

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE DE BLIDA 1**  
**FACULTE DES SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE**



**Mémoire de fin d'étude**

**En vue de l'obtention de Diplôme de Master Académique**

**Option : Biotechnologie Microbienne**

**THEME :**

**Valorisation des margines par fermentation :**  
**Cas de l'olivier**

Présenté par :

**Melle :AREZKI CHAIMA ZOUBIDA**

**Melle :BENCHELABI RYM**

Devant le jury :

<b>Présidente</b>	<b>Mme BENKORTEBY.H</b>	<b>M.A.A université Blida 1</b>
<b>Examinatrice</b>	<b>Mme BENSAID.F</b>	<b>M.A.A université Blida 1</b>
<b>Promotrice</b>	<b>Mme TOUA.D</b>	<b>M.A.A université Blida 1</b>

**Année universitaire : 2020/2021**

### **Remerciement :**

Nous tenons, à exprimer nos très vifs et sincères remerciements à Madame TOUA Dalila, maitre assistante à l'université Blida 1 de nous avoir encadré, pour les conseils qu'elle nous a apporté et pour sa patience tout au long de la réalisation de ce projet.

Nos remerciements vont en outre, à l'adresse du président et des membres de jury, lesquels ont bien voulu nous honorer de leur présence afin de juger ce modeste projet de fin d'étude.

Un grand merci pour les enseignants qui nous ont accompagné durant notre cursus universitaire.

Sans oublier de remercier nos camarades de la spécialité Biotechnologie Microbienne, beaucoup plus Mlle. BENNACER Hiba et Mlle. SAKOUCHI Zineb et Mlle. IFREK Lydia pour leur aide lors de la rédaction de ce mémoire.

Enfin, tous ce qui m'ont aidé et encouragé trouvent ici un témoignage de reconnaissance.

## *Dédicaces*

*En premier lieu je remercie Allah le tout puissant de m'avoir donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail*

*Je dédie ce travail :*

*A mon papa chéri loin d'ici mais jamais absent que dieu t'accorde son vaste paradis ;*

*A mon paradis maman chérie que dieu te garde pour moi ;*

*Sans votre affection, vos conseils, vos sacrifices, vos encouragements, vos prières et vos efforts que vous avez déployé durant toute ma vie, ce travail n'aurait jamais pu être réalisé. Je vous aime.*

*À ma chère grand-mère, Rabia qui m'a toujours encouragé, que dieu t'accorde son vaste paradis*

*A mes chères sœurs et cousines : Hiba , Anissa , Soumeya , Mahdia , Lina , Bosra .*

*Ames chères meilleures amies : Kamelia rosa et Ibtissem .*

*A mes tantes et mes oncles .*

*A toute la famille Arezki et Hamdoud .*

*À mon binôme « Rym » qui a partager avec moi les moments difficiles de ce travail.*

*A toute la promotion BTM-2021.*

*En fin nous le dédions à toute personne ayons contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Chaïma*

*A la mémoire de mon grand-père « BABA SIDI » Allah yarhamou.*

*A la mémoire de ma grande - mère « MIMI » Allah yarhamha.*

*Au ma grande- mère « MIMA ».*

*A mes parents et ma sœur Namira.*

*A toute ma famille paternelle et maternelle.*

*Je termine par un grand merci à mon binôme Mlle. ARREZKI Chaïma Zoubida pour sa collaboration et sa patience durant la réalisation de ce projet de fin d'étude.*

***Rym***

## Résumé :

L'olivier est un arbre centenaire connu pour sa rusticité, son fruit appelé olive, ce dernier est soit destiné à la consommation (olive de table) ou destiné à la production d'huile (olive à huile). L'huile d'olive est un produit connue par ses vertus ( nutritionnelle et médicinale) il est obtenu par extraction en utilisant plusieurs mécanismes, il est accompagné par deux types de déchets, les grignons (résidus solides) et les margines (résidus liquides) riches en composés toxique tels que les polyphénols qui provoquent un problème sérieux pour l'environnement .Les pays producteurs, sont très touchés par ce phénomène ce qui a nécessité de penser à des traitements ( physique , chimique et biologique) pour traiter et en conséquence obtenir des sous- produits qui sont considérés comme des valeurs ajoutées à l'économie de ces régions. Pour cela, ces produits doivent être valorisés afin de les utilisés dans différentes industries (l'industrie agroalimentaire, pharmaceutique, en textile...etc.), dont la valorisation des margines par fermentation est avérée assez efficace et rentable. L'utilisation d'une flore fongique telle que *Aspergillus ibericus* et *Candida tropicalis* ATCC750, comme inoculum principale sur un substrat toxique tel que les margines dans des conditions spécifiques ( fermentation), a permis de produire une quantité assez importante d'enzymes dites lipases, ce qui a valorisé ces déchets et a permis d'avoir des sous-produits assez intéressants qui sont impliqués dans diverses utilisations.

Mots clés : Margines ; valorisation ; Fermentation ; *Aspergillus ibericus* ; *Candida tropicalis* ATCC750 ; Lipases.

## **Abstract :**

### **Valorisation of vegetable waters by fermentation**

The olive tree is a century-old tree known for its hardiness, its fruit called olive, the latter is either intended for consumption (table olive) or intended for the production of oil (olive for oil). Olive oil is a product known for its virtues (nutritional and medicinal) it is obtained by extraction using several mechanisms, it is accompanied by two types of waste, pomace (solid residue) and vegetable water (liquid residue) rich in toxic compounds such as polyphenols which causes a serious problem for the environment. Producing countries are very affected by this phenomenon which required to think of treatments (physical, chemical and biological) to treat and consequently obtain by-products which are considered as added values to the economy of these regions. The valorisation of vegetable waters by fermentation is proving to be quite efficient and profitable. The use of a fungal flora such as *Aspergillus ibericus* and *Candida tropicalis* ATCC750, as the main inoculum on a toxic substrate such as vegetable water under specific conditions (fermentation) made it possible to produce a fairly large quantity of enzymes called lipases which to valorize this waste and made it possible to have quite interesting by-products which are involved in various utilisations.

#### **key words :**

vegetable waters ; valorization; Fermentation; *Aspergillus ibericus* ;*Candida tropicalis* ATCC750; Lipases.

## ملخص: تثمينا للمياه النباتية بالتخمير

شجرة الزيتون نهيشجرة عمرها يفوق قرنماز مانمعر وفتبصلايتها، وتسمثرتها الزيتون، فهذا الأخير إمامخصصلا استهلاك (زيتون المائدة) أو مخصصا لإنتاج زيت (زيت الزيتون للزيت). زيت الزيتون منتج معروفي بخصائصه (الغذائية والطبية) ويتم الحصول عليه عن طريق الاستخلاص باستخدام عدة آليات، ويصاحبهنوعان من المخلفات، ثقل (بقايا صلبة) ومياه نباتية (بقايا سائلة) غنية بالمركببات السامة مثل البولي فينول الذي يسبب مشكلة خطيرة على البيئة. تتأثر الدول المنتجة بشدة بهذه الظاهرة التي تتطلب التفكير في العلاجات (الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية) للمعالجة وبالتالي الحصول على المنتجات الثانوية التي تعتبر قيمة مضافة لاقتصاداتها المناطق. أثبتت المياه النباتية عن طريق التخمير أنها فعالة ومرحلة عالية. إن استخدام النباتات الفطرية مثل *Aspergillus ibericus* *Candida tropicalis* ATCC750، باعتبارها اللقاح الرئيسي لبركيز سامة مثل المياه النباتية في ظل ظروف محددة (التخمير)، جعلنا ممكنا إنتاج كمية كبيرة من الحد من الإنزيمات المسماة الليباز والتي تثمّناتها النفايات وجعلنا ممكنا الحصول على منتجات ثانوية مثيرة للاهتمام للغاية لتنتشر كيميخالف.

## الكلمات الدالة:

التخمير ; تثمين ; البقايا السائلة المستخلصة من صناعة زيت الزيتون ; *Aspergillus ibericus* ; *Candida tropicalis* ; *ATCC750* الإنزيم الهاضم للدهن.

## Liste d'abréviations :

**ATP** : adénosine triphosphate.

**Ca(OH)<sup>2</sup>** : Hydroxyde de Calcium.

**CH<sub>4</sub>** : Méthane.

**COI** : conseil oléicole intrnational .

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone .

**DBO** : Demande biologique en oxygène .

**DCO** : Demande chimique en oxygène .

**H<sub>2</sub>O** : Monoxyde de dihydrogène.

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Acide sulfurique .

**I.A** : indice acidité.

**I.I** : indice d'iode.

**I.P** : indice peroxyde.

**I.S** : indice saponification .

**KOH** : peroxyde de potassium.

**Log** : logarithme.

**Mg** : milligramme .

**nm** : nanomètre.

**O<sub>2</sub>** : dioxygène.

**pH** : Potentiel hydrogène.

**T** : temps.

**TCO** : le cout total de possession , Total cost of ownership .

**U.V** : ultraviolet.

**%** :pourcentage .

**MEA** : milieu de gélose de malte.

**PDA** : Potatos Dextrose Agar.



## Tables des matières

remerciement

Dédicaces

Résumé

Liste d'abréviation

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale

<b>I. OLIVIER :</b>	<b>166</b>
I.1 GENERALITE :	166
I.2 CLASSIFICATION DE L'OLIVIER :	166
I.3 REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE L'OLIVIER :	187
I.4 EXIGENCE DE L'OLIVIER :	19
I.4.1 Exigences climatiques :	19
I.4.1.1 La température :	19
I.4.1.2 La pluviométrie :	19
I.4.1.3 L'hygrométrie :	210
I.4.1.4 La lumière :	210
I.4.1.5 Le vent :	210
I.4.2 Exigences édaphiques :	210
I.5 DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DE L'OLIVIER :	210
I.5.1 Système racinaire :	221
I.5.2 Système aérien :	232
I.5.2.1 Du tronc :	232
I.5.2.2 Des feuilles :	232
I.5.2.3 Le fruit :	24
<b>II. OLIVE :</b>	<b>243</b>
II.1 STRUCTURE DE L'OLIVE :	243
II.2 COMPOSITION BIOCHIMIQUE DE L'OLIVE :	25
II.3 CLASSIFICATION DES OLIVES SELON L'USAGE :	254
<b>III. HUILES D'OLIVE :</b>	<b>298</b>
III.1 LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE DE L'HUILE D'OLIVE :	308
III.2 L'IMPORTANCE DE L'HUILE D'OLIVE :	29
III.3 IMPORTANCE NUTRITIONNELLE ET MEDICALE :	310
III.4 IMPORTANCE ECONOMIQUE :	320
III.5 FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX QUI INFLUENT SUR LA QUALITE DE L'HUILE D'OLIVE :	320
III.5.1 Stade de maturité des fruits :	320
III.5.2 Température :	331
III.5.3 Le sol :	331
III.5.4 L'Altitude :	331
III.5.5 L'Irrigation :	342
III.6 PROCES D'EXTRACTION D'HUILE D'OLIVE :	342
III.6.1 Modalité de récolte :	342
III.6.2 L'effeuillage et lavage :	342

III.6.3	Broyage : .....	342
III.6.4	Malaxage : .....	353
III.6.5	Extraction : .....	353
III.7	CLASSIFICATION D'HUILE D'OLIVE : .....	386
III.8	L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ D'HUILE D'OLIVE : .....	397
III.8.1	Analyses sensorielles (organoleptiques) : .....	397
III.8.2	Analyses physico-chimiques : .....	407
<b>IV.</b>	<b>VALORISATION DES DECHETS DE L'HUILE D'OLIVE : .....</b>	<b>431</b>
IV.1	LES GRIGNONS : .....	431
IV.1.1	Valorisation des grignons : .....	431
IV.2	LES MARGINES : .....	453
IV.2.1	Caractéristiques physico-chimique des margines : .....	453
IV.3	IMPACT DES MARGINES SUR L'ENVIRONNEMENT : .....	463
IV.4	TRAITEMENTS ET VALORISATION DES MARGINES : .....	486
IV.5	VALORISATION DES MARGINES PAR FERMENTATION .....	53
IV.5.1	Fermentation : .....	531
IV.5.2	Types de fermentations industrielles : .....	541
IV.5.2.1	Fermentation appelé fermentation fed batch ou batch alimenté : .....	541
IV.5.2.2	Fermentation continue ou système ouvert: .....	541
IV.5.2.3	Fermentation discontinue des micro-organisme dite de type batch : .....	541
IV.5.3	Criblage et sélection de souches industrielle : .....	563
IV.5.4	Les produits issus de la valorisation des margines par fermentation : .....	563
IV.5.5	Le bioréacteur ( bio-fermenteur) : .....	574
IV.5.6	Applications du bioréacteur : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.4</b>
IV.5.7	Procédés de fermentation pour préparer le bioréacteur : .....	596
<b>V.</b>	<b>ÉTUDE D'UN CAS DE SOUS- PRODUITS ISSUS DE LA VALORISATION DES MARGINES PAR FERMENTATION : LES D'ENZYMES. ....</b>	<b>58</b>
V.1	GENERALITE: .....	58
V.2	ROLES DES ENZYMES EN INDUSTRIES .....	58
V.3	LA PRODUCTION DES ENZYMES : .....	58
V.4	EXEMPLE D'ÉTUDE DES LIPASES : .....	59
V.4.1	Applications industrielle des lipases .....	59
V.4.2	Procédé de production des lipases en valorisant les margines par fermentation : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.0</b>
V.4.2.1	Matériel biologique .....	<b>Erreur ! Signet non défini.1</b>
V.4.2.1.1	Matériel végétal.....	<b>Erreur ! Signet non défini.1</b>
V.4.2.1.2	Matériel microbien .....	<b>Erreur ! Signet non défini.1</b>
V.4.2.2	Préparation d'inoculum .....	61
V.4.2.3	La pré-fermentation .....	<b>Erreur ! Signet non défini.1</b>
V.4.2.4	La fermentation en bioréacteur de laboratoire .....	61
V.4.2.5	Extraction et purification .....	62

## Conclusion

## Références

## Annexes.

## Liste des figures :

<b>Figure 1:</b> Répartition de l'olivier dans le monde( <b>Rochambeau,2018</b> ).....	198
<b>Figure 2:</b> Répartition de l'olivier en Algérie (( <b>Abbas et Zitouni,2019</b> ).....	19
<b>Figure 3:</b> Morphologie de l'olivier ( <b>Aoukli et Cettouhe, 2019</b> .....	221
<b>Figure 4:</b> Feuille d'olivier ( <b>Abba et zitouni, 2019</b> ).....	232
<b>Figure 5:</b> structure de l'olive ( <b>Ogabe et Zoudji, 2017</b> ).....	243
<b>Figure 6:</b> principales variétés d'olive en Algérie ( <b>Iddir, 2020</b> ).....	275
<b>Figure 7:</b> composition biochimique d'huile d'olive ( <b>Banrechou,2013; Bouassila et Mayouf, 2017</b> ) .....	308
<b>Figure 8:</b> Schéma de système d'extraction discontinu par presse ( <b>Chouchene, 2012</b> ) .....	364
<b>Figure 9:</b> diagramme de système d'extraction continue avec centrifugation à trois phases ( <b>Aoukli et Cettouhe, 2019</b> ).....	375
<b>Figure 10:</b> diagramme de système d'extraction continue avec centrifugation à deux phases ( <b>Aoukli et Cettouhe, 2019</b> ).....	386
<b>Figure 11:</b> Les grignons en sortie de moulin ( <b>Amic et dalmasso, 2013</b> ).....	442
<b>Figure 12:</b> différentes filières de valorisation des grignons d'olives ( <b>Chouchene, 2012</b> ) .....	452
<b>Figure 13:</b> Coséquences environnementales des rejets de margines dans le milieu naturel ( <b>Leulmi, 2011</b> ).....	485
<b>Figure 14:</b> Fermenteur betch( <b>a</b> ) et fed betch ( <b>b</b> ) ( <b>Hetatache, 2014</b> ) .....	Erreur ! Signet non défini.2
<b>Figure 15:</b> Fermenteur fed betch ( <b>Freepdf,2020</b> ).....	Erreur ! Signet non défini.2
<b>Figure 16:</b> Cinétique de croissance et de production d'une fermentation en mode discontinu à volume variable avec débit d'alimentation exponentiel( <b>Technologies des bioprocédés industriels,2018</b> ). .....	563
<b>Figure 17:</b> le matériel d'un fermentateur ( <b>Hetatache,2014</b> ).....	585
<b>Figure 18:</b> courbe de cinétique microbienne d'une culture liquide de <i>S. cerevisiae</i> dans un milieu de culture optimal ( <b>Hussenet, 2017</b> ).....	585
<b>Figure 19:</b> les procédés de fermentation pour préparer le bioréacteur ( <b>Chillet, 2011</b> ) .....	Erreur ! Signet non défini.6

## Liste des tableaux :

<b>Tableau 1:</b> Exemple de variétés d'olivier dans le monde. ....	177
<b>Tableau 2:</b> composition biochimique de l'olivier ( <b>Dimitrios , 2015</b> ) .....	254
<b>Tableau 3:</b> Quelques variétés d'olives en Algérie ( <b>Iddir,2020</b> ).....	276
<b>Tableau 4:</b> taux des composants biochimique dans l'huile d'olive ( <b>Anginot, 2010</b> ).....	29
<b>Tableau 5:</b> la qualité de l'huile produite selon le degré de maturité des olives ( <b>Missat, 2012</b> ) .....	331
<b>Tableau 6:</b> types et catégories d'huile d'olive ( <b>Bouassila et Mayouf, 2017</b> ) .....	386
<b>Tableau 7:</b> Quantité de l'huile et les déchets oléicoles selon le système d'extraction ( <b>Ouzani, 2017</b> ) .....	39
<b>Tableau 8:</b> Traitements physico- chimique possible des margines ( <b>Hamdi, 1993;Aggoune; 2016;</b> <b>Bendjedou et Selaimia,2020</b> .....	486
<b>Tableau 9:</b> Traitement biologique des margines ( <b>Aggoune,2016</b> ).....	49
<b>Tableau 10:</b> les avantages et les incovenients des différents traitement pour valoriser les margines ( <b>Hamdi,</b> <b>1993; Sbai et Loukili; 2015 ; Aggoune 2016</b> ).....	520

# **Introduction**

# **Générale**

## Introduction générale :

L'olivier est un arbre fruitier ancestral profondément ancré dans les civilisations méditerranéennes et arabo-musulmanes (Abd elkebir et al.,2020) qui représente un patrimoine national important dans les pays méditerranéens (Ogab et Zoudji, 2017), avec de diverses variétés issus de l'espèce *Olea europea*, est la seule espèce qui donne des fruits comestibles dans le genre *Olea*, consommés sous forme olive de table ou huile d'olive .

La production d'huile d'olive a toujours été le principal objectif de la culture de l'olivier et qui génère des déchets de l'industrie oléicole qui représentent des tonnages plus importants que l'huile d'olive, ces résidus sont toxiques. La toxicité est due à la présence de nombreux polyphénols, à une DCO et une TCO élevée qui font de ces déchets des composés récalcitrants à la dégradation naturelle. (Amic et Dalmasso,2013). souvent répandues en l'état dans la nature, de manière incontrôlée sur les sols agricoles ou parfois stockées provisoirement dans des cuves, exposant ainsi les systèmes eau-sol-plante, à une pollution inéluctable.C'est pourquoi un traitement préalable serait nécessaire. Leur valorisation peut les transformer en avantage. Grâce à la biotechnologie, il est possible de trouver une solution adaptée à chaque problème, pour une meilleure gestion des déchets dans notre environnement. (Afilal et al.,2019).

Différents traitements d'épuration de ces sous-produits liquides sont appliqués : biologiques, physiques, chimiques. Coûteux et encore insuffisants, ces traitements consistent tous à réduire leur impact sur l'environnement dans divers domaines : compostage, agriculture et même dans l'industrie pharmaceutique. (Leulmi,2011).

La valorisation des margines par fermentation en utilisant *Aspergillus ibericus* et *Candida tropicalis* ATCC750. Afin de produire de lipase, constitue une alternative parmi les solutions permettant de les valoriser afin de l'utiliser dans l'industrie des détergents, Industrie fromagère, Pharmacie, médical, et la chimie fine.

L'objectif de notre étude est de présenter une synthèse bibliographique est de présenter :

- Des généralités sur l'olivier, fruit d'olive ainsi que l'extraction d'huile d'olive qui génère des déchets solides et liquides (grignons et margines) et leur valorisation.

- Une second partie d'où, on traitera le procédé de production de l'enzyme lipase en utilisant les margines comme substrat en raison de la tolérance des Composés phénoliques de l'eau végétale .

# **Chapitre I :**

## **L'olivier et l'olive .**

## I. Olivier :

### I.1 Généralité :

L'olivier est un arbre centenaire (Saad, 2009), grâce à sa capacité à propager des pousses et des racines à partir de nombreux bourgeons temporaires situés dans la partie inférieure du tronc (Dimitrios, 2015) ; très connu pour son rôle dans la participation à l'équilibre des écosystèmes semi-désertiques, à la protection de l'environnement et au maintien de la biodiversité en fournissant une zone de protection et d'alimentation pour certaines espèces animales. Il constitue un élément de fixation des sols et intervient dans la réduction du problème d'érosion des sols (Gharabi, 2018). L'histoire de l'olivier est connue à travers divers civilisation telle que la civilisation gréco-romaine (Tabti, 2009), actuellement, on le trouve aux États-Unis, en Amérique du Sud, en Afrique du Sud, en Australie, en Syrie et dans la région méditerranéenne (Missat, 2012). En Algérie, il est réparti sur trois régions : l'est (29%), le centre (54%) et l'ouest (17%) (Abd elkebir et al ,2020).

