la chaux uniquement pour l'élimination de la DCO le résultat montre l'insuffisance de cette technique sans compléter à l'aide d'autre procédé.

Alors pour l'élimination de la DCO les techniques physico- chimiques confirment leur efficacité pour l'élimination de ces paramètres la DCO ainsi la DBBO₅.

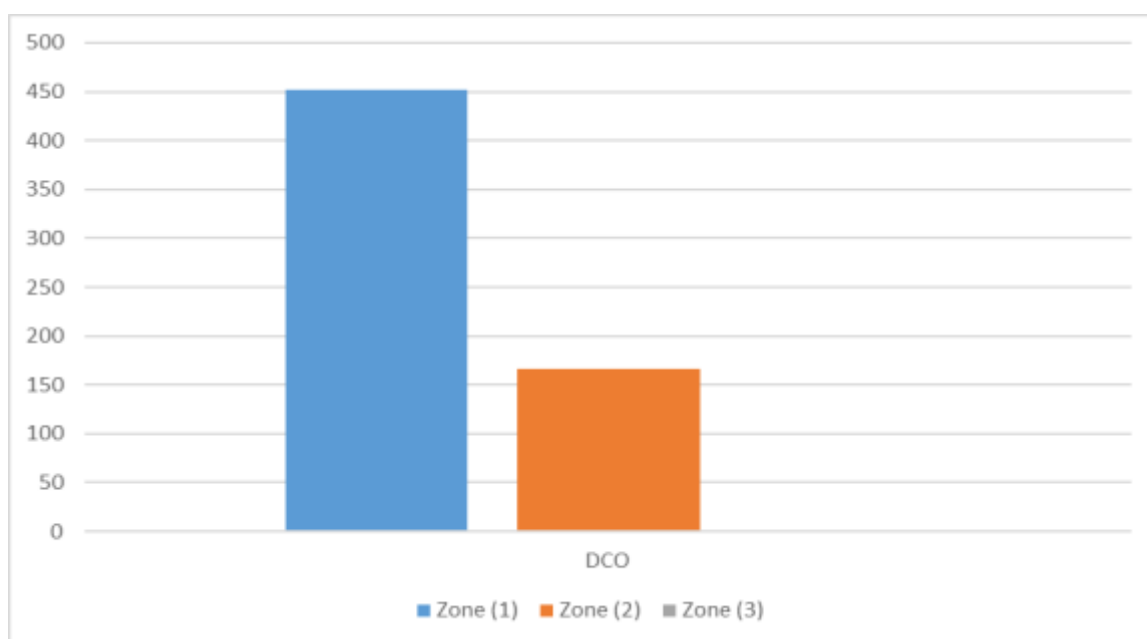


Figure 16 : La variation des DCO des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes

5.5. La Matière sèche (MS) : en (%)

Les valeurs de MS en (%) après le traitement des margines des trois zones par les trois techniques mentionnées précédentes ou elle prend la valeur dans la zone (01) est égale 66 ce

pendant que pour la zone (02) est égale à 2 et pour la zone (03) est égale à 10.5 respectivement.