### I.2 Classification de l'olivier :

*Olea europea* est la seule espèce qui donne des fruits comestibles dans le genre *Olea*, elle appartient à la famille des Oléacées. Sa classification botanique selon [Saad (2009) ; Djeddi (2014) ; Kadi et Hassaine (2016) ; Hammouda et Zidani (2020)] est comme suit :

**Règne :** *Plantae*.

**Sous-règne :** *Tracheobionta*

**Embranchement:** *Spermaphytes(Phanérogames)*

**Sous Embranchement:***Angiospermes*

**Classe:** *Dicotylédones(ou Thérébinthales)*

**Sous-classe:** *Astéridées(ou Gamopétales)*

**Ordre:***Ligustrales(Gentianales)*

**Famille:** *Oléacées*

**Genre :***Olea*

**Espèce :** *Olea europaea*.(Linné, 1753)

Cette espèce a plusieurs sous espèces, mais la plus domestiquée est :

➤ *Olea europaea L. var. Sativa (var. communis)* est constituée par un grand nombre de variétés améliorées, ayant une diversité phénotypique importante et qui donnent une bonne production. Pour cette sous espèce (Saad, 2009), on compte plus de 2000 variétés recensées dans le



monde (**Tableau 01**), dont la plupart de ces cultivars proviennent des pays du sud de l'Europe,

Pays	Variétés
Albani	Kaliniot
Algérie	Chemlal
Argentine	Arauco
Chili	Azapa
Croatie	Lastvoka
Egypte	Aggezi Shami
Espagne	Alfafara
France	Grossane
Grèce	Adramitinie
Italie	Ottobratica

com  
me  
l'Itali  
e  
avec  
538  
culti  
vars  
l'Esp  
agne  
183  
culti  
vars,  
la  
Fran  
ce 88  
culti

vars et la Grèce 52 cultivars (**Boukhari, 2014**).

**Tableau 1:** Exemple de variétés d'olivier dans le monde (**Boukhari ; 2014**).

Liban	Sourry
Portugal	Carrasquenha
Turquie	Ayvalik
USA	Mission

### I.3 Répartition géographique de l'olivier :

Aujourd'hui, l'olivier occupe une superficie estimée à environ 11 millions d'ha (**Touami, 2015**), réparti à travers le monde dans les régions situées entre les latitudes 30° et 45° (**Abd ekebir et al., 2020**), à partir des Etat- Unis, l'Amérique du sud , l'Afrique du sud, l'Australie, le Japon, la Chine, l'Iran , la Syrie , le Liban, la Turquie, la Grèce, l'Italie, l'Espagne, le Portugal, jusqu'au Maroc, l'Algérie et la Tunisie (**Figure 01**), avec 900 millions d'arbres cultivés, où plus de 80% d'oliviers sont retrouvés en méditerranéens (**Touami, 2015**) tel que :

- Espagne : 250 Millions d'arbres ;
- Italie : 185 Millions d'arbres ;
- Grèce : 150 Millions d'arbres ;
- Turquie : 82 Millions d'arbres ;
- Tunisie : 66 Millions d'arbres ;
- Algérie : 32 Millions d'arbres.



**Figure 01:** Répartition de l'olivier dans le monde (Rochambeau,2018).

L'Algérie fait partie des majeurs pays connus par la culture de l'olivier, elle est classée 8<sup>ème</sup> pays au classement mondial après l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, la Syrie, la Tunisie et le Maroc (Touami, 2015). Il existe 32 millions arbres réparties sur une superficie d'environ 328.884 ha soit 34,09% du verger arboricole national (Abdessemed, 2017 ; Haddou, 2017 ; Iddir, 2020).

Ces derniers sont répartis dans quatre zones (Touami, 2015) (Figure 02):

- Zone de l'Ouest: représente 19% du verger oléicole national et regroupe principalement : Tlemcen, Ain Timouchent, Mascara, Sidi- Belabes et Relizane, ses terres sont plaines et irriguées.
- Zone du Centre: représente 56% du verger oléicole national, dont elle rassemble les wilayas : Ain Defla, Blida, Boumerdes, Tizi Ouzou , Bouira, et Bejaia, ces trois dernières wilayas représentent à elles seules 44% de la superficie oléicole nationale.
- Zone de l'Est: représente 23% du verger oléicole national, répartie entre les wilayas de Bordj Bou Arreridj, Sétif, Mila Jijel, Skikda et Guelma.
- Zone du Sud: répartie entre Biskra et El oued, représente 2% du verger oléicole national.

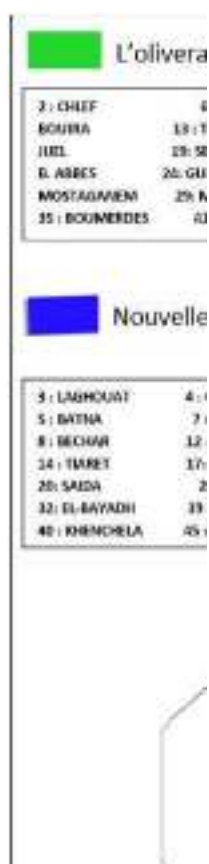


Figure 02: Répartition de l'olivier en Algérie (Abbas et Zitouni,2019).

## 1.4 Exigence de l'olivier :

Les exigences de l'olivier sont réparties en exigences climatiques et édaphiques.

### 1.4.1 Exigences climatiques :

#### 1.4.1.1 La température :

L'olivier est un arbre thermophile, typique des régions chaudes, il a une habilité à supporter des températures comprises entre  $-6^{\circ}\text{C}$  et  $40^{\circ}\text{C}$  car les températures supérieures à  $40^{\circ}\text{C}$  lui causent des brûlures, des dommages à l'appareil foliaire et la chute des fruits ; les basses températures de  $-5^{\circ}\text{C}$  à

$-6^{\circ}\text{C}$  sont dangereuses pour l'olivier car elles empêchent le système racinaire de transporter l'eau et la nourriture vers la partie aérienne (Boukhari, 2014).

#### 1.4.1.2 La pluviométrie :

L'olivier nécessite une pluviométrie beaucoup plus abondante de 350 à 400 mm et la limite estimée est de 200 mm pour une bonne productivité. Les pluies d'automne (septembre/octobre) favorisent la croissance et la maturation des fruits. La période d'été est très importante pour le

développement des fruits, cependant si elle est trop sèche, l'irrigation est primordiale pour éviter une maturation précoce des olives et avoir un meilleur rendement en huile (**Iddir, 2020**).

#### **1.4.1.3 L'hygrométrie :**

L'humidité élevée de l'air peut être nuisible à la croissance de l'arbre. De plus, elle favorise les maladies cryptogamiques car elle empêche la pollinisation anémophile ; c'est pour cette raison que cette culture est à éviter à proximité directe de la mer au moins 10 km. A noter qu'une forte humidité ainsi que la grêle et les gelées de printemps sont des facteurs désavantageux pour la floraison et la fructification (**Boukhari, 2014**).

#### **1.4.1.4 La lumière :**

Le photopériodisme n'est pas vraiment important pour les oliviers, mais la lumière reste un critère de production de qualité. (**Iddir, 2020**).

#### **1.4.1.5 Le vent :**

Le vent joue un rôle primordial dans la production. En dépit de son importance, l'olivier ne supporte pas les vents chauds qui peuvent provoquer des brûlures sur les arbres et lui dessèchent les stigmates au moment de la floraison, ce qui aboutirait à la destruction de la récolte (**Iddir, 2020**).

### **1.4.2 Exigences édaphiques :**

L'olivier est capable de s'adapter à tous les types de sols, à part les sols compacts, humides ou mal drainés. Les sols calcaires jusqu'à pH 8,5 peuvent lui convenir, mais les sols acides pH 5,5 sont défavorables (**Baba hamed, 2017**).

## **1.5 Description morphologique de l'olivier :**

L'olivier est un arbre allogame (**Gharabi, 2018**), de taille moyenne (**Kasraoui, 2010**), avec une hauteur de 3 à 10m (**Bouassila et Mayouf, 2017**), il est à fructification bisannuelle (**Kasraoui, 2010**) et sa production commence dès l'âge de 4 ans (**Kaaloul, 2020**).

La croissance de l'olivier passe par 4 périodes :

➤ Période de jeunesse : dure de 1 à 12 ans (**Abd elkebir et al, 2020**), c'est la phase de croissance de la jeune plante, elle est marquée par une multiplication cellulaire très active surtout au niveau du système racinaire (**Baba hamed, 2017**).

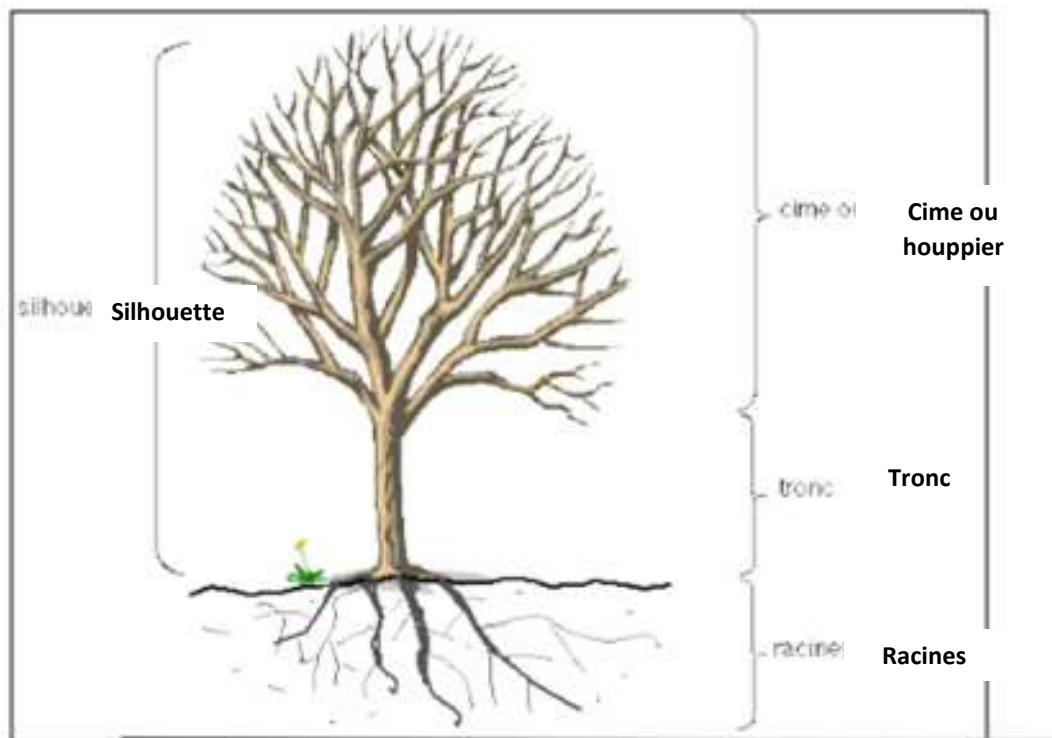
➤ Période d'entrée en production : de 12 à 50 ans (**Abd elkebir et al, 2020**), elle débute avec l'apparition des premières productions de fruits jusqu'à l'aptitude de l'arbre à établir une production régulière et importante (**Baba hamed, 2017**).

➤ Période adulte : de 50 à 150 ans, c'est le stade où l'olivier a atteint sa taille normale

de développement, sa croissance souterraine et aérienne est terminée, il entre en pleine production (Abd elkebir *et al* ,2020).

➤ La période de sénescence : Au-delà de 150 ans. C'est la phase de vieillissement caractérisée par une régression successive des récoltes (Abd elkebir *et al* ,2020).

L'olivier est composé de deux systèmes, système racinaire et aérien (Figure 03) :



**Figure 03:** Morphologie de l'olivier (Aoukli et Cettouhe, 2019)

### 1.5.1 Système racinaire :

L'olivier a un système racinaire développé en fonction des caractéristiques physico-chimiques, ainsi que la texture et l'aération du sol (Kasraoui, 2010). En effet l'olivier survit aux périodes de sécheresse par son système racinaire qui est assez profond (de 1,25m à 1,80 m). Le développement latéral des racines permet une bonne alimentation en cas de sécheresse et une meilleure régulation de son métabolisme (Ogabe et Zoudji, 2017).

### 1.5.2 Système aérien :

Le système aérien de l'olivier est composé :

#### 1.5.2.1 Du tronc :

Selon **Dimitrios (2015)**, le tronc d'un jeune arbre est lisse avec une couleur verte, il devient irrégulier et creux avec le temps, puis en vieillissant la couleur change vers le gris foncé. Le bois devient compacte et dur (**Abbas et Zitouni, 2019**).

#### 1.5.2.2 Des feuilles :

L'ensemble des feuilles, est portée par des rameaux issus d'une charpente de branches (**Baba hamed, 2017**) s'élevant à 7 ou 10 m (**Bouassila et Mayouf, 2017**), elles sont étroites, pointues, simple, lisses et persistantes (**Dimitrios, 2015 ; Baba hamed, 2017 ; Abbas et Zitouni, 2019**), portées par un court pétiole (**Abbas et Zitouni, 2019**). Elles sont recouvertes de poils (**Baba hamed, 2017**) et contiennent des matières grasses, des cires, des chlorophylles, des acides (gallique et malique), des gommés et des fibres végétales (**Figure 04**) (**Abbas et Zitouni, 2019**).

La feuille de l'olivier possède son propre système de protection contre la chaleur de l'été. La face supérieure vert foncé exposée au soleil est recouverte d'une pellicule vernissée à travers laquelle l'eau peut sortir. L'évaporation se fait par l'autre côté où se situent les stomates, organes composés de pores microscopiques, qui constituent l'épiderme de la feuille et les minuscules poils qui les recouvrent. Lorsque l'air est humide, les poils se soulèvent et dégagent de la vapeur d'eau. Lorsque l'air est sec, les poils se collent les uns aux autres pour bloquer l'ouverture des stomates, ce qui empêche la transpiration (**Baba hamed, 2017**).



**Figure 04:** Feuille d'olivier (**Abba et zitouni, 2019**).

### 1.5.2.3 Le fruit :

Le fruit de *Olea europaea* est une drupe de forme ovale. Il se constitue d'un péricarpe et d'un endocarpe (amande, noyau). Il pèse de 2 à 12 g, mais certaines variétés peuvent peser jusqu'à 20 g. L'épicarpe (peau) et le mésocarpe (chair, pulpe) représentent environ 65 à 83 % du poids total. L'endocarpe (noyau de l'amande) peut varier de 13% à 30%. L'épicarpe est recouvert de cire et passe du vert clair au noir lorsque le fruit mûrit (Dimitrios, 2015).

## 2 Olive :

### 2.4 Structure de l'olive :

La structure de l'olive est la suivante (Figure 05) :

- Epicarpe : représente la partie dermique du fruit, généralement imperméable à l'eau.
- Mésocarpe : c'est la partie la plus intéressante du fruit, elle est composée de cellules dans lesquelles sont stockées les gouttes de graisse qui formeront l'huile d'olive, il est aussi appelé la pulpe du fruit.
- L'endocarpe : qui est le noyau, dont la surface comporte des sillons, elle peut être lisse, rugueuse ou rabotée.
- Graine ou amande : composée de l'albumen, tissu de réserve qui enveloppe l'embryon (Ghout et Hadjem, 2013).

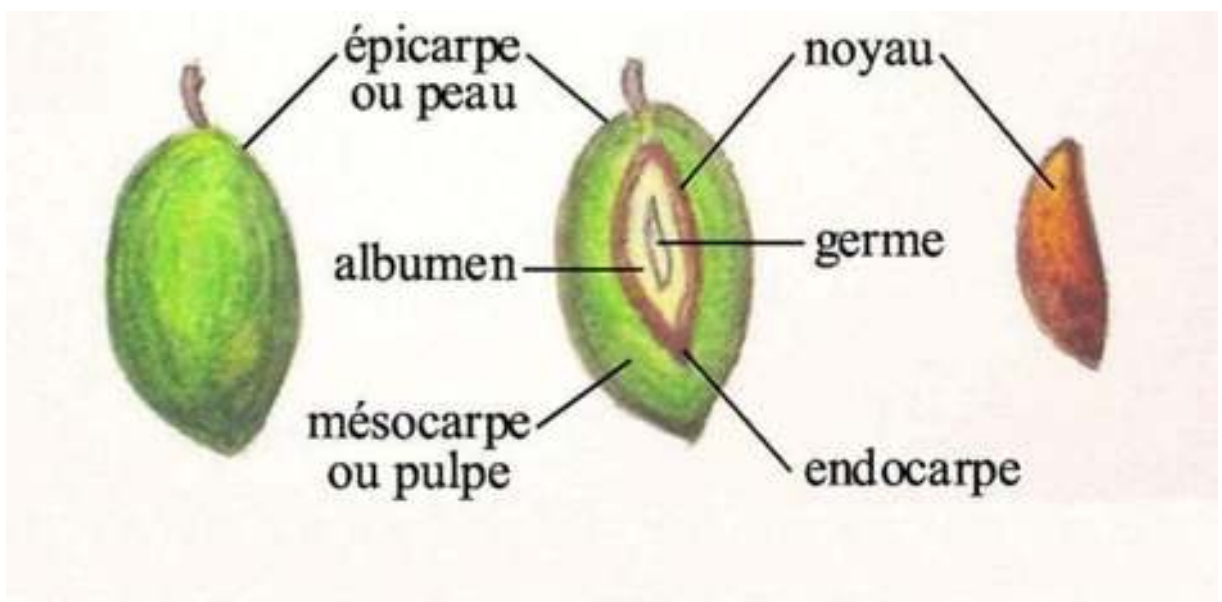


Figure 05: structure de l'olive (Ogabe et Zoudji, 2017).



## 2.5 Composition biochimique de l'olive :

Le fruit contient de l'eau (jusqu'à 70%) que l'on appelle l'eau "végétale". la composition chimique générale du fruit de l'olive est représentée dans le (**Tableau 02**), autres composés essentiels sont les pectines, les acides organiques, les pigments, les glycosides et les phénols. (**Dimitrios, 2015**).

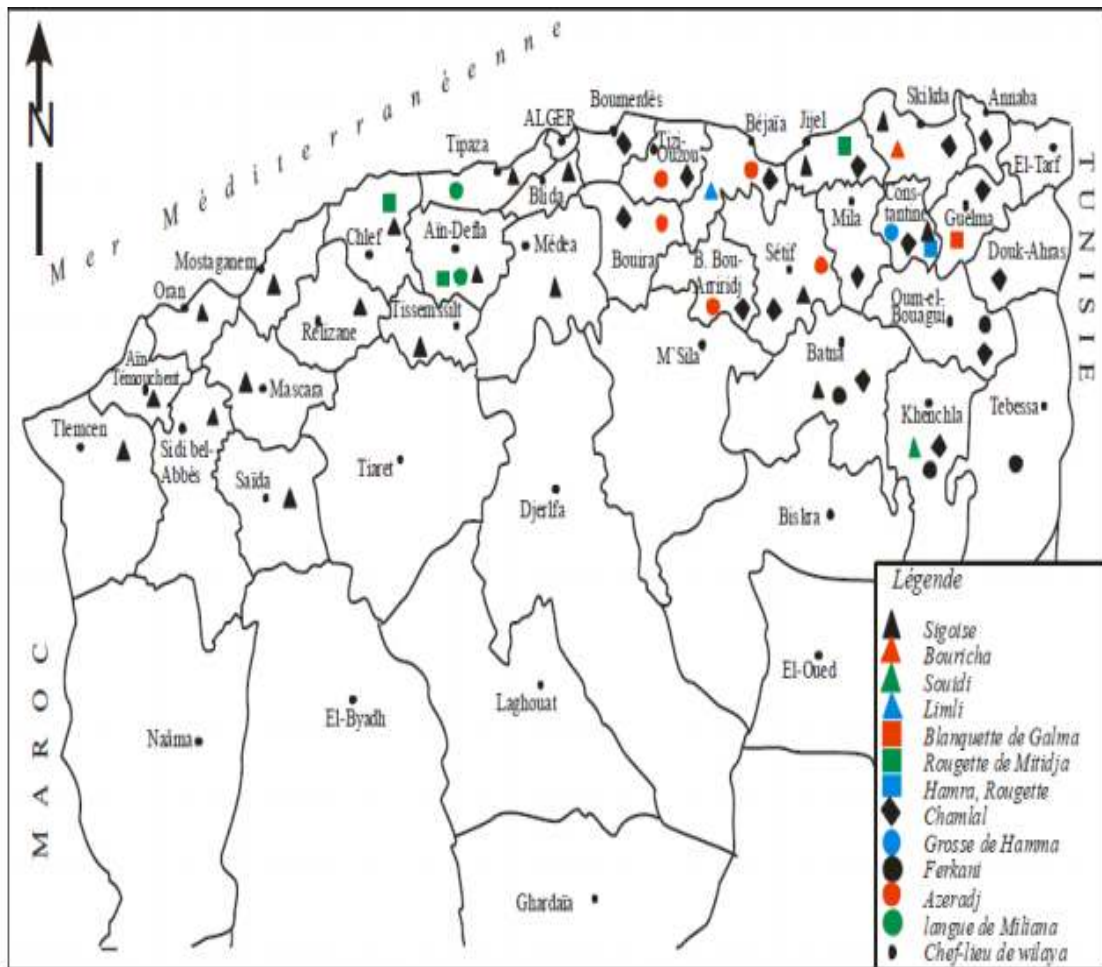
Composants	Pourcentage
Eau	50%
protéine	1,6%
huile	22%
carbohydrates	19 %
cellulose	5,8%
minéraux	1,5%

**Tableau 02:**  
composition biochimique de l'olivier  
(Dimitrios, 2015)

(Dimitrios, 2015)

## 2.6 Classification des olives selon l'usage :

Les olives diffèrent par leur utilisation, on trouve celles qui sont destinées à la consommation en tant que fruit entier appelées « olives de table » (**Veillet, 2010**), ces dernières ont une certaine grosseur, un contenu riche en pulpe et en noyau, mais faible en huile (**Kaaloul,**



2020).  
 L'autre type est nommé « olive mixte » dont il est utilisé pour la consommation et la production d'huile et on a aussi « olive à l'huile » qui est

utilisé pour la production de l'huile d'olive grâce à leur pulpe charnue et riche en huile (Kaaloul, 2020).

En Algérie, il existe un héritage de 164 cultivars autochtones (Figure 06), constitué des trois types d'olives, les plus cultivés sont : « Chemlel » et « Sigoise » en plus d'autres variétés populaires comme « Bouricha », « Limli », et « Azeradj » (Tableau 03) (Iddir, 2020).

**Figure 06:** principales variétés d'olive en Algérie (Iddir, 2020)

**Tableau 03:** Quelques variétés d'olives en Algérie (Iddir,2020)

Olive	Caractéristiques
-------	------------------

<p style="text-align: center;"><b>Chemllal</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variétés rustique et tardive.</li> <li>• Fruit est de forme allongée et</li> <li>• D'un poids faible.</li> <li>• Usage : production d'huile.</li> <li>• rendement en huile de 18 à 22%.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Sigoise</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variétés rustiques.</li> <li>• le fruit est de poids moyen et de forme ovoïde.</li> <li>• Utilisation : pour la consommation et la production d'huile.</li> <li>• Rendement en huile de 18 à 22%.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Bouricha</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variété rustique</li> <li>• Fruits fragiles et se détachent facilement.</li> <li>• Productivité faible et alternante.</li> <li>• Utilisation : double aptitude (huile et olives de table).</li> <li>• Rendement en huile : 16 à 20%</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Limli</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variété précoce, peu tolérante au froid, résistante à sécheresse.</li> <li>• le fruit est de poids faible de forme allongée.</li> <li>• utilisée dans la production d'huile.</li> <li>• rendement de 20 à 24%.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Azeradj</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variété rustique.</li> <li>• Fruit à poids fort et de forme allongée.</li> <li>• Utilisée dans la production d'huile et comme olive de table.</li> <li>• Rendement en huile : 24 à 28%.</li> </ul>

# Chapitre II :

## Huile d'olive.

### 3 Huiles d'olive :

*Oleum olivae* est un terme latin qui signifie huile d'olive (Wahaltuch *et al.*, 1870 ;Christopoulou *et al.*, 1995; Fedeli, 1999) ). Cettedernière est une substance obtenue par trituration de l'olive, dans un moulin à huile spécifique (Cheikh,2016). Elle est apprécié pour ses

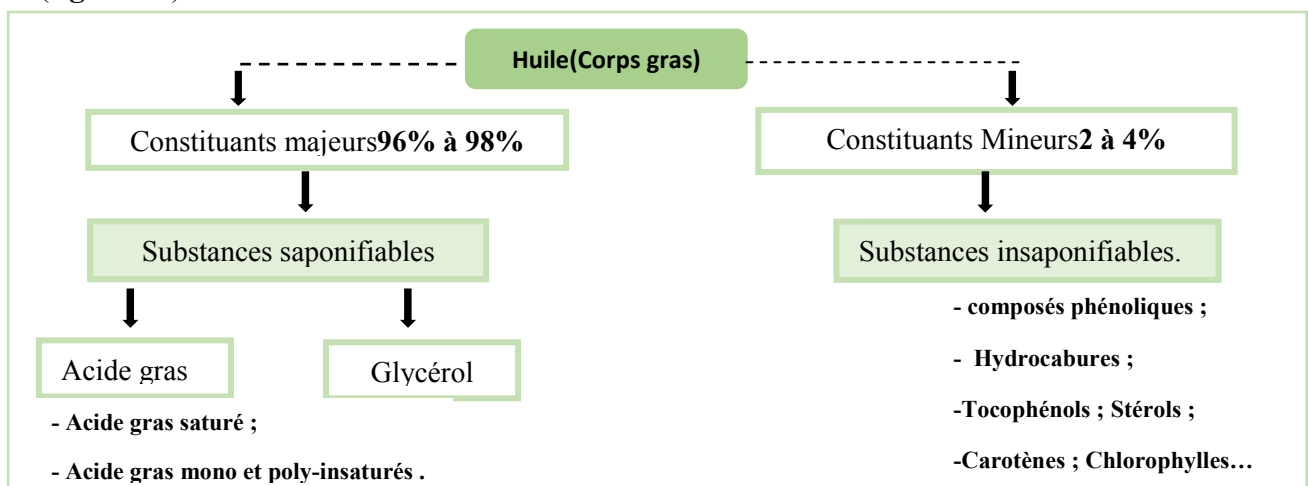
caractéristiques organoleptiques (saveur, odeur fruitées, couleur jaune/verte, ...) (**Lassus et Gillette, 2017**). La qualité d'huile d'olive varie en fonction du terroir, de la variété (cultivar), du stade de maturité du fruit à la récolte et des pratiques agronomiques locales utilisées (**Cheikh, 2016**), ainsi que le système d'extraction (**Aurel, 2011**).

L'huile d'olive est notamment connue pour sa haute teneur en acides gras mono-insaturés ainsi que d'autres composants mineurs qui affectent le niveau nutritionnel (**Benrachou, 2013**). Leurs effets bénéfiques sur la santé humaine sont principalement attribués à sa teneur en composés phénoliques. Ces derniers deviennent de plus en plus importants en raison de leurs bienfaits sur la santé grâce à leur capacité anti-oxydante naturelle qui attire de plus en plus d'attention dans la prévention et le traitement du cancer, de l'inflammation et des maladies cardiovasculaires (**Boutata, 2017**).

### 3.4 La composition biochimique de l'huile d'olive :

Les composés d'huile d'olive sont classés en deux grands groupes (**Bouassila et Mayouf, 2017**) :

- Les substances saponifiables qui représentent 96 à 98% de l'huile, sont composées de triglycérides et d'acides gras (**figure 07**).
- Les substances insaponifiables qui représentent 2 à 4% de l'huile (**Bouassila et Mayouf, 2017**) : ce sont principalement des composés phénoliques (antioxydants), tocophérols (vitamine E), les hydrocarbures, les alcools, les stérols, les chlorophylles et carotène...etc (**Benrachou, 2013**), (**figure 07**).



**Figure07:** composition biochimique d'huile d'olive (**Banrechou, 2013; Bouassila et Mayouf, 2017**).

L'huile d'olive se caractérise par sa richesse en acides gras mono-insaturés, sa pauvreté en acides gras saturés et en acides gras poly-insaturés et sa faible teneur en vitamine E (**Owen et al., 2000**). La composition biochimique d'huile d'olive est représentée dans Le **tableau (04)** :

**Tableau04:** taux des composants biochimique dans l'huile d'olive (**Anginot, 2010**).

<b>Composés biochimiques</b>	<b>Taux</b>
<b>Anti oxydants naturels.</b>	<b>Taux(%) élevé</b>
<b>Vitamine E et provitamine A.</b>	<b>0.3%</b>
<b>Acide gras saturés : A.palmitique, A.stéarique, A. arachidique</b>	<b>De 8 à 24 %</b>
<b>Acide gras insaturés.</b>	<b>De 75 à 90 %</b>
<b>Acide gras mono insaturés : A.oléique (omega9)</b>	<b>De 56 à 83 %</b>
<b>Acides gras poly insaturés : A.linoléique et gamma-linolénique (Omega6), alpha linoléique (omega 3)</b>	<b>De 3,5 à 20 %</b>
<b>Lipides.</b>	<b>90 %</b>

### **3.5 L'importance de l'huile d'olive :**

Pendant des milliers d'années, l'huile d'olive a été importante dans toutes les grandes civilisations méditerranéennes (**Gharbi et al.,2013**), elle est non seulement connue pour ses effets bénéfiques sur la santé humaine, (**Iddir,2020**) mais également elle joue un rôle important dans l'industrie agroalimentaire (**Cheikh, 2016**).

### **3.6 Importance nutritionnelle et médicale :**

L'huile d'olive est excellente pour la santé, en raison de sa richesse en oméga-9, des acides gras mono-insaturés. Leur consommation est associée à une diminution du risque de maladies cardiovasculaires et à une baisse des taux de cholestérol total et cholestérol- LDL (“mauvais”

cholestérol) dans le sang. Elle est également riche en polyphénols, des antioxydants qui freinent le vieillissement cellulaire et en vitamines K (coagulation sanguine et solidité osseuse) et E (élasticité de la peau). (Laura Chatelain, 2020).

L'huile d'olive était, et est toujours, l'un des plus importants médicaments pour diverses maladies. Traditionnellement, l'huile était utilisée comme :

- Un antiseptique : pour soigner les petites blessures et traiter les irritations de la peau,
- Un analgésique : pour rhumatismes, douleurs abdominales et les maux d'oreille ;
- Embrocation (préparation huileuse) afin de calmer les douleurs et détendre les muscles.
- Les feuilles d'olivier et les fruits battus étaient également utilisés pour apaiser les glandes enflées (Boskou, 2006).

Néanmoins, d'autres propriétés bénéfiques de l'huile d'olive sur la santé ont été détectées ces dernières années, parmi ces propriétés on a :

- La Prévention et traitement de cancer du sein et du cancer digestif (Lassus et Gillette, 2017).

### **3.7 Importance économique :**

Au niveau mondial, la production de l'huile végétale ne représente qu'un faible pourcentage par rapport aux autres huiles végétales (Touzani, 2004). Mais en méditerranée vu sa consommation et ses bénéfices nutritionnelle et médicale sont appréciés dont la majorité de ces pays représente d'environ 95% de la production nationale d'huile végétale (Oudjir et Yahiaoui, 2016). Il ressort de ces données que le bassin méditerranéen, bien que largement déficitaire en huiles végétales fluides alimentaires, produit une quantité importante d'huile d'olive. Celle-ci, en tant que production régionale, revêt un intérêt stratégique économique pour l'ensemble de ces pays (Touzani, 2004).

### **3.8 Facteurs environnementaux qui influencent sur la qualité de l'huile d'olive :**

#### **3.8.1 Stade de maturité des fruits :**

Généralement, on estime que la pleine maturité est atteinte au moment où aucun fruit vert ne se trouve sur l'arbre ce qui correspond au moment où l'épiderme est entièrement coloré (semi-noir). A ce stade, la teneur en huile est maximale. L'huile atteint une qualité supérieure à ce stade puisque c'est le point maximum des constituants phénoliques et volatils améliorent la stabilité de l'huile et agissent favorablement sur ses caractéristiques organoleptiques (Mahhou *et al.*, 2014).

Les fruits récoltés précocement ont un rendement plus bas en huile (Tableau 05) qui est d'un vert franc et très fruité avec un faible degré d'acidité. A ce stade, l'huile est susceptible à l'oxydation



du fait sa teneur exceptionnellement élevée en chlorophylle, favorisant l'oxydation en présence de lumière qui cause par la suite le rancissement de l'huile. Par contre, si la récolte est retardée, les fruits donnent un rendement supérieur en huile avec une acidité légèrement supérieure, de couleur jaune paille et généralement moins fruitée (**Tableau 05**) (**Mahhou et al.,2014**) .

**Tableau 04:**la qualité de l'huile produite selon le degré de maturité des olives (**Missat, 2012**).

Stade de maturité Paramètres	Fruits cueillis	
	Précocement	Tardivement
Quantité d'huile	Faible	Plus élevée
Degré d'acidité ( teneur en acide oléique)	Faible	Un peu plus supérieur
Couleur	Verte	Jaune
Saveur	Fruitée	Peu fruitée

### 3.8.2 Température :

Certaines études réalisées dans le bassin méditerranéen ont montré que lorsque la température atteint 0 °C pendant le stade de maturation des fruits, dont elle altère le fruit ce qui affecte la saveur de l'huile d'olive (**Abd elkebir,2020**), Les huiles produites dans les régions à températures élevées sont plus visqueuses (**Ouazzani, 2017**).

### 3.8.3 Le sol :

La nature, la composition chimique et le pH du sol affectent la qualité de l'huile. On note que l'acidité de l'huile des sols calcaires est inférieure à celle de l'huile des sols argileux (**Abd elkebir,2020**).

### 3.8.4 L'Altitude :

Les huiles de l'olivier cultivées à une altitude élevée sont plus riches en polyphénols (**Boulfane et al., 2014**). Le niveau de l'acide oléique diminue avec l'altitude face à une augmentation relative de l'acide linoléique. Les huiles obtenues à des altitudes élevées sont caractérisées par une stabilité oxydative plus importante (**Ouazzani, 2017**).

### 3.8.5 L'Irrigation :

L'olivier est une plante connue pour sa résistance au déficit hydrique. L'huile provenant d'oliveraies irriguées présente un rapport acide oléique/acide linoléique variable avec des taux toujours plus bas pour l'acide linoléique et un arôme renforcé par rapport à l'huile non irriguée. Plusieurs études ont montré qu'en augmentant la quantité d'eau, on obtient des huiles à faible teneur phénolique (**Abd elkebir, 2020**).

### 3.9 Procédés d'extraction d'huile d'olive :

Afin de produire une bonne huile d'olive, il est nécessaire que les olives prêtes à l'extraction doivent avoir des qualités exigées : Fruits sains, non écrasés, de couleur homogène, sans lésions et cueillies au stade de maturité (Labdaoui, 2014), ce dernier peut être précoce ou tardive .

#### 3.9.1 Modalité de récolte :

La modalité de récolte des fruits, est un des facteurs ayant une incidence sur la qualité de l'huile d'olive (**Aoukli et Chettouhe, 2019**). Selon **Sidhoum et al (2014)** Plusieurs systèmes de récoltes sont décrits. Effectivement il existe plusieurs techniques de récolte :

- **Récolte manuelle** : C'est la technique la plus favorable afin d'éviter l'écrasement des fruits.
- **Le gaulage** : Qui consiste à faire tomber le fruit de l'arbre au sol pour ensuite le récolter sur des filets.
- **Récolte mécanique** : Des machines ont été créées pour faciliter la récolte des olives et gagner plus de temps ( **Sidhoum et al., 2014**).

#### 3.9.2 L'effeuillage et lavage :

Après la réception, les olives sont triées et débarrassées grossièrement des résidus (feuilles, rameaux...etc). (**Mimouni, 2019**). Cette opération peut être effectuée manuellement ou à l'aide d'un vibra tamis accompagnés très souvent d'aspirateurs suivi par un lavage avec de l'eau froide (**Iddir, 2020**) . Le non-respect de cette étape conduira à l'apparition de défauts dont le plus important est l'obtention d'une huile à teneur plus élevée en chlorophylle ce qui la rendrait plus sensible à la photo-oxydation (**Mimouni, 2019**).

#### 3.9.3 Broyage :

La fabrication d'huile consiste tout d'abord à broyer les olives. Cette étape est très importante car la qualité de l'huile en dépend. En effet, si le procédé n'est pas réalisé dans de bonnes conditions, il risque d'y avoir une détérioration de l'huile et une perte de certains composés, car le noyau de l'olive contient un antioxydant, véritable conservateur naturel (**Kheribeche, 2008**).

- **Broyeur à meule en pierre** : Le broyeur est un système discontinu couramment exposé à l'air, il tourne à une vitesse de rotation très lente. Par conséquent, donnera une huile d'olive plus oxydée (Iddir, 2020).

- **Broyeur à marteaux** : Ce broyeur est plus pratique et moins coûteux, il permet une extraction haute des composés amers et des substances astringentes(Iddir,2020).

### 3.9.4 Malaxage :

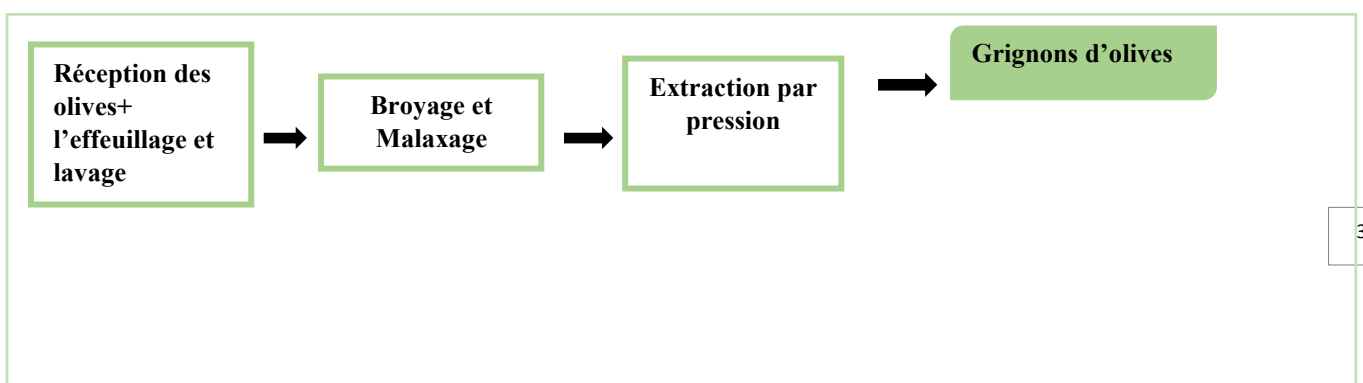
Le broyage ne suffit pas à briser la totalité des vacuoles contenant l'huile. Pour faciliter l'extraction et libérer le maximum d'huile, un malaxage(un systèmequi consiste de vis sans fin mécanique) est appliqué jusqu'à l'obtention d'une pâte onctueuse. La pâte est amenée dans un bac en inox, dans lequel tourne une spirale ou une vis sans fin, également en inox. Le malaxage facilite ainsi la fusion des petites gouttelettes de l'huile entre elles. Les bonnes conditions de malaxage sont de 30 à 45 minutes à une température de 30°C(Mimouni,2019).

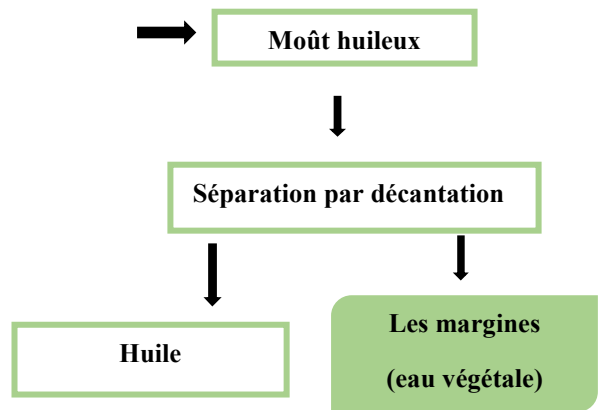
### 3.9.5 Extraction :

L'extraction de l'huile d'olive à l'aide des procédés mécaniques présuppose sa libération des tissus végétaux la contenant, à fin de permettre la réunion des goulettes en des gouttes plus grosses. Jusqu'à la formation d'une phase liquide continue, dans le souci d'augmenter autant que possible la qualité de l'huile libre, susceptible d'être extraite mécaniquement.(Azzouni,2017).L'extraction des huiles d'olives peut être réalisée par trois méthodes principales :

- **Système d'extraction par pression (système discontinu) :**

C'est un système qui utilise des presses métalliques à vis ou Hydrauliques. Sous l'action de la pression, la pâte d'olive dégage le moût huileux (huile et l'eau végétale), la séparation de l'huile des margines( eau végétale) se fait, dans ce système par : décantation ou centrifugation (Aggoun-arhab,2016).Ce processus est Schématisé dans la **figure (08)**.



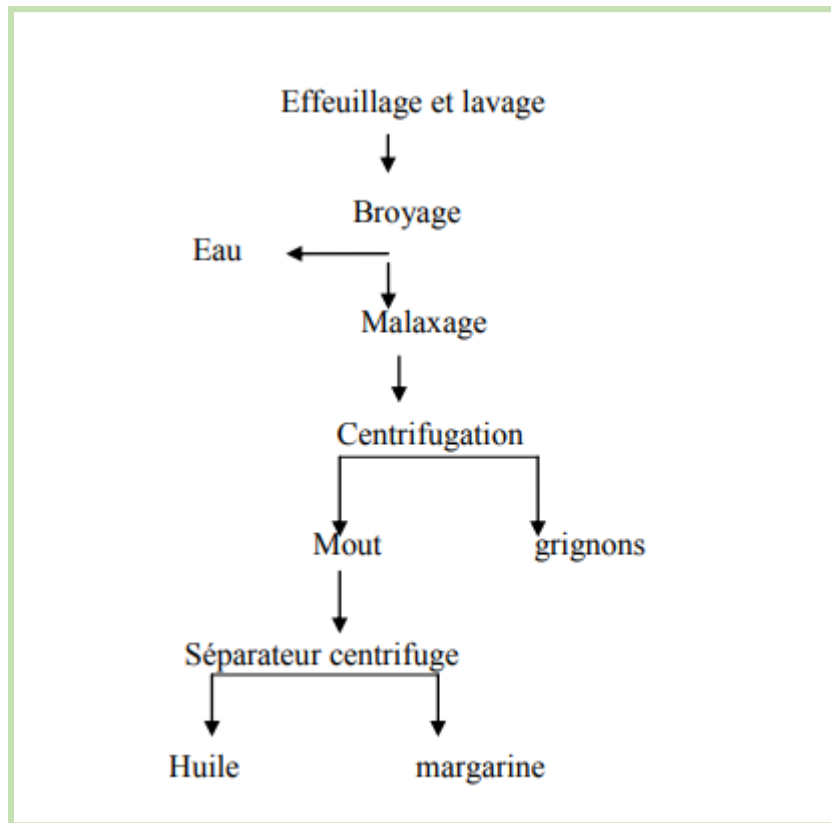


**Figure 07:** Schéma de système d'extraction discontinu par presse (Chouchene, 2012)

- **Système à centrifugation : (en continu) :**

Selon **Aggoun-arhab (2016)**, le progrès technologique a permis le développement de systèmes automatiques qui sont moins fastidieux que les presses : il s'agit des décanteurs horizontales à 2 ou à 3 phases ;

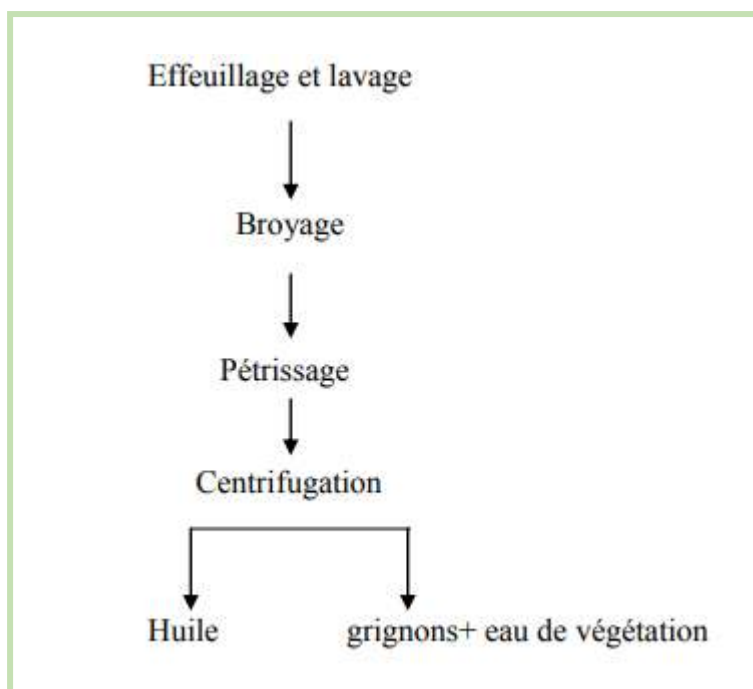
- **Système d'extraction par centrifugation à 3 phases :** Les centrifugeuses horizontales à 3 phases ont été les premières à être développées. Ce système nécessite deux centrifugations : la première vise à séparer les phases solides et liquides et la seconde à séparer les phases liquide-liquide (l'huile des margines). Avec ce système, il est nécessaire de fluidifier la masse d'olive, en fonction de sa texture en utilisant une quantité variable d'eau, entre 50 et 70 % à une température comprise entre 25 °C et 35 °C (**Aoukli et Chettouhe, 2019**). Ce processus est représenté dans la **figure (09)**.