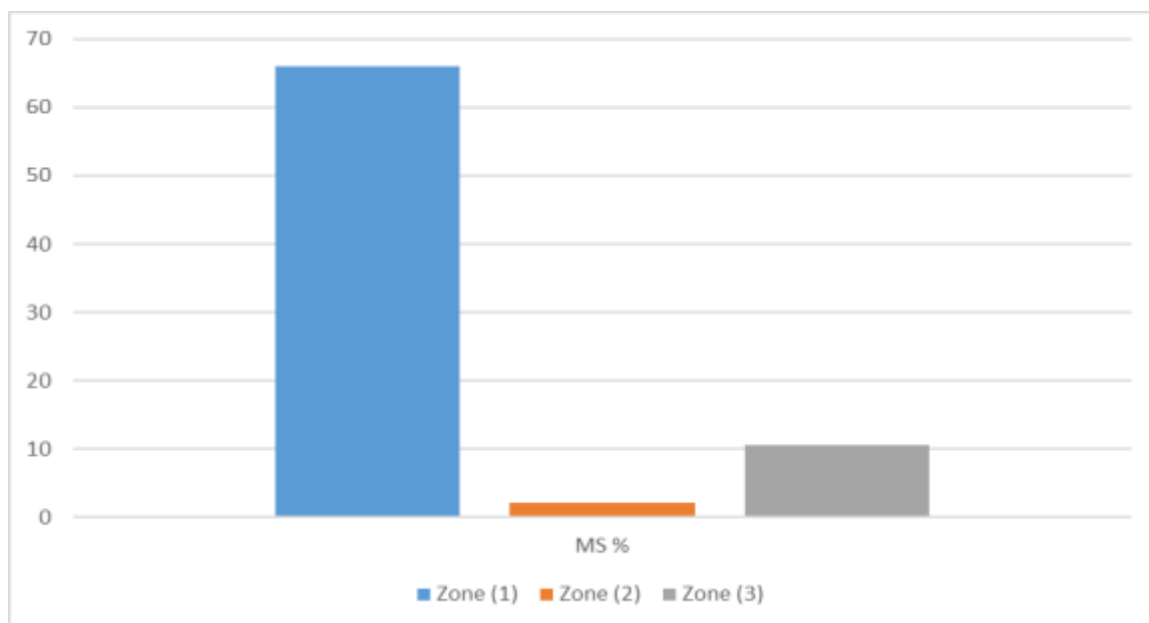


Figure 17 : La variation des MS des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes.

5.6. La conductivité :

Selon les résultats obtenus on a enregistré une baisse de la valeur de la conductivité des trois zones quel que soit la technique utilisée pour le traitement des margines mais avec des faibles différences. Alors dans la zone (01) on a enregistré 03(ms/cm) et pour la zone (02) la valeur de 0.5(ms/cm) et pour la zone (03) est égale à 1.71 respectivement.

On observe que dans la zone où ils utilisent la chaux comme technique de traitement cette technique permet de réduire le taux de conductivité et la même remarque pour les deux autres techniques.

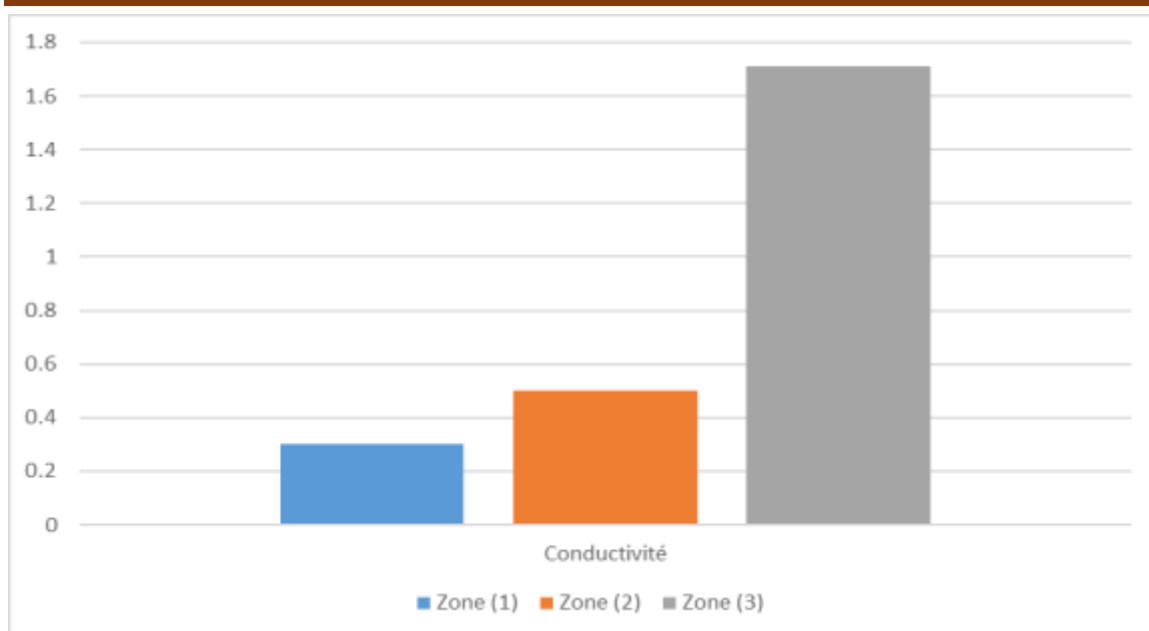


Figure 18 : La variation de conductivité des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes.

3.7. L'humidité :

On a enregistré Le taux d'humidité dans les trois zones d'étude comme suite : 34 % pour la zone (01) tandis que pour la zone (02) on a enregistré 98% et finalement on à enregistré la valeur 89.5 % la zone (03)

Alors notre remarque pour ces différentes valeurs peut être dépend de la technique utilisée au traitement deux ou trois phases qui nécessite l'ajoute des quantités suffisamment en eau lors de séparation des phases (liquide- fluide-solide).