**Figure 08:** diagramme de système d'extraction continue avec centrifugation à trois phases (Aoukli et Chettouhe, 2019).

- **Système d'extraction par centrifugation à 2 phases :** Selon Clément et al (2009), ce système est plus récent et nécessite l'ajout d'une quantité réduite d'eau pour séparer trois fractions (grignon humide, margines et moût d'huile). L'avantage de ce système est la réduction de la quantité des margines et les charges polluante. Ce décanteur à deux phases permet l'obtention d'un rendement en huile un peu plus élevé que celui obtenu par le décanteur conventionnel à trois phases et le système de presse (Iddir ,2020). Ce processus est représenté dans la **figure (10)**.

Il faut signaler que le système d'extraction influence également sur la qualité de l'huile d'olive, la dilution des pâtes d'olives avec de l'eau chaude au cours du système de centrifugation, se traduit par une réduction de la teneur en antioxydants naturels des huiles produites. Cela est dû à la solubilité de ces substances dans l'eau. Les huiles produites par les systèmes de pression et de percolation sont plus riches en antioxydants naturels. En outre, les huiles obtenues par le système de pression présentent des caractéristiques sensorielles indésirables (odeur de ferment, odeur de moisi ...etc.) par rapport à celles obtenues par le système de centrifugation à trois phases (Aurel, 2011).



**Figure 9:** diagramme de système d'extraction continue avec centrifugation à deux phases (Aoukli et Chettoune, 2019).

### 3.10 Classification d'huile d'olive :

Selon les procédés d'extraction utilisés on peut classer l'huile d'olive en plusieurs types (Tableau 06).

**Tableau 05:**types et catégories d'huile d'olive (Bouassila et Mayouf, 2017).

Type	Définitions	Catégories
<b>Huile d'olive Vierge</b>	Obtenue à partir de fruit de l'olivier par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques. Destinée à la consommation.	-huile d'olive vierge. -Huile d'olive vierge extra. -Huile d'olive vierge courante.
<b>Huile d'olive Vierge lampante</b>	C'est l'huile d'olive vierge qui doit faire l'objet d'un traitement avant sa consommation. Elle est destinée aux industries du raffinage.	-huile d'olive raffinée. -huile d'olive : constituée par un mélange d'huile d'olive raffinée et d'huile d'olive vierge.
<b>Huile d'olive</b>	Obtenue par traitement aux solvants ou d'autres procédés physiques à partir des	-huile de grignons d'olive brute. -huile de grignon d'olive

<b>de grignon</b>	grignons d'huilerie.Elle est destinée à la production du savon.	raffinée. -huile de grignon d'olive.
-------------------	---	---

Concernant les catégories d'huile d'olive de grignons :

- **La première catégorie est l'huile de grignons d'olive raffinée** :Obtenue à partir de l'huile de grignons d'olive brute par des techniques de raffinage n'entraînant pas de modifications de la structure glycéridique initiale (**COI 2019**).

-**La seconde catégorie est l'huile de grignons d'olive** : Composée d'huile de grignons d'olive raffinée et d'huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état (**COI 2019**).

- **La troisième catégorie est l'huile de grignons d'olive brute** :Obtenue par traitement aux solvants ou d'autres procédés physiques Elle est destinée au raffinage en vue de son utilisation pour la consommation humaine ou destinée à des usages techniques (**COI, 2019**).

### 3.11 L'évaluation de la qualité d'huile d'olive :

Pour évaluer la qualité d'une huile, plusieurs analyses sont réalisées :

#### 3.11.1 Analyses sensorielles (organoleptiques) :

C'est l'examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens. Il est réalisé par un groupe de dégustateurs ayant fait l'objet d'une sélection et d'un entraînement spécifique, qui se réunissent pour effectuer, sous des conditions contrôlées, l'analyse sensorielle de l'huile d'olive (**COI, 2007**). En se basant sur :

- **La couleur** : L'huile d'olive a généralement une couleur jaune verdâtre. La couleur de l'huile vierge est principalement liée à la présence de chlorophylle et de phéophytine, qui assurent une protection contre l'oxydation dans l'obscurité. Les caroténoïdes contribuent également à la couleur et protègent l'huile de la photo-oxydation. (**Richard, 2003**).

- **L'arôme et la saveur** : l'huile d'olive est de goût et odeur fruités, générés par les composés présents à des concentrations extrêmement faibles. En règle générale, le profil des composés volatils est influencé par l'olive, la maturité du fruit, les pratiques culturales et les conditions de traitement dans le moulin à huile (**Richard, 2003**).

### 3.11.2 Analyses physico-chimiques :

La teneur des composés biochimiques d'huile d'olive qui varie d'une qualité d'huile d'olive à une autre (**tableau 08**) en fonction de plusieurs facteurs (pédoclimatique, techniques de récolte...etc) sont évalués en utilisant plusieurs analyses physico-chimiques, tels que :

- **Indice d'acidité (I.A)** : C'est la teneur de l'huile d'olive en acides gras libres produits par hydrolyse des triglycérides, généralement exprimée en acide oléique et qui représente un paramètre important pour évaluer la qualité d'huile d'olive analysée (**Benrachou, 2013**).

Le taux d'acidité est un marqueur de la dégradation de l'huile, qui traduit un traitement sanitaire avant la récolte, une utilisation d'olives trop mûres, de mauvaises conditions de récolte, de stockage...(**Anonyme,2013**).

- **Indice de peroxyde (I.P)** : Le rancissement d'une huile est dû à une oxydation des acides gras insaturés de l'huile d'olive. L'indice de peroxyde est un contrôle de l'état d'avancement d'huile d'olive. Plus cet indice est élevé, plus l'huile est oxydée. Cette oxydation est inéluctable mais des précautions prises lors de la récolte, de la trituration et du stockage permettent de la retarder (**AgroAgri Instruments, 2013**).

L'Indice de peroxyde d'un corps gras représente le nombre de microgrammes d'oxygène actifs par 1 g de corps gras (**Ait Habib et Ouikene, 2017**) qui permet d'évaluer l'état de fraîcheur de l'huile(**Benabid, 2009**).

- **Indice d'iode (I.I)** : L'indice d'iode est la masse mesurable d'iode fixée pour 100g de corps gras, exprimée en grammes Utilisée pour évaluer le degré d'insaturation (**Benabid, 2009**). Il nous renseigne sur le degré d'insaturation de l'acide gras contenu dans une huile donnée, il est en rapport direct avec le degré d'oxydation d'une huile. Plus l'huile est insaturée, plus son indice d'iode est élevé (**Moussouni, 2016**).

- **Indice de saponification(I.S)** : Afin de transformer les acides gras libres et les glycérides contenus dans l'huile en savon, il est nécessaire de calculer la masse KOH ( peroxyde de potassium) (**Bouassila et Mayouf, 2017**).

- **Détermination de la teneur en chlorophylle** : La chlorophylle est un pigment responsable de la couleur de l'huile d'olive, elle est impliquée dans les mécanismes d'auto-oxydation et la photo-oxydation (**Benaziza et Semad, 2016**). La méthode de dosage de la chlorophylle est basée sur l'existence d'une bande d'absorption spécifique pour ce composé donnée par un spectrophotomètre visible (**Ait Habib et Ouikene, 2017**).

- **Absorbance dans l'ultraviolet (UV)** : La détermination des absorbances



spectrophotométries spécifiques dans l'UV, aux longueurs d'ondes de 232 et 270 nm, permet d'évaluer l'état d'oxydation des huiles (Abdessemed ,2017) et donc peut fournir ainsi des indications sur la qualité d'une matière grasse. Ainsi le coefficient d'extinction à 270 nm est un bon révélateur de la teneur de l'huile en peroxyde (Benabid, 2009).

- **L'indice de réfraction** :L'indice de réfraction est un critère de pureté d'une huile. Il varie avec la longueur d'onde de la lumière incidente ainsi qu'avec la température. Il est proportionnel aux poids moléculaire des acides gras ainsi que leur degré d'insaturation, ce qui donne une bonne appréciation sur la possibilité d'oxydation (Moussouni, 2016).

- **La densité relative** : La densité relative à 20°C d'une huile est le rapport de la masse d'un certain volume de l'huile à 20°C(Bouassila et Mayouf, 2017).La densité relative nous permet de vérifier la pureté de chaque échantillon de l'huile d'olive (Cheikh,2016).

Une huile d'olive de bonne qualité peut être consommée sans subir de traitement conventionnel après extraction. La teneur élevée en acides gras libres peut être attribuée aux meurtrissures du fruit lors de la récolte ou à la forte teneur en eau d'olive, ce qui favorise l'action des enzymes et réduit par la suite la qualité de l'huile d'olive (Richard, 2003).

Par rapport à d'autres huiles végétales, l'huile d'olive vierge est un produit de grande valeur, qui constitue une puissante incitation économique à la falsification, pour cela son profil de triacylglycérol est un bon indicateur d'adultération (falsification) (Richard,2003).

La production d'huile d'olive a toujours été le principal objectif de la culture de l'olivier. Les méthodes d'extraction ont évolué mais le processus d'extraction d'huile d'olive (figure 04) reste toujours le même. (Abd elkebir et al, 2020) et qui nécessite de grandes quantités d'eau, par conséquent cette industrie engendre d'importantes quantités d'effluents liquides (les margines) accompagné par des déchets solides ( grignons)(Leulmi,2011). Tableau (07) la quantité d'déchets selon le système d'extraction.

**Tableau 06:**Quantité de l'huile et les déchets oléicoles selon le système d'extraction (Ouzani, 2017).

Détermination	Système à deux phases	Système à trois phases

<b>Marges (litres / t d'olive)</b>	80	850-1200
<b>Grignons (kg/t d'olive)</b>	800	500
<b>Huile (% de matière fraîche)</b>	2-3	3-4

t : tonne ;

% : pourcentage .

# **Chapitre III :**

## **Valorisation des déchets d'huile d'olive.**

## 4 Valorisation des déchets de l'huile d'olive :

Le développement de l'industrie oléicole et l'importance de la production qui en découle n'est pas sans conséquence sur l'environnement (pollution de l'air, de sol et de l'eau) . En effet, l'extraction de l'huile d'olive engendre deux types de résidus : les grignons (résidus solides) et les margines (résidus liquides) (**Fedila et Tibarious, 2016**).

### 4.4 Les grignons :

Les grignons d'olive sont des sous-produits solides essentiellement ligno-cellulosiques, (**figure 11**) issus de la pression d'olives (**Roussaset al., 2009**) , ces déchets contiennent en moyenne 28,5% d'eau, 41,5% de coque, 21,5% de pulpe et un pourcentage non négligeable d'huile (8,5%) (**Amic et Dalmasso, 2013**). La composition chimique des grignons pose un sérieux problème pour l'environnement (pollution de sol , l'eau) à cause de sa teneur élevée en polyphénols qui est difficilement biodégradable (**Chouchene, 2010**), c'est pourquoi un traitement préalable serait nécessaire.

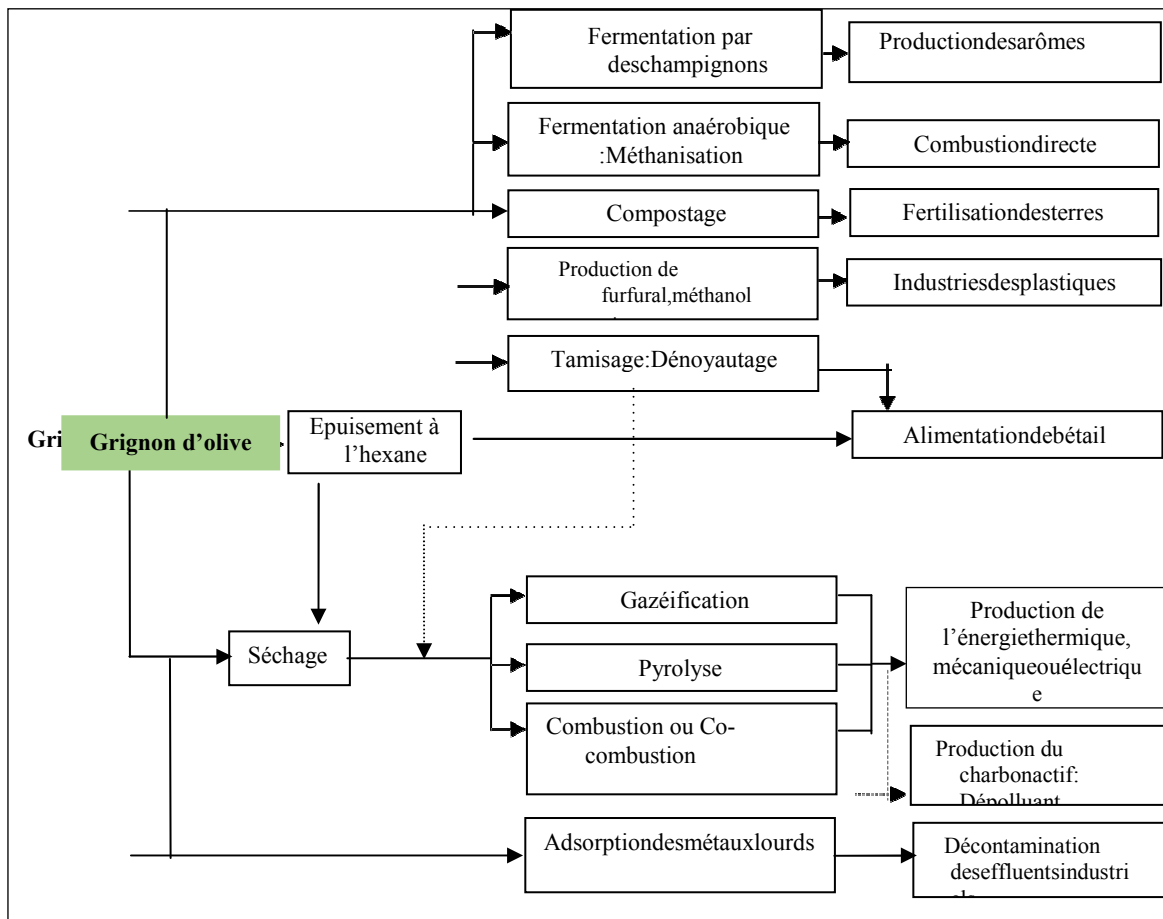
#### 4.4.1 Valorisation des grignons :

La valorisation des grignons peut représenter des avantages aussi bien environnementaux qu'économiques (**Koukouch et al., 2015**), parmi les importantes techniques de valorisation des grignons est l'extraction chimique en utilisant un solvant afin de produire une huile secondaire (**Amic et Dalmasso, 2013**) classée en 3 catégories d'huile de grignon : l'huile de grignons d'olive brute, l'huile de grignons d'olive raffinée et l'huile de grignons d'olive (**COI, 2019**) (qui peuvent être transformées en savon ou malheureusement vendu dans l'alimentation comme cela se fait dans les pays du maghreb ce qui nécessite un raffinage pour la consommation) (**Amic et Dalmasso, 2013**), suite à cette extraction chimique on obtient des grignons déshuilés (**Amic et Dalmasso, 2013**), les autres techniques de valorisation comprennent l'utilisation de grignon comme additif pour aliments du bétail, leur conversion en compost et aussi son usage comme combustible dans les chaudières pour différents objectifs (production de l'eau chaude, production d'électricité,...), qui nécessitent au préalable l'abaissement de sa teneur en eau ,

le processus deséchage est par conséquent une étape incontournable dans sa valorisation (Koukouch et *al.*, 2015).D'autre part les grignons sont utilisés en biotechnologie comme substrat pour la culture de champignons filamenteux en fermentation (Roussaset *al.*, 2009).La **figure(12)**montre également de nombreuses possibilités de valorisation desgrignons .



**Figure 10:** Les grignons en sortie de moulin (Amic et dalmasso, 2013)



**Figure 11:** différentes filières de valorisation des grignons d'olives ( **Chouchene, 2012**).

#### 4.5 Les margines :

Les margines sont des effluents visqueux provenant de la fraction liquide des olives et de l'eau, éventuellement ajoutée lors du processus de trituration (**Fedila et Tibarious, 2016**). Ces déchets sont de couleur brune à brune-rougeâtre, légèrement acide ( pH de 4.5 à 5) caractérisées par une conductivité électrique très élevée, avec une forte charge saline ( potassium et phosphates) (**Chouchene, 2012**), leur composition biochimique comprend des composés insolubles constitués essentiellement de pulpes d'olives, matières en suspension et colloïdales (**Aggoun-arhab, 2016**) et des composés solubles tels que les sucres, lipides, sels minéraux et les composés phénoliques. (**Roussaset *al.*, 2009**), Cette dernière varie qualitativement et quantitativement en fonction de nombreux facteurs tels que la variété d'olive, les conditions climatiques, les pratiques culturelles utilisés, le temps de stockage (entreposage) ainsi que le procédé d'extraction (**Ouadjir et Yahiaoui, 2016**).

##### 4.5.1 Caractéristiques physico-chimique des margines :

Les margines sont composées de 83% à 94% d'eau, de 4 à 16% de composés organiques et de 0,4 à 2,5% de sels minéraux. Elles possèdent deux fractions, l'une minérale constituée de phosphore, de

calcium, de magnésium , et l'autre organique composée de sucre, de pectines , de lipides , de polyalcools et mono- et polyphénols (**Halah , 2003**), y compris les protéines facilement fermentescibles, les acides organiques (acide acétique fumarique glycérique et oxalique, ainsi que des petites quantités d'huile d'olive émulsionnée, des vitamines et des traces de pesticides...etc(**Mboumard.,2011**).

Plus de 50 différents composés phénoliques ont été identifiés dans les margines (**Bendjedou et Selaimia,2020**) . Ces derniers se divisent selon le poids moléculaire en 2 classes : les composés à faible poids moléculaire (tyrosol, hydroxytyrosol, acide p-coumarique, acide férulique, acide syringique, acide protocatéchuïque... etc) et les composés à haut poids moléculaire (tanins, anthocyanes... etc) ,ces composés ont un pouvoir polluant sur l'environnement (pollution d'air , du sol et de l'eau) ce dernier est indiquée par la demande biologique en oxygène (DBO) élevée (35,5 g/L) et une demande chimique en oxygène (DCO) (150g/L)(**Halah A, 2003**),ce qui inhibent le développement de certains microorganismes bénéfiques à l'environnement (**Amic et Dalmasso,2013**).

#### **4.6 Impact des margines sur l'environnement :**

Les margines, principaux sous-produits de l'industrie oléicole posent un problème écologique important pour les pays producteurs (pays du bassin méditerranéen )Cet impact négatif sur l'environnement s'explique par leur charge élevée en matières organiques toxiques (particulièrement les CP peu biodégradables), leur DCO (jusqu'à 320g/L) et DBO (plus de 132 g/L) élevées, leur forte charge saline, et leur pH acide(**Ouadjir et Yahiaoui,2016**) ,ainsi par leur forte teneur en composés phénoliques qui se divisent :

##### **➤ les composés phénoliques à haut poids moléculaire :**

Les Margines deviennent de plus en plus noir durant le stockage à cause de l'Auto oxydation et de la polymérisation ultérieure des Tannins qui sont de faible toxicité mais difficilement biodégradables.(**Mboumard,2011**).

##### **➤ les composés phénoliques à faible poids moléculaire:**

Qui sont hautement toxiques mais biodégradables en particulier de types anthocyanes et monomères aromatiques, responsable de l'odeur désagréable(**Roussaset al, 2009**).

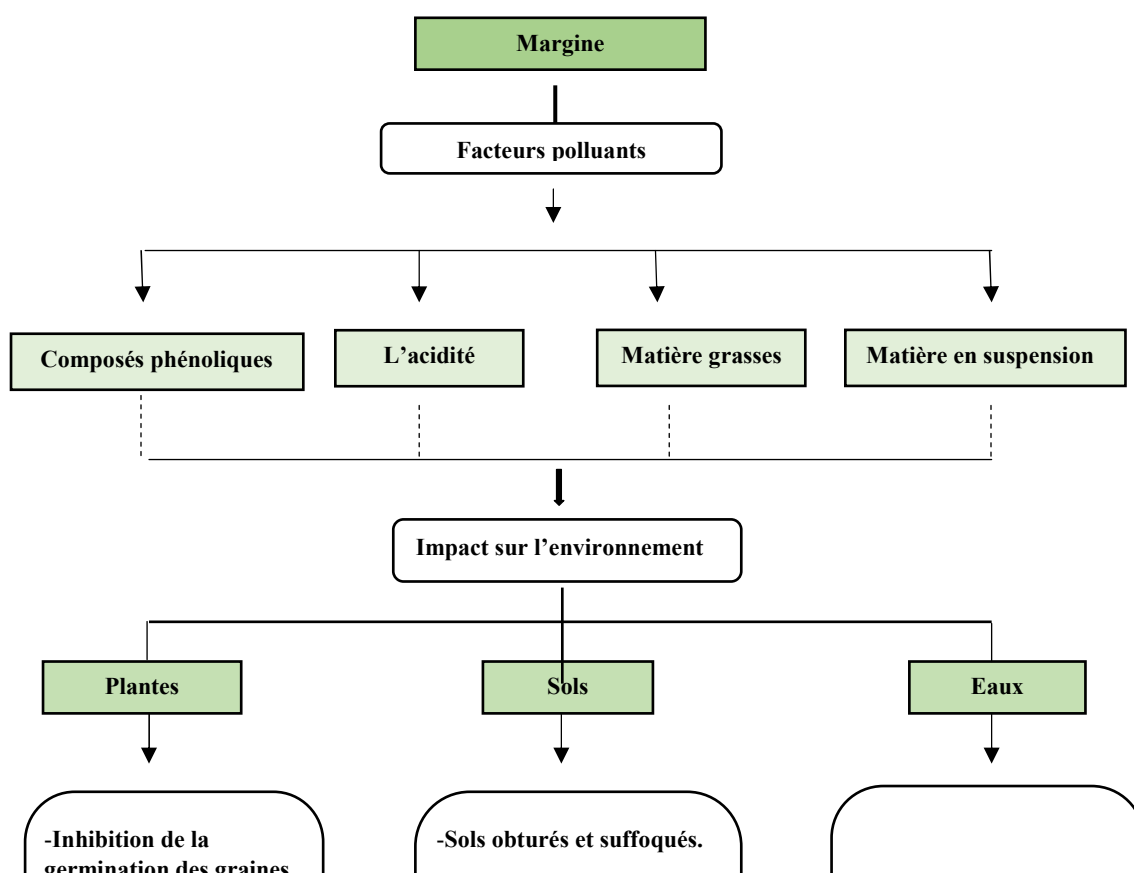
Les pollutions (**figure 13**) causées par les composants des margines sont :

##### **➤ Pollution de l'air :**La pollution de l'air est causée par la formation de gaz H<sub>2</sub>S, qui

entraîne la libération d'odeurs désagréables pendant le processus de fermentation qui est liée aux conditions anaérobies, due à la forte teneur de salinité, ainsi que la charge élevée des micro-organismes et l'acidité des margines (Bouzera,2017).

➤ **Pollution de Sol** : L'augmentation de la salinité des sols et de la diminution du pH, ainsi que leur forte teneur en composés phénoliques provoquent un changement des caractéristiques physico-chimiques du sol (Aouadi,2021) ce qui aboutissent à une destruction de la capacité d'échange cationique du sol(Mboumard,2011), ce qui entraîne la destruction la microflore du sol et les plantes (effets herbicides) (Aouadi,2021).

➤ **Pollution des eaux** :L'un des effets les plus évidents de la pollution est la décoloration de l'eau naturelle due aux tanins des margines. De plus, la teneur élevée en sucre réducteur provoquera la prolifération de micro-organismes qui l'utilisent comme substrat ce qui réduit la disponibilité de l'oxygène pour les autres organismes et entraîne des déséquilibres dans l'écosystème aquatique. De même, l'accumulation de phosphore peut conduire à l'eutrophisation des plans d'eau et favorise la reproduction chez agents pathogènes (Saoudi,2017). En outre ; la teneur en matière grasse forme une couche à la surface del'eau ce qui peut empêcher sa correcte oxygénation ainsi que le passage de la lumière, entravant ainsi le développement normal de la faune et la floedans les rivières (Gueham,2019).



**Figure 12:** Coséquences environnementales des rejets de margines dans le milieu naturel (Leulmi, 2011).

Le problème des margines concerne plusieurs secteurs (énergie, environnement, agriculture, industrie, alimentation humaine, santé publique...) et devrait être étudié par une approche globale, pluridisciplinaire, avant de promulguer des lois et directives qui permettent à la fois la protection de l'environnement et le transfert de technologie pour le développement durable. La recherche d'une solution technique plus appropriée s'impose, les solutions innovantes permettront de transformer le problème en avantage (Afilal et al., 2019).

#### 4.7 Traitements et valorisation des margines :

Selon Bouzera, (2017), le choix du système de traitement approprié pour éliminer la charge polluante des margines, 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 production locale. Ces procédés peuvent être classés selon trois catégories, utilisés seuls ou combinés : traitements physique, chimique, et biologique, permettront de transformer le problème polluant des margines en avantage. Ces principales technologies disponibles pour le traitement et/ou l'épuration des margines sont présentés dans le **Tableau (08)**.

**Tableau 07:** Traitements physico- chimique possible des margines (Hamdi, 1993; Agooune; 2016; Bendjedou et Selaimia, 2020).

Traitement	Processus	Principe
<b>Traitement physique</b>		



<b>Thermique</b>	<b>Evaporation naturelle</b>	Ce procédé est utilisé pour stocker les margines dans des bassins de faible profondeur. Elles sont ensuite séchées pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois selon les conditions climatiques.
	<b>Evaporation forcée</b>	C'est un procédé qui repose à introduire des panneaux évaporateurs au niveau des bassins de stockage des margines pour faciliter leur évaporation. Cette technique permet d'améliorer les rendements et surtout de réduire la surface et le volume des installations de traitement.
	<b>Séchage</b>	Ce procédé consiste en un séchoir rotatif à axe horizontal qui utilise les noyaux broyés ou les grignons asséchés comme combustible.
	<b>Incinération</b>	C'est une technique qui permet d'évaporer d'abord la phase aqueuse des margines et de brûler ensuite les matières organiques. Elle est coûteuse, complexe et extrêmement gourmande en énergie. Elle paraît d'autant moins appropriée lorsque les margines sont composées à plus de 80 % d'eau.

**Tableau 08:** Suite de tableau des traitements physico-chimiques possibles des margines (**Hamdi, 1993 ; Agooune; 2016; Bendjedou et Selaimia, 2020**).

<b>Traitement</b>	<b>Processus</b>	<b>Principe</b>
<b>Traitement physique</b>		
	<b>Electrodialyse</b>	L'électrodialyse est un procédé électro-membranaire fondé sur la dissociation des molécules ionisées en les transférant à travers des membranes échangeuses d'ions sous l'effet d'un champ électrique. Cette technique est utilisée pour la récupération des composés phénoliques des margines.

<b>Membranaire</b>	<b>Ultra-filtration</b>	Ce procédé repose sur la filtration à travers une membrane permettant la rétention de macro molécules de masse moléculaire.
	<b>Osmose inverse.</b>	Opération qui permet de séparer une solution en deux phases : l'une concentrée et l'autre diluée sous une pression allant jusqu'à 80 bar
<b>Traitement chimique</b>		
	<b>Echange d'ions</b>	Substitution des ions dans la solution en utilisant des réactifs chimiques. Afin de produire des Hydrolyse Acide des corps gras (huile, acides gras,..) qui facilite leur séparation.
	<b>Floculation/ coagulation, précipitation/ clarification.</b>	- Usage des produits chimiques ou autres matériaux, dont protéines à longues chaînes agissent comme agents floculants pour les matériaux en suspension.

**Tableau 08:** Suite de tableau des Traitements physico- chimique possible des margine (**Hamdi, 1993;**

**Agooune; 2016; Bendjedou et Selaimia,2020).**

<b>Traitement</b>	<b>Processus</b>	<b>Principe</b>
<b>Traitement chimique</b>		
	<b>Adsorption.</b>	- Adsorption des composés dissous des margines sur une substance solide. pour les éliminer.

	<b>Oxydation Electrochimique.</b>	<p>- Le procédé électrochimique est basé sur le phénomène d'électrolyse qui se repose sur une réaction électrochimique dans laquelle un courant électrique passe entre deux électrodes, ce qui conduit à la dégradation automatique de la matière organique présente dans l'effluent.</p> <p>Ceci est possible grâce à une batterie qui comprend une anode et une cathode immergée dans le milieu réactionnel.</p>
--	---------------------------------------	--

- **Procédés biologiques** : (Traitement anaérobie, Traitement aérobie) :

Les techniques de traitement biologique des margines basées sur les processus aérobie et anaérobie (**tableau 09**) utilisent des microorganismes (bactéries, champignons, levures) pour oxyder et dégrader la matière organique polluante en métabolites simples comme le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et les composés aliphatiques. Cependant, l'effet antioxydant des polyphénols reste le facteur limitant pour ces procédés (**Leulmi,2011**).

- **Processus aérobie** : En ce qui concerne le traitement biologique aérobie par boues activées basés sur l'activité de dégradation microbienne qui transforme la matière organique décomposable en éléments minéraux non polluants (**Aouadi,2021**), il a été prouvé que les margines doivent être diluées au moins 80 fois pour que le processus biologique ne soit pas inhibé par les composés toxiques. En outre, ce système aérobie nécessite une énergie très importante pour l'aération et le brassage du milieu et il produit des quantités énormes de boues (**Hamadi,1993**).(**Tableau 09**).

- **Le processus anaérobie** : Les processus anaérobies sont caractérisés par des pools microbiens qui fonctionnent dans des conditions anoxiques (manque d'O<sub>2</sub>) en convertissant les polluants organiques en biogaz (méthane) et en dioxyde de carbone ou en substances volatiles hydrogénées (acides gras et alcools) . **Tableau (09)**. Contrairement au processus physico-chimique, la biodégradation est considérée comme un moyen plus sain, plus efficace et moins coûteux de réduire les polluants (**Aouadi,2021**).

**Tableau 09:** Traitement biologique des margines (Aggoune,2016).

Traitement	Processus	Principe
<b>Traitement</b>		
<b>Biologique</b>	<b>Anaérobie</b>	Dégradation de La matière organique par les micro-organismes anaérobiques afin de produire d'énergie et de biogaz (méthane, H2O, CO2) en utilisant (digesteurs contact anaérobies, lit de boues à flux ascendant, lit de boues à filtre anaérobie).
	<b>Aérobie</b>	Utilisation des lipides ou des substances liées aux lipides seuls ou avec les sucres comme sources de matière organique par certains micro- organismes lipo-lytiques (bactéries, champignons et levures) dans des activités afin de produire de biomasse, d'acides organiques et d'enzymes (lipases, laccases, peroxydase, pectinases...etc)

Pour éliminer ou réduire la pollution causée par les margines, plusieurs techniques physique, physico-chimique, oxydation avancée, biologique,...ont été abordées. Certaines de ces techniques ne permettent pas d'éliminer la totalité de la pollution, d'autres sont souvent coûteuses ou génèrent une pollution secondaire nécessitant un traitement postérieur(Zahari et al., 2013).(Tableau 10).

**Tableau 10:** les avantages et les inconvénients des différents traitements pour valoriser les margines (Hamdi, 1993; Sbai et Loukili; 2015 ; Aggoune 2016)

Traitement	Avantages	Inconvénients
	-Produire une solution concentrée (pâte concentrée), vapeur d'eau et substances volatiles.	Le problème de ces procédés qui sont coûteux ( énergie , installation) élevés et ne produisent pas des substances à valeur ajoutée et n'élimine pas les substances dissoutes.

<b>Physique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elimination de la matière organique et des gouttelettes d'huile.</li> <li>- Réduire jusqu'à 50% des composés Phénoliques.</li> </ul>	<p>Ces procédés engendrent ainsi une pollution solide très abondante. De plus, à cause de sa forte concentration en matière sèche et de son état visqueux, la margine cause des pollutions environnementales lors des opérations de filtration et d'ultrafiltration.</p>
<b>Chimique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elimination de l'huile et les matières en suspension (solide).</li> <li>- La coagulation est l'une des méthodes les plus efficaces pour éliminer les matières organiques en suspension.</li> </ul> <p>Le traitement des eaux végétales comprend le traitement des eaux végétales avec des tensioactifs ou certains coagulants. Par rapport à la matière éliminée, cette méthode de traitement reste la plus complète et certainement la moins chère.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le coût de ces procédés est élevé sauf le procédé de coagulation qui est moins cher.</li> <li>- La plupart des constituants organiques sont difficiles à précipiter (sucre, phénol, ...).</li> </ul>
<b>Biologique</b>	<p>La valorisation des margines par traitement biologique peut accéder à plusieurs domaines tels que la conversion des biogaz en énergie, l'alimentation humaine (production de champignons comestibles), laiterie, industrie pharmaceutique, détergents, catalyse, l'hydrolyse des triglycérides en acides gras libres et glycérol.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hautes charges organiques, concentration élevée en composés phénoliques.</li> <li>- Le recours à la dilution des margines multiplie leur impact. Ainsi que la production de boues.</li> </ul>

#### 4.8 Valorisation des margines par fermentation :

##### 4.8.1 Fermentation :

Le mot fermentation présente deux significations différentes pour les biochimistes et les microbiologistes industriels.

- En biochimie, les fermentations sont des voies cataboliques anaérobies au cours desquelles

des composés organiques servent à la fois de donneurs et d'accepteurs d'électrons, la synthèse d'ATP étant réalisée par phosphorylation au niveau du substrat.

-En microbiologie et biotechnologie industrielle, le terme fermentation désigne Une seule – opération qui permet de produire de la biomasse(**figure 16**), ou des produits de biotransformation par culture microbienne (**Chillet, 2011**) utilisant la génie microbiologique, cette opération est utilisée dans l'industrie alimentaire (agents aromatisants, etc.) et l'industrie pharmaceutique (Produits médicaux) et production de biogaz...etc. (**Frédérick , 2007**).

L'obtention des molécules qui ont un intérêt industriel se réalisent par la production du produit intéressant appelé fermenteur ensuite la récupération du produit formé par des techniques douces comme l'électrophorèse, la distillation ou la chromatographie (**Frédérick , 2007**).

#### **4.8.2 Types de fermentations industrielles :**

##### **4.8.2.1 Fermentation appelé fermentation fed batch ou batch alimenté :**

C'est une fermentation entre la discontinue et la continue .Le substrat est apporté au fur et à mesure de sa consommation par les microorganismes (1ere partie de substrat est ajoutée au début de la fermentation et la 2eme partie au moment de la phase exponentielle) afin d'éviter l'accumulation de substrat dans la réaction (**Frédérick , 2007**),(**Figure 14, figure15**).

##### **4.8.2.2 Fermentation continue ou système ouvert:**

La solution de nutriment est apportée en continue au réacteur mais une quantité équivalente de solution fermentée est prélevée. Le volume est donc constant,

##### **4.8.2.3 Fermentation discontinue des micro-organismes dite de type batch :**

La cuve est remplie par le milieu de culture stérilisé, puis l'inoculum. La fermentation se déroule ensuite sans addition supplémentaire de milieu. Le volume reste constant et la productivité est relativement faible. En fin de fermentation, le fermenteur est vidé et son contenu est remplacé (**Hetatache., 2014**)( **Figure 14**).

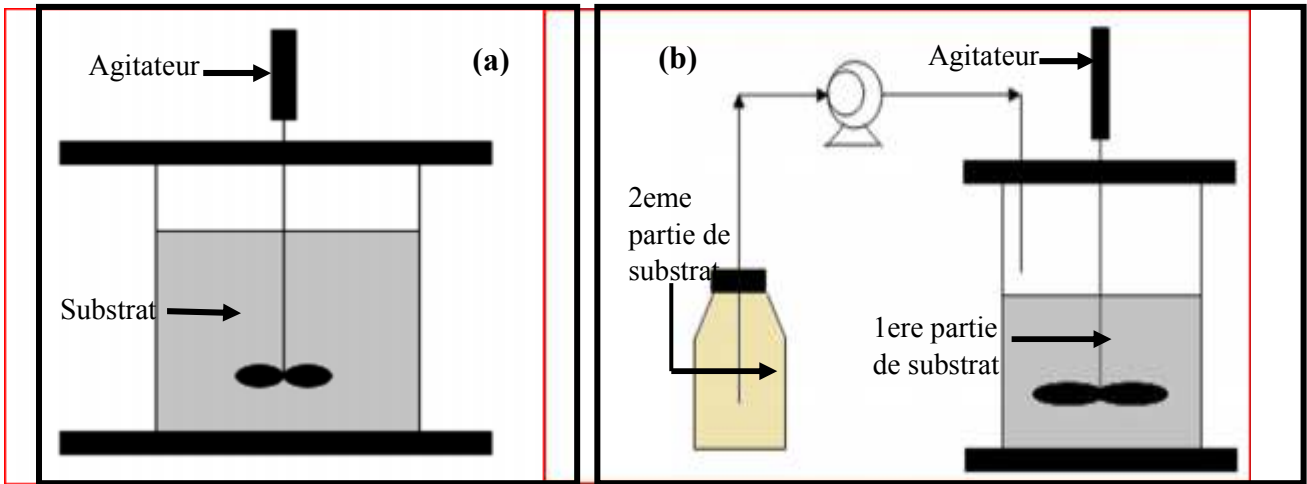


Figure 13: fermenteur batch (a) et fed batch(b)(Hetatache,2014).

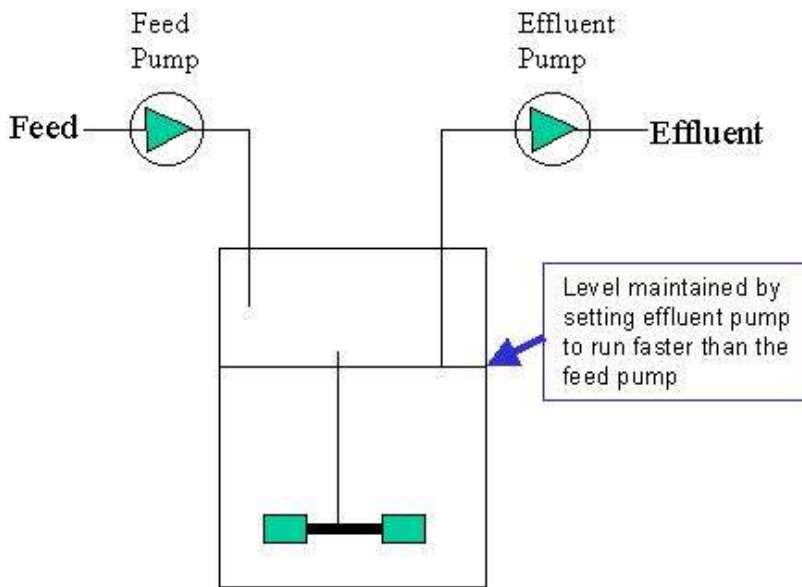
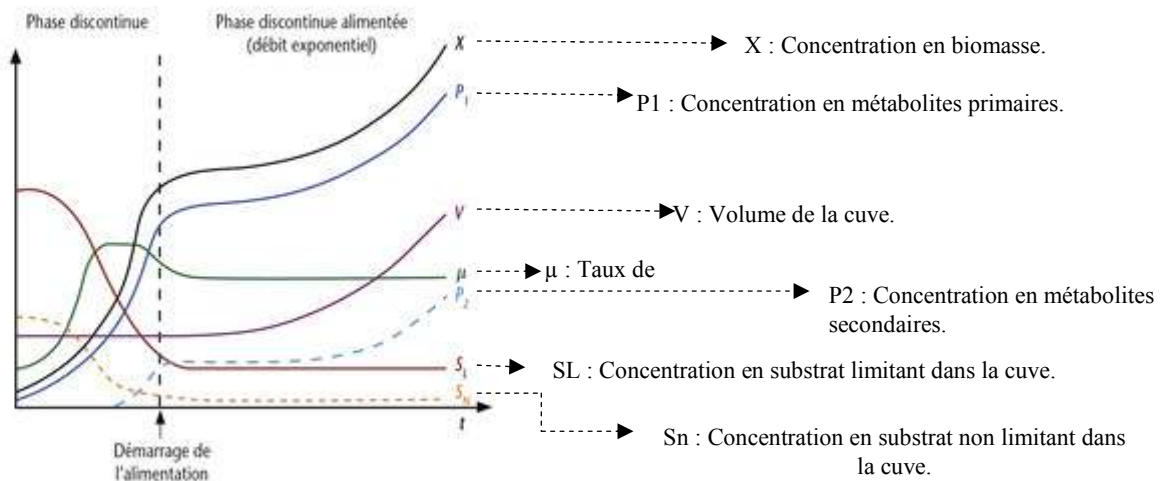


Figure 15 : fermentateur fed batch (Freepdf,2020).



**Figure 16:** Cinétique de croissance et de production d'une fermentation en mode discontinu à volume variable avec débit d'alimentation exponentiel (Technologies des bioprocédés industriels, 2018).

#### 4.8.3 Criblage et sélection de souches industrielle :

La phase d'isolement de souches consiste à la mise en œuvre de milieux gélosés spécifiques des micro-organismes d'intérêt. La confirmation de l'appartenance à une espèce se fait à l'aide de méthodes biochimique et moléculaire. La sélection des souches est ensuite réalisée sur la base de différents critères selon les applications envisagées :

- Exigences nutritionnelles ;
- Résistance aux stress technologiques ou environnementaux ;
- Comportement après passage dans un modèle dynamique in vitro de digesteur (Compartiment stomacale et intestinal) ;
- Activités métaboliques ;
- Production de molécules d'intérêt ;
- Propriétés antagonistes ;
- Capacités d'adhésion sur des supports .