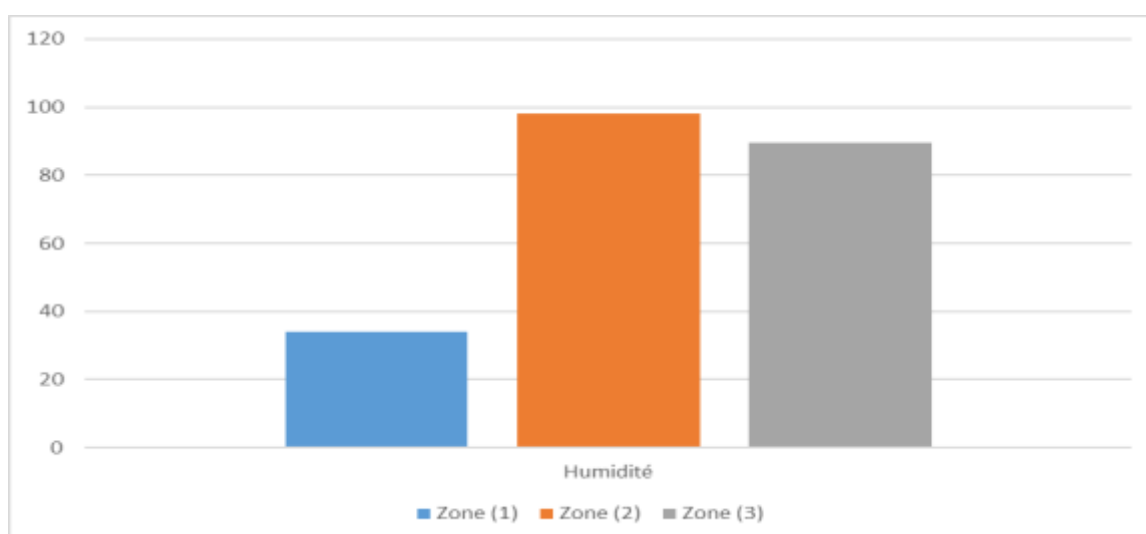



Figure 19 : La variation des humidités des margines après traitement par des procédés différents dans des zones différentes.

Conclusion :

Les margines sont des effluents riches en matières organiques et en sodium, potassium, phosphore organique et inorganique et en matière non biodégradables néfastes pour l'environnement en raison de ses effets néfastes sur les écosystèmes différents et parce qu'ils généralement sont rejetées sans aucun traitement.

A cause de ces effets néfastes pour l'environnement et l'écosystème et les eaux souterraines et de surface plusieurs techniques de traitement ont été appliquées pour réduire ces effets négatifs et sa pollution. Les procédés utilisées soit biologiques ou physiques ou chimiques ou bien combinées.

Pour ce chapitre nous avons conclu que les techniques de traitement appliquées jusqu'à ce jour reste encore limite et son efficacité reste insuffisante pour réduire les impacts des margines et Certaines de ces techniques ne permettent pas d'éliminer la totalité de la pollution, d'autres sont souvent coûteuses.



**CONCLUSION
GÉNÉRALE**

CONCLUSION GENERALE

L'industrie oléicole, en plus de sa production principale qui est l'huile (l'huile d'olive vierge et l'huile de grignon), engendre la production de deux résidus : un liquide (margine) et l'autre solide (grignon) qui sont généralement rejeter dans la nature.

Des méthodes d'extraction de l'huile d'olive modernes ont été développées afin d'extraire un maximum d'huile mais elles produisent aussi plus de margines que les méthodes traditionnelles. La nature pouvait donc absorber et épurer les déchets de la production d'huile d'olive.

Les margines avec ses propriétés physico-chimiques et microbiologiques représente l'un des problèmes les plus importants auxquels sont confrontés les pays de la Méditerranée, en raison de ses effets néfastes sur l'environnement et les écosystèmes, pour éliminer ou réduire la pollution causée par ces margines, plusieurs techniques physique, physico-chimique, biologique, ont été abordées. Certaines de ces techniques ne permettent pas d'éliminer la totalité de la pollution, d'autres sont souvent coûteuses.

Lors de notre étude, on a essayé de montrer l'impact des déchets oléicoles et de faire une étude comparative de quelques caractéristiques physicochimiques et biologiques des margines par différentes procédés.

L'objectif de cette mémoire est de montrer les différentes procédés de trituration de l'huile d'olive et les impacts négatifs des margines sur l'environnement et utiliser plusieurs techniques pour connaître son efficacité dans le traitement de la margarine.

Notre travail est décomposé en quatre chapitres :

-Le premier chapitre consacré pour la synthèse bibliographique la culture de l'olivier dans le monde et La production d'olive et de l'huile d'olive.

-Le deuxième chapitre représente les procédés d'extraction d'huile d'olive et leurs déchets notamment les margines et ses propriétés physico-chimiques et microbiologiques. Ainsi ces impacts négatifs sur l'environnement.

La valorisation des margines est un sujet très important pour l'industrie agro-alimentaire d'une part pour réduire ces impacts négatifs et d'autre part de bénéficier de leur richesse en matière organique et minérale.