#### 4.8.4 Les produits issus de la valorisation des margines par fermentation :

Afin d'éviter les pollutions causées par les margines , les chercheurs ont utiliser ces margines comme substrat en biotechnologie afin de produire des produits d'intérêts comme :

- Production de méthane à travers digestion anaérobie des margines ; fermentation



méthanique permet la récupération du digestat restant qui est un excellent fertilisant pour l'amendement agricole.

- Production de l'hydrogène par des voies métaboliques simples ou combinées génère des produits de valeur tels que les pigments caroténoïdes et poly-hydroxy-alcanoates qui peuvent avoir des utilisations commercialement viables comme des agents anticancéreux, des colorants alimentaires et des antioxydants naturels ou, alternativement, comme une source de provitamine A.

- production du compost : Les margines peuvent être utilisées pour obtenir un compost fertilisant pour les sols. L'avantage du compost formé à partir des margines est l'absence des micro-organismes pathogènes avec des concentrations élevées en phosphore et en potassium contrairement aux résidus solides urbains.

- Production des enzymes industrielles qui rentre dans l'industrie de détergents, l'industrie agroalimentaire et l'industrie pharmaceutique peuvent être produites par des levures et des champignons filamenteux en utilisant les sous-produits d'extraction d'huile d'olive comme substrats tels que les lipases (**Ouadjir et Yahiaoui, 2016**).

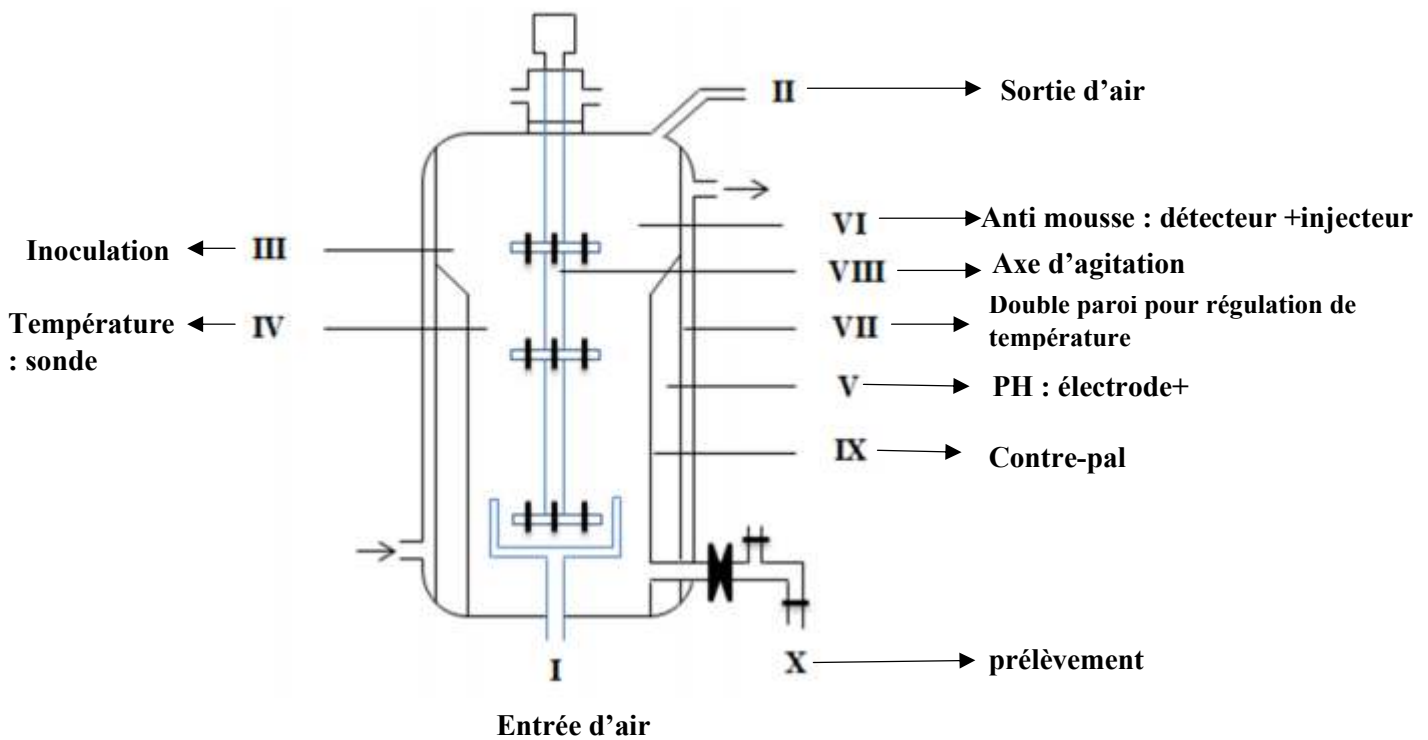
#### **4.8.5 Le bioréacteur ( bio-fermenteur) :**

Le bioréacteur (ou fermenteur) est une enceinte permettant d'assurer une croissance des micro-organismes et une production optimale dans un environnement dont les paramètres physiques et chimiques sont contrôlés (**Chillet, 2011**) (**Figure 17**).

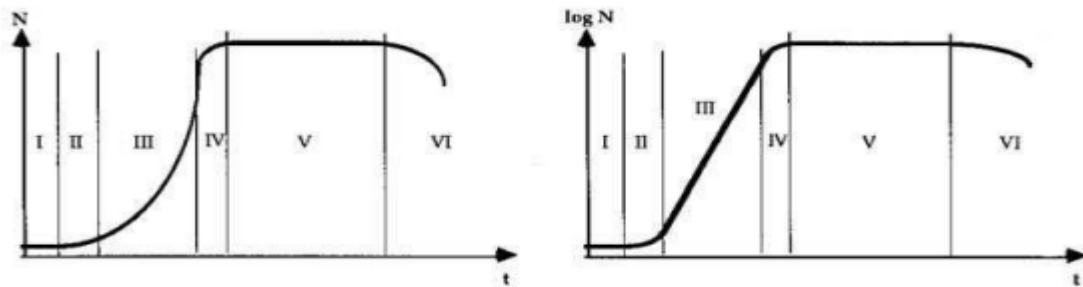
#### **IV.5.6. Applications du bioréacteur :**

Les bioréacteurs se présentent sous différentes tailles et formes qui conviennent à une grande variété d'applications. Cela va des plus petits réacteurs d'une capacité de quelques millilitres aux grands bioréacteurs pouvant atteindre 100 m<sup>3</sup>. En règle générale, le débit d'oxygène est de 0,1 à 0,15 fois le volume de travail par minute pour les cultures cellulaires et jusqu'à 2 fois pour les cultures bactériennes (**Kolder et Oudejans, 2020**).

La fermentation se déroule en adoptant le mode de croissance du micro-organisme, dont une population microbienne (bactéries, levures) se développe au sein d'un bioréacteur en suivant une courbe de croissance basée sur la cinétique enzymatique de Michaelis-Menten (**Hussenet, 2017**). La courbe ci-dessous montre les différentes phases de croissance d'une population de levure (**Figure 18**).



**Figure 14:** le matériel d'un fermentateur (Hetatache,2014).



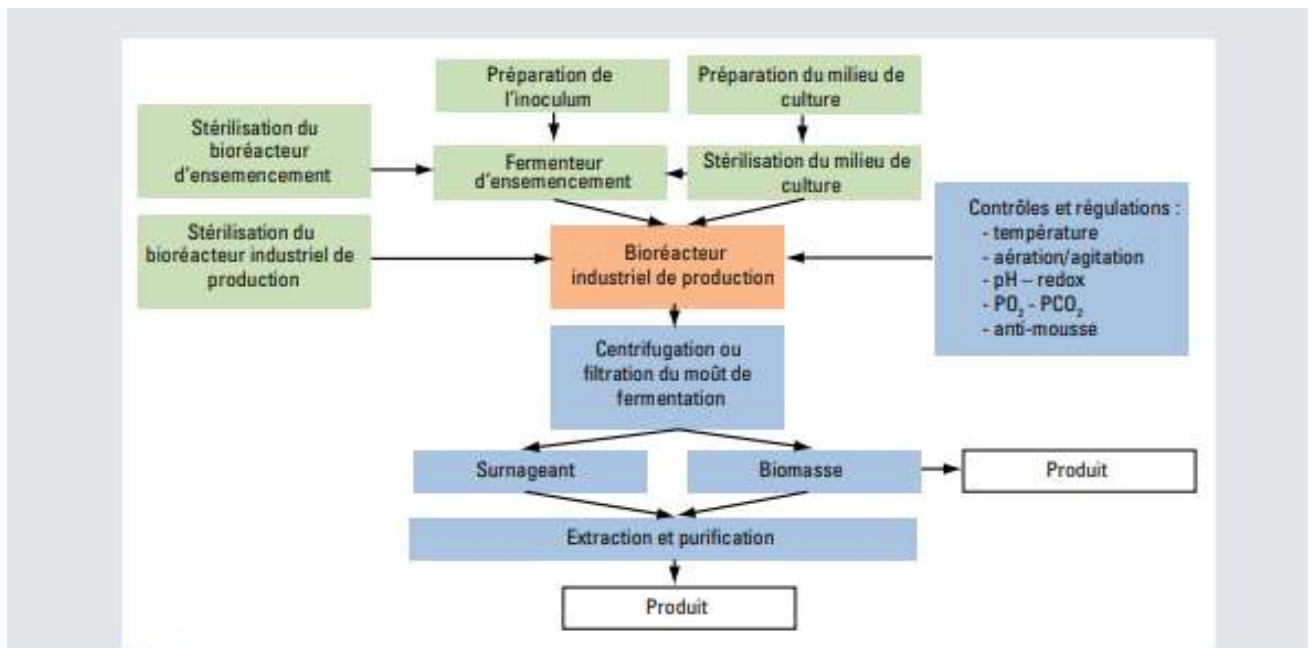
**Figure 15:** courbe de cinétique microbienne d'une culture liquide de *S. cerevisiae* dans un milieu de culture optimal(Hussenet, 2017).

On distingue 6 phases. **(I)** la phase de latence ; **(II)** la phase de démarrage ; **(III)** la phase exponentielle donnant un taux de croissance et un temps de division ; **(IV)** la phase de ralentissement durant laquelle apparaît l'assimilation des produits de la fermentation ; **(V)** la phase stationnaire accompagnée d'une vacuolisation prononcée et d'un arrêt de la division. Cette phase est réversible et les cellules repartent plus ou moins rapidement en présence de milieu frais, **(N)** :

nombre de micro-organismes (biomasse) ;  $(t)$  : le temps ;  $(\log N)$  : de la croissance des micro-organismes.

#### 4.8.6 Procédés de fermentation (figure 19) pour préparer le bioréacteur :

- la fabrication du milieu de culture ;
- la stérilisation du bioréacteur et de ses équipements ainsi que du milieu de culture ;
- la préparation de l'inoculum ;
- la production en bioréacteur ;



- l'extraction du produit et sa purification(Chillet, 2011).

**Figure 19** : Les procédés de fermentation pour préparer le bioréacteur (Chillet, 2011).

**Chapitre IV :**

**Valorisation des margines par  
fermentation pour la  
production d'enzymes.**

## **5 Etude d'un cas de sous- produits issus de la valorisation des margines par fermentation :**

### **5.4 Généralité sur les enzymes :**

Les enzymes sont des catalyseurs biologiques de nature protéique fabriquées par l'organisme constituées des milliers d'acides aminés liés en une chaîne linéaire. Ces catalyseurs augmentent la vitesse d'une réaction lente ou imperceptible sans subir aucune transformation en ce qui concerne leurs structures initiales. Il en existerait environ 15.000 protéines chez l'homme.

Les enzymes jouent un rôle dans toutes les fonctions, comme la digestion avec des enzymes intervenant dès le stade buccal comme les amylases. Il existe plusieurs types des enzymes tel que ; lipase, protéase... etc (**Maamra et Maissa, 2018**).

Seules les enzymes microbiennes produites par fermentation ont connu une expansion significative, et sont préparées industriellement, car les micro-organismes présentent de nombreux avantages comme source d'enzymes : croissance exponentielle (**Benslama, 2016**).

### **5.5 Rôles des enzymes en industries**

Les biocatalyseurs, considérés comme de mini usines ou de chaînes de production, travaillent avec une grande rapidité, contrairement aux catalyseurs chimiques. C'est pourquoi l'utilisation de la biocatalyse remplace à grande échelle de nombreux procédés chimiques (**Bacchi, 2006**).

Le marché des enzymes industrielles, est en pleine croissance grâce, à la diversification et à l'apparition de nouveaux domaines d'application tel que l'industrie des détergents, l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique (**Lagrari, 2019**).

### **5.6 Les principales étapes de la production des enzymes :**

La production d'enzymes se fait par l'intervention de microorganismes tels que les bactéries et champignons dans un substrat dont la nature dépend de type d'enzymes à produire. Généralement pour produire une quantité d'enzymes importantes on utilise des fermentateurs.

Les fermentateurs utilisés atteignent des volumes de 5 à 10 L pour ceux du laboratoire et jusqu'à 500 000L pour les industriels (**Madigan et Martinko, 2007**). Suivant les types d'enzymes à produire et les procédés ; la fermentation peut durer de 30 à 150 heures. Elle se fait dans un milieu

riche, où les paramètres physico-chimiques sont régulés en continu tel la température, pH, oxygène. Pour confirmer le bon déroulement de la fermentation une évaluation de l'activité enzymatique est effectuée à intervalles réguliers.

Dès que la fermentation est terminée, la culture est refroidie entre 3°C et 5°C et les enzymes sont récupérées après être séparées des cellules et du milieu (centrifugation ou filtration). Enfin, les enzymes sont traitées de façon à obtenir une préparation commerciale répondant aux critères de pureté et de stabilité souhaités (**Benslama, 2016**).

### **5.7 Les lipases :**

Les lipases sont des enzymes appartenant à la famille des hydrolases d'esters carboxyliques, qui dégradent les triglycérides en diglycérides, monoglycérides, acide gras et en glycérol (**Aggoune et Marouf, 2017**) ; c'est des protéines monomères, d'un poids moléculaire de 19 à 60 kDa, leur activité dépend généralement du pH (neutre) et de la température (basse) (**Prem et al, 2020**). Ces enzymes peuvent être d'origines végétale, animale, ou microbienne (**Rihani, 2012**). Les lipases microbiennes ont une grande importance dans différents domaines industriels (laiterie, tannage, détergents, industrie pharmacologique), grâce à leur sélectivité, stabilité, spécificité de substrat (**Véra et al, 2019**) et leur simplicité (**Rihani, 2012**).

L'isolement des microorganismes producteurs de lipases se fait généralement à partir des milieux extrêmes comme la mer morte, l'Antarctique, les lacs alcalins, les sources chaudes, les cheminées volcaniques et les sols fortement contaminés, ce qui offre à ces microorganismes un bon potentiel pour la production des lipases et une grande résistance aux conditions du milieu (**Prem et al, 2020**).

En générale les lipases sont produites par la microflore bactérienne et fongique, cependant les lipases fongiques sont plus demandées, en raison de leur stabilité thermique, stabilité du pH, spécificité du substrat et leur activité dans les solvants organiques.

#### **5.7.1 Application industrielle des lipases :**

Après la production industrielle des lipases et le conditionnement, ces derniers vont être appliqués dans diverses industries :

➤ **Application dans l'industrie détergents :**

Utilisées dans les lessives ménagères, pour éliminer les taches d'huile et de graisses qui sont difficiles à enlever, dans ce cas les lipases fragmentent en petites particules les taches (**Rihani, 2012**).

➤ Application dans la biorémediation :

Les lipases jouent un rôle dans la biorémediation, en dépolluant les sols contaminés et les environnements pollués avec les hydrocarbures et les déchets des industries (**Aggoune et Marouf, 2017**).

➤ Application en industrie de cuir:

Leur utilisation permet de réduire la quantité de surfactant et de détergent utilisés, en lavant les peaux avant le tannage, dans des bains alcalins contenant des lipases pour éliminer les graisses cutanées, afin d'avoir des peaux souples et élastiques (**Rihani, 2012**).

➤ Application dans l'industrie du papier :

Pour améliorer la qualité du papier, souvent on utilise les lipases afin de limiter et contrôler la poix (mélange mou et collant à base de résine et de goudron végétal) (**Aggoune et Marouf, 2017**).

➤ Application en pharmacologie et en médecine :

Les lipases sont utilisées en pharmacologie et en médecine pour la fabrication des traitements de la perte des cheveux et des maladies du cuir chevelu, également elles rentrent dans le traitement des tumeurs malignes en tant qu'activateurs du facteur de nécrose tumorale, ainsi que leur utilisation dans les traitements anti-obésité (**Prem et al, 2020**).

➤ Application en production fromagère :

Les lipases jouent un rôle important dans ce genre de production, surtout dans l'hydrolyse de la matière grasse du lait, l'amélioration de la saveur des fromages et l'accélération de l'affinage du fromage (**Prem et al, 2020**).

Généralement, la production des enzymes (telles que les lipases) est effectuée, en utilisant, deux types de fermentations ; une solide SSF (pour Solid State Fermentation) et l'autre liquide ou submergé SmF (Submerged Fermentation).

### **5.7.2 Procédé de la production des lipases en valorisant les margines par fermentation :**

Dans cette dernière étapes de notre synthèse bibliographique et dans le cadre de la valorisation par fermentation des margines issus de l'industrie de l'huile d'olive on s'est intéressé aux étapes aboutissant à la production de lipase comme sous-produit à valeur ajoutée. Notre étude est basée sur des travaux scientifiques publiés sous forme d'articles où on a essayé de comparer les

différentes étapes du procédé avec les différentes publications. Tous cela rentre dans le cadre de la détoxification des margines et la décomposition des composés phénoliques contenus dans ces dernière, ce qui peut non seulement permettre d'obtenir des produits à valeur ajoutée mais aussi de bioremédier ces déchets et protéger l'environnement des différentes pollutions.

Il est a signalé que la production de lipases est toujours à l'échelle de laboratoire.

#### **5.7.2.1 Matériel biologique :**

Le matériel biologique est composé de :

##### **5.7.2.1.1 Matériel végétale :**

Le matériel végétal de base utilisé pour la production des lipases sont les margines qui sont de déchets liquides de la production d'huile d'olive. elles sont collectées de différentes huileries à différents systèmes d'extraction, puis transportées au laboratoire où elles subissent une filtration , centrifugation et purifier , puis subiront un contrôle consistant à faire une série d'analyse physico-chimiques portant sur les paramètres suivants pH, DCO, TN, taux de composés phénolique, sucres réducteurs et lipides, afin d'évaluer la qualité de l'échantillon. D'après les travaux de (**Vera et al, 2019**), les margines sont filtrées et centrifugées avant leur utilisation ; alors que dans les expérimentations de (**Luis et al, 2012**), dans les deux cas les margines sont stérilisées à 120°C pendant 20min pour les utiliser comme substrat.

##### **5.7.2.1.2 Matériel microbien :**

Les souches qui sont utilisées dans la production des lipases, sont généralement issus de la flore fongique, elles sont isolées, identifiées, et référencées, puis conservées dans des banques de données (**Luis et al, 2012; Bruna et al, 2021**).

##### **5.7.2.2 Préparation d'inoculum :**

Plusieurs souches fongiques (*Aspergillus* et *Candida*) (voir annexe II) ont été utilisées afin de produire des lipases par fermentation dans le cadre de la valorisation biotechnologique des margines. Les souches qui étaient au préalable conservées au laboratoire vont être ensemencées dans un milieu de culture afin de vérifier leur pureté et leur viabilité. Pour *Candida* (**Bruna et al ,2021**) a utilisé le milieu YPD et pour *Aspergillus* (**Luis et al, 2012**) a utilisé des plaques de gélose de malte (MEA).



### **5.7.2.3 La pré- fermentation :**

C'est une étape qui prépare le microorganisme à produire les lipases et permet l'évaluation du taux de la production et l'activité du produit synthétisé mais elle est précédée par une vérification de la capacité de ses souches à produire les lipases pour cela dans la majorité des travaux mentionnés les auteurs ont utilisé des plaques de 96 puits et des boîtes des pétries (**Luis et al, 2012 ; Bruma et al, 2021**). Généralement, la pré- fermentation est réalisée dans des fioles de 250 ml ou 500 ml, où le milieu de culture (marges) à qui on ajoute de l'azote(**Bruma et al, 2021**) et les minéraux (**Luis et al, 2012**) est inoculé avec les souches à intérêt. Pour évaluer l'effet des éléments ajoutés aux marges sur le développement des souches inoculées un contrôle quotidien de certains paramètre(pH, température ...)a été réalisé.

### **5.7.2.4 La fermentation en bioréacteur de laboratoire :**

Après une pré-culture et préfermentation l'inoculum est ajouté au substrat stérile contenu dans le bioréacteur, il est à signaler que dans la majorité des expérimentationréalisées, les fermentateurs sont de petits volumes (2L).durant tout au long de l'incubation des contrôles quotidiens de certains paramètres comme le pH,la température, la vitesse d'agitation ; afin de s'assurer du bon déroulement de la fermentation (**Luis et al, 2012 ; Bruna et al, 2021**).

### **5.7.2.5 Extraction et purification :**

A la fin de la fermentation et après filtration et centrifugation le surnageant est récupéré et va subir une extraction et purification par chromatographie puis une immobilisation en utilisant un support en cellulose modifiée, argile, charbon actif et des morceaux de briques ou de matériau poreux, qui sont utilisées pour séparer les lipases. Ces derniers doivent subir une série de test de pH, activité, stabilité à des températures différentes, leur spécificité par rapport à l'acide gras ainsi que leur point isoélectrique dans la région acide et basique.

## Conclusion :

L'olivier est un arbre très connue dans le monde entier, pour son fruit l'olive qui est utilisé dans la production d'huile d'olive.

La production de l'huile d'olive, est une industrie très importante dans la région méditerranéenne, surtout en Algérie. Elle est très riche en antioxydant et en vitamines, la raison pour laquelle, est beaucoup utilisée dans nombreux domaines (en médecine, en cosmétologie ....) ; son extraction se fait selon des systèmes (système à deux phases et à trois phases), chaque système dégage des déchets solides (grignons) et liquides (margines).

Les margines sont des déchets liquides issus de l'extraction d'huile d'olive, elles sont de couleur brune à brune- rougeâtre, connu pour leur effet polluant due à la forte teneur des composés phénoliques ; malgré que leur effet polluant élevé , ces effluent sont soit brulées, soit jetées directement dans l'environnement, ce qui induit à la pollution des sols, des eaux et même la pollution de l'air, pour cela l'Algérie pense à valoriser ces dernières .

Ces eaux de végétation sont valorisées pour avoir de nombreux produits comme les biofertilisant, les biopesticides, les antibiotiques, les enzymes et d'autres produits à valeur ajoutée utilisés dans différents domaines tel que l'industrie, la médecine, l'agronomie ...etc. en plus de l'exploitation de ces sous-produits oléicoles , la valorisation nous permet de protéger et remédier l'environnement des différents polluants organiques et chimiques qui participent au déséquilibre de l'écosystème et la destruction de la chaine trophique ainsi que la protection de la santé humaines.

On peut valoriser les margines par plusieurs méthodes la plus récente est la valorisation biotechnologique des margines par fermentation en utilisant des microflores fongiques come *Aspergillus* et *Candida* (**AnnexeII**), particulièrement leur valorisation pour la production des

enzymes spécialement les lipases. Cette production passe par la récupération des margines et leur filtration puis prépare l'inoculum un procédé qui au préalable a criblé, identifié, et testé ensuite on fait une fermentation dont les conditions physico-chimiques contrôlées, une cette dernière est terminée, on procède à l'extraction, purification et caractérisation.

Beaucoup de travaux de recherches au niveau des différentes universités Algériennes sont au cours de la recherche pour remédier aux problèmes de pollution due aux rejets anarchique des margines dans l'environnement et cela peut avoir des conséquences positives sur l'écologie et l'environnement en même temps sur l'économie car cette valorisation va engendrer de divers sous-produits à valeur ajoutée qui seront appliquer dans plusieurs domaines.

En perspectives il sera intéressant d'approfondir et de varier ses études de la valorisation afin de les appliquées à l'échelle industriel.

## Références bibliographiques :

- Abbas. H et Zitouni. F., 2019- Caractérisation morphologique et étude phytochimique de l'extrait des feuilles de trois variétés d'olivier *Olea europaea* L. dans la région de Biskra [en ligne]. Mémoire de Master. Université Mohamed Khider de Biskra, Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie, Département des sciences de la nature et de la vie, Domaine : Sciences de la nature et de la vie, Filière : Sciences biologiques, Spécialité : Biochimie appliquée, 34p. disponible sur : « [http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/13562/1/ABBAS\\_Hafidha\\_et\\_ZITOUNI\\_Fifi.pdf](http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/13562/1/ABBAS_Hafidha_et_ZITOUNI_Fifi.pdf) » (consulté le : 06/06/2021).
- Abdelkebir O., Diafi L & Djemiat S., 2020- Caractérisation morphologique de la variété Chemlal d'olivier (*Olea europaea*) de deux régions (M'sila et Bouira) et évaluation de la qualité de l'huile d'olive [en ligne]. Mémoire de master. Université Mohamed Boudiaf - M'SILA, département : Sciences agronomiques, option : Production Végétale ; 44p.
- Abdelkebir O., DIAFIL., Djemiat S., 2020- Caractérisation morphologique de la variété Chemlal d'olivier (*Olea europaea*) de deux régions (M'sila et Bouira) et évaluation de la qualité de l'huile d'olive. [En ligne], mémoire de master. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA, département : Sciences agronomiques, option : Production Végétale, 44p. Abdessemed S., 2017- Contribution à la caractérisation et à l'identification des écotypes d'olivier *Olea europaea* L dans la région des Aurès [en ligne]. Thèse de doctorat. Université de Batna 2, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département Ecologie et Environnement, 106p.
- Abdessemed. S., 2017- Contribution à la caractérisation et à l'identification des écotypes d'olivier *Olea europaea* L dans la région des Aurès [en ligne]. Thèse de doctorat. Université de Batna 2, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département Ecologie et Environnement, 106p. disponible sur : « <http://eprints.univ-batna2.dz/1415/1/ABDESSEMED%20Sanna.pdf> » (consulté le : 24/05/2021).
- Aggoun A., 2016- Caractérisation de la composition en micro-constituants des margines issues de la production oléicole et utilisabilité comme complément dans la ration chez la vache laitière [en ligne]. Thèse de doctorat en sciences. Université Frères Mentouri-Constantine, Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires inataa, Spécialité : Sciences Alimentaires. Option : Biotechnologies Alimentaires ; 175p.
- Aggoune W et Marouf S., 2017- L'Optimisation de la production de lipases par *Aspergillus* sp. [en ligne]. Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri Constantine, Faculté des Sciences

de la Nature et de la Vie, Département : microbiologie, Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie, Filière : Sciences Biologiques, Spécialité : Ecologie Microbienne. Disponible sur : « <https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2017/L%E2%80%99Optimisation%20de%20la%20production%20de%20lipases%20par%20Aspergillus%20sp.pdf> » (consulté le : 28/06/2021).

- AgroAgri Instruments., 2013-Contrôle de la qualité de l'huile d'olive [en ligne]. Disponible sur : « <https://www.agro-agri.fr/controle-qualite-huile-olive.html> » ( Consulté le 09/06/2021).
- Ait Habib S et Ouikene A., 2017- Etude de quelques caractéristiques physico-chimique de l'huile d'olive de la variété Chemlal de la région de MAATKAS Tizi-Ouzou [en ligne]. Mémoire de master en biologie. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Département de Biologie Animale et Végétale, Option :Oléiculture-Oléotechnie ; 29p.
- Amic A et Dalmasso C., 2013-Unité de valorisation complète de déchets oléicoles par lombricompostage : Production de produits à haute valeur ajoutée : lombricompost, savon, collagène et lombrics [en ligne].Master SET, master 2 professionnel SEB VaBB . Université Aix-marseille: science de l'environnement terrestre, institut Méditerranéen de biodiversité et d'écologie, IMBE,UMR7263 du CNRS, Faculté des sciences et techniques Campus Saint-jêrome ; 32p.
- Anginot P., 2010 – *huile d'olive : de l'arbre à la table*. Ed. Neva, France, 119p.
- Aouadi A., 2021- Valorisation nutritionnelle et environnementale d'un sous-produit oléicole ( margine) via la réduction de la méthogène ruminale [en ligne]. Thèse de doctorat. Université L'Arbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi, Faculté Des Sciences Exactes et des Sciences de La Nature et de La Vie, Département des Sciences de La Nature et de La Vie ; 103p.
- Aoukli M et Chettouhe S., 2019- Etude et qualitative des huiles d'olive de la région de DJAAFRA [en ligne]. Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahim B.B.A, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Département des Sciences Biologiques, Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie, Filière : Sciences Biologiques, Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire ; 41p.
- Aoukli. M. N et Chettouhe. S., 2019- Etude et qualitative des huiles d'olive de la région de DJAAFRA . [en ligne]. Mémoire de Master, Université Bourdj Bou Arreridj, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Département des Sciences Biologiques, Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie, Filière : Sciences Biologiques, Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire . Disponible sur : « [https://dspace.univ-bba.dz/bitstream/handle/123456789/106/m428.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0SHugnCxAWehPkc46g9-o5no0tHRHJ1D9J3qbKzKfReSt10kE1k2\\_qEo0](https://dspace.univ-bba.dz/bitstream/handle/123456789/106/m428.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0SHugnCxAWehPkc46g9-o5no0tHRHJ1D9J3qbKzKfReSt10kE1k2_qEo0) » ( consultée le : 28/06/2021).
- Aurel., 2011- Caractéristiques physico- chimiques de l'huile d'olive [en ligne]. Disponible sur : « <https://www.ingenieurs.com/documents/cours/caracteristiques-physico-chimiques-de-l-huile-d-olive--150.php> » (Consulté le 06/06/2021).
- Azzouni M A et Benariba K., 2017- Comparaison physico-chimique et organoleptique de quelques huiles d'olives de la région de Tlemcen [en ligne]. Mémoire de Master. Université de Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Département d'Agronomie, Option : Industries agro-alimentaires et contrôle qualité, 73p.
- Baba hamed. A.M., 2017- Effet des facteurs agro-écologique sur le rendement et
- Bataiche I., 2014- Recherche de nouvelles potentialités de *Yarrowia lipolytica*, isolé de différents milieux naturels pour des applications biologiques [en ligne]. Thèse de Doctorat. Université

Constantine 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Département de Microbiologie, 131p. Disponible sur :

« <http://archives.umc.edu.dz/bitstream/handle/123456789/130608/BAT6611.pdf?sequence=1&isAllowed=y> » (consulté le : 29/06/2021).

- Benabid H., 2009- Caractérisation de l'huile d'olive algérienne [en ligne]. Thèse de doctorat en sciences. Université mentouri de Constantine, institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agro-alimentaires (inataa), Spécialité : Sciences Alimentaires ;109p .
- Benaziza A et Semad D., 2016- Oleiculture : Caracterisation De Six Varietes d'olives introduites Dans Le Sud – Est Algerien, Vol.12, No.33, pp.537-553. [En ligne].
- Bendjedou M et Selaimia A., 2020- Analyses et traitement des effluents des huileries d'olives [en ligne]. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 Guelma, Faculté des Mathématiques et de l'Informatique et des Sciences de la Matière, Département des Sciences de la Matière, Spécialité : Chimie physique ; 54p.
- Benrachou N., 2013- Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien [en ligne]. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba, Faculté des sciences, Département de Biochimie, Laboratoire de Biochimie et Microbiologie Appliquée, Biochimie Appliquée.
- Benslama A., 2016- Les substances d'origine microbienne, les enzymes [en ligne]. Université Mohamed Khider-Biskra, faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie, département des sciences de la nature et de la vie ; 41p.
- Boskou D., 2006- *Olive oil*. Ed Boskou D, 282p.
- Bouassila L et Mayouf M., 2017- Etude physicochimique et évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne de trois types d'huile d'olive issus de différentes méthodes d'extraction dans les régions de Kadiria et Lakhdaria de la Wilaya de Bouira [en ligne]. Mémoire de Master. Université Akli mohand Oulhadj – Bouira, Domaine : SNV, Filière : Sciences Biologiques, Spécialité : analyses biologiques et biochimiques ;
- Bouassila. L et Mayouf. M., 2017- Etude physicochimique et évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne de trois types d'huile d'olive issus de différentes méthodes d'extraction dans les régions de Kadiria et Lakhdaria de la Wilaya de Bouira [en ligne]. Mémoire de Master. UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA, Domaine : SNV, Filière : Sciences Biologiques, Spécialité : analyses biologiques et biochimiques. disponible sur : <http://dspace.univ-bouira.dz:8080/jspui/handle/123456789/4637> (consulté le : 01/06/2021).
- Boukhari. R., 2014 - Contribution à l'analyse génétique et caractérisation de quelques variétés d'olivier et l'influence de l'environnement sur leurs rendements au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou [en ligne].mémoire de Magister en agronomie. université Tlemcen, Faculté des sciences de la nature et de la vie, de la terre et de l'univers, Département des Sciences Agronomiques et des Forêts, option : Amélioration de la Production Végétale et Biodiversité,p68. Disponible sur : « <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/5449/1/Magister-boukhari-rachid.pdf> » (consulté le : 15/05/2021).
- Boulfane S., Maata N., Anouar A & Hilali S., 2014. Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc. Journal of Applied Biosciences, vol.87, pp.8022– 8029 [En ligne].
- Boutata F., 2017- Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques et l'appréciation organoleptique de quelques variétés d'huile d'olive de quelques wilayas de l'Est Algérien [en ligne]. Mémoire de Master, domaine Chimie .Spécialité Chimie Alimentaire ; 68p.

- Bouzera M et Kechi Z., 2017- Effets des margines sur la fertilité du sol [en ligne].Mémoire de master. Université Abderrahmane MIRA-Bejaia, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Sciences Biologiques de l'Environnement, Filière : Sciences Biologiques, Option : Environnement et Santé Publique ; 35p.
- Bruna D ; Marlene L ; Renata R ; Ana S ; Isabel B., 2021- Candida tropicalis as a Promising Oleaginous Yeast for Olive Mill Wastewater Bioconversion [en ligne]. Energies. Vol. 14, n°3. pp.1-21 . disponible sur : « <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/3/640/htm> » (consulté le : 03/07/21).
- Cen J ; Zhen L ; Yuan T ; Danfeng D ; Yibing P., 2016- Significance of hyphae formation in virulence of Candida tropicalis and transcriptomic analysis of hyphal cells [en ligne]. Microbiological research, Vol. 192, pp.65-72. Disponible sur: « <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501316303093?via%3Dihub> » (consulté le : 05/07/2021).
- Chatelain L., 2020 – l’huile d’olive est elle vraiment bonne pour la santé ?. santé magazine. [en ligne]. Disponible sur : « <https://www.santemagazine.fr/alimentation/aliments-et-sante/lhuile-dolive-est-elle-vraiment-bonne-pour-la-sante-171034> ».
- Cheikh M., 2016- Caractérisation des Acides Gras de l'Huile d'Olive de Sabra en corrélation avec l'évaluation Sensorielle et l'Analyse Physico-chimique [en ligne]. Mémoire de master. Université de Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire, 67p.
- Chillet P., 2011-Opérations unitaires en génie biologique volume 3, la fermentation. Edition CRDP d'aquitaine, bordeaux ; 111p.
- Chouchane A., 2012- Etude expérimentale et théorique de procédés de valorisation de sous-produits oléicoles par voies thermique et physico-chimique [en ligne]. Université de Haute Alsace - Mulhouse, 2010. Français, Alimentation et Nutrition ; 208p.
- Conseil oleicole international (COI)., 2007.[En ligne].Disponible sur : « <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2019/11/COI-T.20-Doc.-N%C2%BA-4-R%C3%A9v1-2007-Fr.pdf> » ( Consulté le 08/06/2021).
- Conseil oleicole international (COI)., 2019.[En ligne].Disponible sur :
- Dimitrios B., 2015 – olive oil chemistry and technology [ en ligne]. Disponible sur: « [https://books.google.dz/books?id=Nc9VCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=olive+oil+chemistry+and+technology&hl=fr&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=olive%20oil%20chemistry%20and%20technology&f=false](https://books.google.dz/books?id=Nc9VCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=olive+oil+chemistry+and+technology&hl=fr&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=olive%20oil%20chemistry%20and%20technology&f=false) » ( consulté le : 06/06/2021).
- Djeddi. A.,2014- Généralité sur l’olivier,22p. Etude de l’influence de la mouche de l’olive Bactrocera oleae sur la production oléicole dans la région de M’Sila : cas du verger de Nouara . [en ligne]. Mémoire de Master. Université M’sila, faculté des sciences, département des sciences agronomiques. Disponible sur : « <http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8530/Chapitre%20I%20G%20a9n%20a9r%20alit%20a9%20sur%20e%2080%99Olivier.pdf?sequence=3&isAllowed=y> » ( consulté le : 22/05/2021).
- El-Hajjouji H., Fakharedine N., Ait Baddi G., Winterton P., Bailly J.R., Revel J.C. & Hafidi, M., 2007-Treatment of olive mill waste-water by aerobic biodegradation: an analytical study using gel permeation chromatography, ultraviolet-visible and Fourier transform infrared spectroscopy, Vol. 98, num.18, pp. 3513-3520. [En ligne].
- Fedila O et Tibarious S., 2016-Valorisation des margines par épandage agricole [en ligne].Mémoire de master.Université A. Mira – Bejaia, Faculté des Sciences de la Nature et de la

- Vie, Département de : des sciences biologiques de l'environnement, Filière : Santé et environnement, Spécialité : Environnement et santé publique ; 43p.
- Frédérick., 2007- La microbiologie en agro-alimentaire <http://www.technobio.fr/article-7203494.html>
  - Freepdf.,2020-Fed batch fermentation.Disponible sur : « <https://freepdf-actual.blogspot.com/search?q=Fed-Batch+Fermentation&max-results=8> »(consulté le 24/06/2021).
  - Gharabi. D ., 2018- Effet du stress salin sur le comportement physiologique et morpho-biochimique de jeunes plants de variétés d'olivier cultivé (*Olea-europea*) locales et introduites non greffés et greffés sur oléastre " [en ligne]. Thèse de doctorat. UNIVERSITE DE SIDI BEL ABBES, FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE, Département des Sciences de l'Environnement, Spécialité : Sciences de L'Environnement, Option : Inventaire, valorisation et écologie de la restauration, 93p. Disponible sur : « [http://rdoc.univ-sba.dz/bitstream/123456789/2369/1/D\\_Senv\\_GHARABI\\_Dhia.pdf](http://rdoc.univ-sba.dz/bitstream/123456789/2369/1/D_Senv_GHARABI_Dhia.pdf) » (consulté le : 24/05/2021).
  - Gharbi I., Issaoui M & Hammami M., 2013- La filière huile d'olive en Tunisie, Vol. 21,num.6. [En ligne].
  - Ghout. L et Hadjam. K., 2013- Contribution à l'étude morphologique de quelques variétés d'olivier (*Olea europaea* L.) algériennes [en ligne]. Mémoire de Master. Université Abderrahmane MIRA de Bejaia, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département des Sciences Biologiques de l'Environnement, 55p. Disponible sur : « <http://www.univ-bejaia.dz/dspace/handle/123456789/5447?show=full> » (consulté le : 04/06/2021).
  - Gueham S et Harikeche S., 2019-Vérification d'un système de traitement des margines [en ligne].Mémoire de master. Université de Jijel, Faculté des Sciences et Technologie, Département des génies des procédés, Filière : science et génies de l'environnement, Option : Génie des procédés de l'environnement ; 37p.
  - Haddou. D.F., 2017- L'infestation de la Teigne de l'olivier dans quelques vergers [en ligne]. Mémoire de MASTER en Agronomie : Amélioration végétale, UNIVERSITE de TLEMCCEN, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Département Agronomie, 55p. Disponible sur : « <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/12128/1/hadou.pdf> » (consulté le : 21/05/2021).
  - Halah A., 2003- Etude de la biodégradation des effluents des huileries (margines) et leur valorisation par production de l'enzyme tannase [en ligne].Thèse de doctorat. Université Sidi mohamed ben abdellah, Faculté des sciences dhar el mehraz fes, Domaine : Biologie cellulaire et moléculaire appliquée à l'environnement et à la santé, Spécialité : Microbiologie de L'Environnement ; 155p.
  - Hamdi M.,1993- Nouvelle conception d'un procédé de dépollution biologique des margines, effluents liquides de l'extraction de l'huile d'olive [en ligne]. Thèse de doctorat. Université de Provence Aix• Marseille 1, Spécialité Biologie cellulaire et Microbiologie ; 168p.
  - Hammoudi. Y et Zidani. A., 2020- Les insectes xylophages de l'olivier [en ligne]. Mémoire de Master. Université de M'sila, DOMAINE : SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE, FILIERE : SCIENCE AGRONOMIQUES, OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX , 29p. disponible sur : « <http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/22586/%d8%a7%d9%84%d9%85%d8%b0%d9%83%d8%b1%d8%a9%20%20%d8%a7%d9%84%d9%86%d9%87%d8%a7%d8%a6%d9%8a%d8%a9.pdf?sequence=1&isAllowed=y> » (consulté le : 22/05/2021).



- Helena V., Zelewit M., 2018-Oliveressource végétale [en ligne]. Disponible sur : « [https://www.rochambeau.org/uploaded/NEWS/2017\\_2018/SVT/All-posters2.pdf](https://www.rochambeau.org/uploaded/NEWS/2017_2018/SVT/All-posters2.pdf) ». (Consulté le 6/6/2021)
- Hetatache A., 2014-Modélisation floue de type takagi-sugeno appliquée à un bioprocédé [en ligne]. Mémoire magister, université ferhat abbas – setif-1-UFAS (Algérie), faculté de technologie, département d'Electronique, option : Contrôle ; 57p.
- Hussenet C., 2017-Instrumentation, modélisation et automatisation de fermenteurs levuriers à destination œnologique [en ligne]. Université Paris-Saclay ; 163p.
- Iddir A., 2020- Etude comparative du comportement des huiles d'olive durant leur stockage. Influence du climat, l'altitude et la date de récolte [en ligne]. Thèse de doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département d'Agronomie, Filière : Science Agronomique, Option : Technologie Agro-Alimentaire, 84p.
- Iddir. A., 2020- Etude comparative du comportement des huiles d'olive durant leur stockage. Influence du climat, l'altitude et la date de récolte [en ligne]. Thèse de doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département d'Agronomie, Filière : Science Agronomique, Option : Technologie Agro-Alimentaire, 84p. disponible sur : « <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/13290/Th%c3%a9se%20IDDIR%20A%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y> » (consulté le : 27/05/2021).
- Kaaloul. R., 2020- VALORISATION DES DECHETS SOLIDES D'HUILERIE CAS DE GRIGNONS D'OLIVE COMME AGREGAT D'UN BETON ALLEGE [en ligne]. Mémoire de master. Université Mohamed Boudiaf (M'sila), 45p. Disponible sur : « <http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/handle/123456789/23631> » (consulté le : 18/05/2021).
- Kadi. K et Hassaine. N., 2016- Etude des caractéristiques physico-chimiques de quelques variétés d'huile d'olive de deux régions de la willaya de Tizi-Ouzou [en ligne]. Université de Tizi-Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Département des Sciences Biologiques, Spécialité : Oléiculture oléotechnie, 51p. Disponible sur : « <https://dl.ummo.dz/bitstream/handle/ummo/4397/Kadi%20Khider%20%20%26%20%20Hassaine%20Nadia.pdf?sequence=1&isAllowed=y> » (consulté le : 22/05/2021).
- Kasraoui., 2010 – l'olivier [en ligne]. Disponible sur : « <http://www.kasraoui.com/Secteur-Agricole/Olivier.html> » (consulté le : 06/06/2021).
- Kheribeche A., 2008- Récupération de l'huile de grignon d'olive : extraction solide-liquide [en ligne]. Mémoire de magister. Université 08 mai 1945 Guelma, Faculté des Sciences et de l'Ingénieur, Département de Génie des Procédés ; 53p.
- Kolder G et Oudejans D., 2020-La biotechnologie en bioréacteurs ou fermenteurs : une technologie aux nombreuses applications [en ligne].
- Koukouch A., Idlimam A., Asbik M., Amine A., Zegaoui O., Sarh B & Khmou A., 2015-L'effet d'épaisseur et d'huile résiduelle sur la cinétique de séchage des grignons d'olives de la région de Meknès (Maroc), pp. 1-4. [En ligne].
- la qualité d'huile d'olive [en ligne].mémoire de Master. Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Département des Sciences Agronomiques, Option : Amélioration végétale, pp.132.
- Labdaoui D., 2017- Impact socio-économique et environnemental du modèle d'extraction des huiles d'olives à deux phases et possibilités de sa diffusion dans la région de Bouira (Algérie) [en ligne]. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département d'Agronomie, Filière :Sciences Agronomiques, Option : Technologie Agro-Alimentaire, 161p.