-Le troisième chapitre traité le procédé d'adsorption par le charbon actif d'autant que parmi les procédés les plus utilisées pour le traitement et épuration des eaux naturels et eaux

CONCLUSION GENERALE

usées. Ce type d'adsorbants est très utilisé dans la purification des eaux grâce à leur capacité d'élimination des matières organiques comme les pesticides et les matières inorganiques (les métaux lourds), est très recherché dans plusieurs domaines tel que : l'industrie, agro-alimentaire, pharmaceutique...etc. [Mahmoud Trachi et al., 2014]

-Le quatrième chapitre : dans Cette partie nous avons faire une comparaison des quelques caractéristiques physicochimiques et biologiques des margines traitées par différentes procédés. Ou nous avons conclu que quelque technique permet une bonne élimination des quelques paramètres mais Certaines de ces techniques ne permettent pas d'éliminer la totalité de la pollution, d'autres sont souvent coûteuses.

À travers l'analyse des résultats que nous avons faits, il est apparu clairement que quelles que soient les techniques utilisées dans le traitement de la margine restent incapables d'éliminer complètement tous les dommages résultant de ces déchets, mais certaines d'entre elles sont efficaces avec des proportions variables et des conditions spéciaux la combinaison entre deux techniques ou plus est plus efficace mais parfois plus couteux.

Avec toutes les recherches et études indiquant que ces technologies sont encore en développement et en recherche afin d'obtenir de meilleurs résultats e de pollution pour la protection de notre environnement et l'écosystème.

Référence

- Nefzaoui A (1991). Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par la Valorisation optimale des sous produits, option méditerranéennes, 16, 101 - 108.
- Ranalli A (1991). The effluent from olive mills: proposals for re-use and purification with reference to Italian legislation olive 37, 30-39.
- AB Relli N., 2012 " Traitement des effluents liquide de l'industrie de cum par adsorbant produit de la lignine sulfate". These de magister. M'hmed Boumendes. 2012.
- Bouranere S. 2008, influence of operating conditions on The rejection of Cobalt and lead ions in aqueous solutions by a nanofiltration polyamide membrane, J. Membr. Sci 1325, 150 - 157..
- Bensemmane A. (2009) to tout le Trait d'union des opérateurs économiques pour le Renouveau du Monde Agricole et Rural. 1ere forum en méditerranéen de l'oléiculture.1111 -4 762
- Ben Yahia et AL., 2003. Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solution récemment développées.
- Belaid et al, 2002 identification nouveaux Composés phénoliques présents dans les rejets liquides des huileries d'olives (marginées) - Déchets SCIENCES ET TECHNIQUES. 27, 30-34.
- D hacmadi et Marrot., 2008. olive mill waste water Treatment in a membrane bioreactor. Process feasibility and performances chemical engineering journal, doi. 10.1016/j.cej.2008.04.017.
- Proniche M, (2004); A compact process for The Treatment of olive mill waste water by combining of sand UV 1 H₂O₂ il TECHNIQUES. Desalination. 169,81-88.
- Fakhrasidine Natal., 2006, chemical and spectroscopy analysis of organic matter Transformation during aerobic digestion of olive mill -Waste-waters Process Biochemistry. 44, 398-41.
- Fedili (1984). L'acqua di Vegetazione Delle lavorazioni delle olive. Rist. Sostanze, grassi 61, 238-29E.
- Garrido Hoyos et al 2002. Kinetics of aerobic treatment of olive mill Waste water (OMV) with *Aspergillus Terreus* Process Biochemistry, 37, 1169-176.

Hamdi M (1993). future prospects and constraints of olive mill waste waters Use and Treatments. A review. Bioprocess engineering 8,209 _214.

Iacomelli A (2000). olive mill waste and Sup adapted by various contracting parties. Workshop agro Industry development in the coastal areas, with special focus on the olive oil industry Beirut – Lebanon.

Loussut R Et Brousse G (1978). Ibliver ed e Mais neuveet larose - Paris.

Makazi M. Etude de l'adsorption, de la persistance et de la photodégradation du (TBM) dans le sol et l'eau (loos).

Si Foun N. 2008 Traitement des effluents des huileries! d'olive par oxydation au H₂O₂, rapport.

COI. (conseil oléicole International). 2005 – Amélioration de la qualité de l'huile d'olive. Machiel Espagne.

Labdaoui D. 2017. Impact socio-économiques et environnemental du modèle d'extraction des huiles d'olives à deux phases et possibilités de sa diffusion dans la région de Bouira (Algérie).

DSA SI et ITAFU 2016. Catalogue des variétés - Algérien de l'olivier.

Vielle S. 2010. Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive - Entre tractu

Lutwin B, fiestas Ros De Ursinos JA, Geissenk, K, Achouri, K, Limm E, De la dore monpezat G, Xanthoulis D 1996. Les expériences méditerranéennes dans le traitement et l'élimination des eaux résiduaires des huilleries d'olive Edition (GT2) GmbH , E schborn, République fédération d'Allemagne.