- Lassus.S et Gillette.C ., 2017- Huile d'olive - Composition, bienfaits et utilisation. Passeport santé [en ligne]. Disponible sur : « <https://www.passeportsante.net/huiles-vegetales-g152/Fiche.aspx?doc=huile-olive> »
- Leulmi N., 2011- La valorisation nutritionnelle des margines et de leur impact sur la réduction de la méthanogénèse ruminale chez l'ovin [en ligne]. Mémoire de Magister. Université Mentouri Constantine, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biochimie et de Microbiologie Spécialité : Microbiologie appliquée, Option : Biotechnologie microbienne ; 74p.
- Luis A ; Felisbela O ; Danielle D ; Cristina G ; Isabela B., 2012- Lipase production by *Aspergillus ibericus* using olive mill wastewater, *Bioprocess and Biosystem Engineering*, vol. 36, pp. 285-291. [en ligne]. Disponible sur : « <https://link.springer.com/article/10.1007/s00449-012-0783-4> » ( consulté le : 23/06/2021).
- Maamra F et Maissa N., 2018- Caractérisation des enzymes protéolytiques des souches fongiques isolées à partir du sol saharien [en ligne].Mémoire master, université Echahid hamma lakhdar-Eloued, faculté des science de la nature et de la vie, département de biologie cellulaire et moléculaire, Spécialité : Biochimie appliquée, 74p.
- Mahhou A., Jermmouni A., Hadiddou A., Oukabli A & Mamouni A., 2014- Période de récolte et caractéristiques de l'huile d'olive de quatre variétés en irrigué dans la région de Meknès, pp. 05-15. [En ligne].
- Mbourmad S., 2011- Extraction des polyphénols à partir des Margine et valorisation en tant qu'anti oxydant naturel dans les huiles végétales[en ligne].Mémoire de magister en sciences agronomique. Ecole nationale supérieure agronomique El Harrache-Alger, Option science alimentaire ; 126p.
- Madigan M ; Martinko J., 2007- bioioie des micro-organimas, Ed.pearson.
- Mimouni M et Djeridi S., 2019- Qualité et activité anti-oxydante d'huile d'olives filtrée et non, issue de l'exploitation Koutama [en ligne]. Mémoire de Master. Université Mohammed elsaddik ben yahia- Jijel, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département : Microbiologie Appliquée et Sciences Alimentaires, Filière : Sciences Alimentaires, Option : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité ; 76p.
- Missat L., 2012- Perspectives de développement de l'olivier dans les Monts des Ksour [en ligne]. Mémoire d'ingénieur. Université de Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, DEPARTEMENT D'AGRONOMIE. Disponible sur : « <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/7678/1/MISSA-LAKHDAR.pdf> » (consulté le : 04/06/2021).
- Moussouni I., 2016- Contribution à L'étude physico-chimique des échantillons d'huile d'olive et leur mélange [en ligne]. Mémoire de Master En Sciences des aliments. Université de Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Département de Biologie ; 48p.
- Ogab. S et Zoudji. F. Z ., 2017- Caractérisation morphologique, culturelle et pathogénique de *Verticillium dahliae* Kleb., agent causal de la verticilliose de l'olivier (*Olea europea* L.). Mémoire de Master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, pp. 38. Disponible : « <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/7315/OGAB%20Saliha.pdf?sequence=1&isAllowed=y> » (consulté le : 11/05/2021).
- Ouadjir S et Yahiaoui R. ,2016- Valorisation des margines par fermentation [en ligne]. Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Département de Biochimie – Microbiologie, Filière : Biologie, Option : Microbiologie Appliquée ; 54p.

- Ouadjir S et Yahiaoui R., 2016- Valorisation des margines par fermentation [en ligne].Mémoire de master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Département de Biochimie – Microbiologie, Filière : Biologie Appliquée ,Option : Microbiologie ; 54p.
- Ouazani., 2017- Qualité d’huile d’olive. <https://www.agri-mag.com/2017/06/6771/>
- Owen, R.W, Mier, W, Giacosa, A, Hull, W.E, Spiegelhalder, B. & Bartsch, H., 2000-Phenolic compounds and squalene in olive oils: the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignansand squalene . Food and Chemical Toxicology ,Vol. 38, num.8, pp.647-659. [En ligne].
- Prem C ; Enespa RS ; Pankaj KA., 2020- Microbial lipases and their industrial applications: a comprehensive review . microbial cell Factories, Vol. 19, n°.169, pp.1-42. Disponible sur : « <https://microbialcellfactories.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12934-020-01428-8.pdf> » ( consulté le : 06/07/2021).
- Rihani A., 2012- Screening de microorganismes producteurs de lipases : application dans la biodécontamination de surface [en ligne]. Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar-Annaba, Faculté des Sciences, Département de Biochimie, Option : Bioprocédés, 57p. Disponible sur : « <https://biblio.univ-annaba.dz/wp-content/uploads/2014/03/memoire-alima.pdf> » (consulté le : 29/06/2021).
- Roussas S., Perraud-Gaime I., Lakhtar H., Aouidi F., Labrousse Y., Belkacem N., Macarie H & Artaud J., 2009-Valorisation biotechnologique des sous produits de l’olivier par Fermentation en Milieu Solide, Olivebioteq 2009, pp. 293-300.[En ligne].
- Saad D., 2009- Etude des endomycorhizes de la variété Sigoise d’olivier (*Olea europea* L.) essai de leur application à des boutures semi-ligneuses [en ligne]. Mémoire de Magister en Biotechnologie, Option Intérêt des microorganismes en Agriculture et en Agro-alimentaire, Université D’Oran, 98p.disponible sur : « <https://theses.univ-oran1.dz/document/TH2941.pdf> » (consulté le : 06/05/2021).
- Saoudi S., 2017- Contribution à l’étude des sous-produits oléicoles générés par les huileries dans la région de M’chedallah [en ligne]. Mémoire de master. Université Akli mohand oulhadj – Bouira, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre, Département de biologie, Domaine : SNV, Filière : Sciences Biologiques, Spécialité : Sciences et gestion de l’environnement ; 38p.
- Sbai G et Loukili M., 2015-traitement des margines par un procédé couplant la coagulation floculation et la voie électrochimique, vol.11, Num.9, pp. 158-162. [En ligne].
- Sidhom M et Gaouar S., 2014- Diversité oléicole au niveau de la wilaya de Tlemcen. Ed. universitaires européennes, Booklan, 108p.
- Tabti. D., 2009- REGENERATION IN VITRO DE PLANTS SAINS A PARTIR D’APEX CAULINAIRES D’OLIVIER *Olea europea* L. var. CHEMLAL. [en ligne]. Thèse de Magister . ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL HARRACH – ALGER (ENSA), 78p . disponible sur : « <http://dspace.ensa.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2096/TABTI%20Dalila.pdf?sequence=1&isAllowed=y> » ( consulté le : 09/06/2021).
- Touami. F., 2015- Contribution à la caractérisation morphologique et agronomique de quelques variétés d’oliviers (*Olea europeae*) cultivées dans une région semi-aride (Béni-Ourtilane) [en ligne]. Mémoire de Master. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Département des sciences biologiques, Option : Oléiculture et Oléotechnie , 70p. disponible sur :

- « <https://dl.ummtto.dz/bitstream/handle/ummtto/4375/Touami%20Ferroudja.pdf?sequence=1> » (consulté le : 06/06/2021).
- Louis T., 2018- Technologies des bioprocédés industriels, [en ligne], disponible sur : « <http://monde.ccdmd.qc.ca/ressource/?id=116335&demande=desc> » (consulté le : 06/06/2021).
  - Veillet.S., 2010- Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation [En ligne].Thèse de doctorat. Université d'avignon et des pays de vaucluse (France) ,153p.Disponible sur : « <https://www.theses.fr/2010AVIG0237.pdf> » (consulté le 29/05/2021).
  - Veillet.S., 2010- Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation [En ligne].Thèse de doctorat. Université d'Avignon et des pays de Vaucluse (France) ,153p.
  - Wahaltuch A.,1870- A Dictionary of Materia Medica and Therapeutics,436p. [En ligne].Disponible sur : [https://books.google.dz/books?id=s\\_E0AQAAMAAJ&pg=PA236&dq=oleum+olivae+definition+english&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwj87K-4l\\_7wAhXnyIUKHeyACnYQ6AEwB3oECAMQAg#v=onepage&q=oleum%20olivae%20definition%20english&f=false](https://books.google.dz/books?id=s_E0AQAAMAAJ&pg=PA236&dq=oleum+olivae+definition+english&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwj87K-4l_7wAhXnyIUKHeyACnYQ6AEwB3oECAMQAg#v=onepage&q=oleum%20olivae%20definition%20english&f=false)
  - Ying-Lien C ; Shang-J ; Hsin-Y ; Ya-Lin C ; Virginia N.L; Fitz G; Ursela G; Alice A; Anna V;Joseph H., 2014- Calcineurin Controls Hyphal Growth, Virulence, and Drug Tolerance of Candida tropicalis [en ligne]. Journals ASMorg. Disponible sur: « [https://www.researchgate.net/publication/259809230\\_Calcineurin\\_Controls\\_Hyphal\\_Growth\\_Virulence\\_and\\_Drug\\_Tolerance\\_of\\_Candida\\_tropicalis](https://www.researchgate.net/publication/259809230_Calcineurin_Controls_Hyphal_Growth_Virulence_and_Drug_Tolerance_of_Candida_tropicalis) » (consulté le : 05/07/2021).
  - Zahari A.,Tazi A & Azzi M., 2013-Optimisation des conditions de traitement des margines par un peroxydant K3FexMnyO8 [Optimization of treatment conditions of Olive Oil Mill Wastewater by superoxidant K3FexMnyO8, pp.484-489. [En ligne].
  - Zghari B., Benyoucef F & Boukir A., 2018 -The environmental impact of olive mill wastewater in oussouf river: physicochemical characterization and evaluation by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS), pp. 276-290. [En ligne].
- Zuza –Alves DL ; Walicyranison P ; Rocha S; Guilherme M C., 2017- An Update on Candida tropicalis Based on Basic and Clinical Approaches [en ligne]. NCBI. Disponible sur: « <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5645804/> »

## **Glossaire :**

- 1.Plante allogame** : c'est une plante qui est fécondée par le pollen d'une fleur de la même espèce.
- 2.Fructification bisannuelle** : c'est un phénomène cyclique qui en alternance chez les arbres fruitiers où une année ont une forte production en revanche l'année qui suit avec a une faible production.
- 3.Maladie cryptogamique** : appelée aussi maladie fongique, c'est une maladie causée par des champignons filamenteux chez les plantes.
- 4.Pollinisation anémophile** : ou anémophilie, c'est un mode de pollinisation dans laquelle les gamètes mâles et femelles des végétaux sont transportés par le vent.
- 5.Trituration** :broyage
- 6.Sol calcaire** : On parle de sol calcaire lorsque la terre contient de 10 à 30% de carbonate de chaux, toujours associé à de l'argile, ce qui donne une terre en outre plutôt collante...
- 7.déficit hydrique** (stress hydrique) : est sécheresse lorsqu'il ya manque d'eau (pluies tardives ; absence d'irrigation..).
- 8.vibra tamis** : Un moteur vibrant est directement fixé à l'extérieur du tamis pour fournir la vibration qui agite les poudres pour l'action de tamisage.
- 9.Oliveraie irriguée** : irriguer est un verbe signifiant que l'on apporte de l'eau dans un endroit sec. C'est donc l'action de mouiller jusqu'à ce que la terre soit assez gorgée d'eau pour rester humide un certain temps.
- 10.Pâte onctueuse** : douce et moelleuse .
- 11.Décantation** : est une opération de séparation mécanique, par différence de gravité de phases non-miscibles dont l'une au moins est liquide.

**12.Centrifugation:** est un procédé de séparation des composés d'un mélange en fonction de leur différence de densité en les soumettant à une force centrifuge.

**13.Onguent :** Médicament de consistance pâteuse que l'on applique sur la peau.

**14.photo-oxydation :** est une réaction d'oxydation qui ne peut se produire qu'en présence d'un rayonnement.

**15.Antioxydant :** certaines vitamines, oligo-éléments, certains micronutriments et micronutriments présents naturellement dans notre alimentation et qui ont pour effet commun d'aider à protéger les cellules de l'organisme de l'effet des radicaux libres.

**16.Meurtrissures:** Taches sur des fruits, des végétaux endommagés .

**17.Rapport acide linoléique et l'acide oléique :** ce sont des acides gras mono-insaturés riches en polyphénols , qui permettent la caractérisation organoleptique de l'huile. Ces composés ont un effet antioxydant, ils sont capables de bloquer l'autoxydation des acides gras insaturés.

**18.Oxydation d'huile :** provoque le rancissement d'huile

**19.Lipogenèse :** teneur en matière grasse dans l'olive . c'est le phénomène de transformation en huile des acides et des sucres du fruit .

**20.Moisi –humide :** flaveur caractéristique de l'huile obtenue d'olives attaquées par des moisissures et des levures suite à un stockage des fruits pendant plusieurs jours dans l'humidité.

**21.L'humidité minimale :** est dû à l'augmentation du rendement en huile n'est qu'apparente à cause de la perte d'eau sans gain réel de glycérine.

**22.Les indices chimiques :**

**-Indice d'acidité (I.A):** Il représente la proportion d'acides gras libres, qui apparaissent lorsque les triglycérides de l'huile d'olive sont dégradés. Ce taux est exprimé en « grammes d'acide oléique libre pour 100 g d'huile».

**-Indice de peroxyde(I.P) :** C'est la quantité de peroxyde présent dans l'échantillon, exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif contenu dans un kilogramme de , oxydant l'iodure de potassium avec libération d'iode. L'indice de peroxyde nous permet d'évaluer l'état de fraîcheur de l'huile.

**-Indice d'iode (I.I) :** L'indice d'iode est la masse mesurable d'iode fixée pour 100gr de corps gras , exprimée en grammes, utilisée pour évaluer le degré d'insaturation.

**-Indice de saponification (I.S)** : afin de transformer les acides gras libres et les glycérides contenus dans 1 gramme de corps gras en savon, il est nécessaire de calculer la masse KOH ( peroxyde de potassium).

**-Détermination de la teneur en chlorophylle** : La chlorophylle est un pigment responsable de la couleur de l'huile d'olive, elle est impliquée dans les mécanismes d'auto-oxydation et la photo-oxydation.

### **23.Les indices physiques :**

- **Absorbance dans l'ultraviolet (UV) (analyses spectrophotométries)** : La détermination des absorbances spectrophotométriques spécifiques dans l'UV, aux longueurs d'ondes de 232 et 270 nm, permet d'évaluer l'état d'oxydation des huiles .

- **L'indice de réfraction** : D'un milieu rapporté à l'air est déterminé à 20 °C, et rapporté à la raie D du sodium.

- **La densité relative** : La densité relative à 20°C d'une huile est le rapport de la masse d'un certain volume de l'huile à 20°C.

- **La teneur en eau (humidité%)** Il consiste à provoquer le départ d'eau par introduction d'une quantité connue d'huile dans une étuve .

**24.L'eutrophisation** : est le processus par lequel des nutriments s'accumulent dans un milieu ou un habitat.

**25.Alduration** : Falsification.

## **Annexes I : milieux de culture :**

### **A. Milieu gélose à l'extrait de malt (MEA) ou gélose au malt de levure (YMA):**

C'est un milieu utilisé pour le dénombrement des levures et des moisissures dans les produits alimentaires et pharmaceutiques. Il convient également pour l'isolement et l'entretien des souches.

Dans le cas de l'étude réalisée par **Luis *et al***, il a été utilisé pour l'isolement et l'entretien des souches d'*Aspergillus ibericus*. Il est composé de : 2% d'extrait de malt, 2% de glucose, 0,1% de peptone et 2% d'agar.

### **B. Milieu YPD :**

C'est un milieu complet pour la propagation et l'entretien des levures. Il se compose de : 2% de glucose, 1% d'extrait de levures et 1% de peptone.

Dans le cas de l'étude de (**Bruna *et al*, 2021**), il est composé de :

- 20 g/L glucose.
- 20 g/L peptone.
- 10 g/L extrait de levure.
- 20 g/L gélose.

### **Milieu Potato Dextrose Agar (PDA) :**

C'est un milieu de culture microbiologique, produit à base du bouillon de pomme de terre et de dextrose. Il est utilisé pour la culture des champignons ou des bactéries qui attaquent les plantes vivantes.

## **Annexes II : les microorganismes utilisés dans l'expérimentation :**

### **1.L'espèce *Candida tropicalis* utilisée dans l'étude de (Bruna *et al*, 2021) :**

*Candida tropicalis* est une espèce fongique appartenant au genre *Candida*, elle est asexuée. Ces colonies sur le milieu Sabouraud dextrose agar (**figure 1**), sont blanches à crème, avec une texture crémeuse et un aspect lisse, elles peuvent avoir des bords légèrement ridés ; Biochimiquement est



caractérisée par sa capacité de fermenter le glucose, saccharose, maltose et tréhalose, en plus d'assimiler ces glucides et autres par la voie d'oxydation (Diana *et al*, 2017).



**Figure (01) :** colonie de *C. tropicalis* sur milieu Sabouraud dextrose agar (Diana *et al*, 2017).

C'est une espèce très importante pour les applications biotechnologiques grâce à sa forte production de biofilm qui lui permet d'être résistante aux environnements extrêmes ; C'est une levure diploïde, sa taille génomique est de 14,5 Mb, dont 6258 gènes sont codants pour des protéines et la teneur en guanine- cytosine est de 33,1%, selon certaines études le nombre de chromosomes est de 12 chromosomes par cellule.

## **2.La présentation du genre *Aspergillus* utilisé dans l'étude de (Luis *et al*, 2012) :**

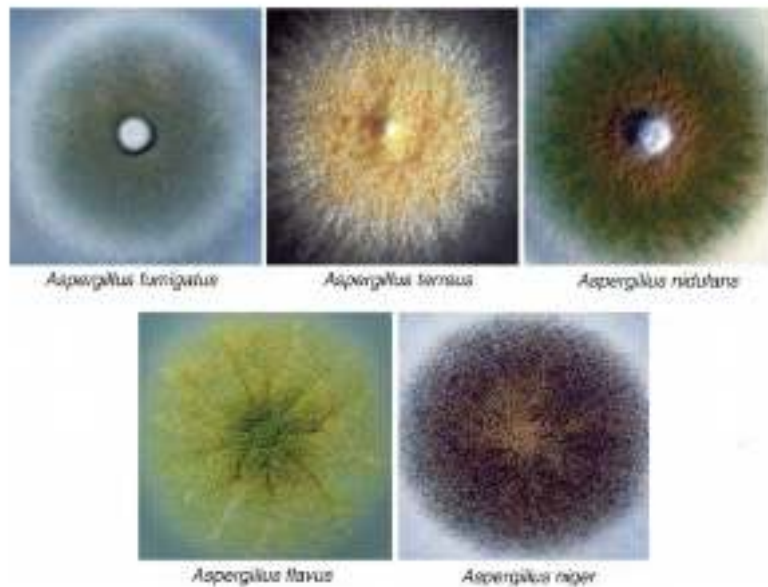
*Aspergillus sp* sont des champignons, ubiquitaires et très réponsus dans le milieu extérieur, appartenant à la classe des Acomycètes, ordre des Eurotiales, et à la famille des Trichocomacées. Ils représentent 1 à 7% des de l'environnement ; c'est des micoorganismes qui se développent sur la matière organique en décomposition dans les sols, les végétaux ...ect (Damien, 2018).

## **3.Les caractéristiques d'*Aspergillus sp* :**

### **3.1Caractéristiques le milieu de culture :**

Les *Aspergillus* sont des champignons cultivables qui présentent une croissance rapide sur milieux mycologiques standards comme le milieu de Sabouraud additionné d'antibiotiques. Ils poussent entre 22-25°C et jusqu'à 37°C pour les espèces thermophiles (*A. fumigatus*). Si nécessaire, leur fructification peut être stimulée par repiquage sur gélose Malt ou sur milieu Czapek considérés comme leurs milieux de référence. La plupart des espèces d'*Aspergillus* sont inhibés par le

cycloheximide. Après 24 à 48h de culture, des colonies plates formées de courts filaments aériens blancs se développent. C'est avec la maturation des structures conidiogènes, entre 48 et 96h selon les espèces, que les colonies vont prendre une teinte caractéristique. Cette couleur est essentielle à l'orientation du diagnostic d'espèce (**Figure 02**) (**Damien, 2018**).

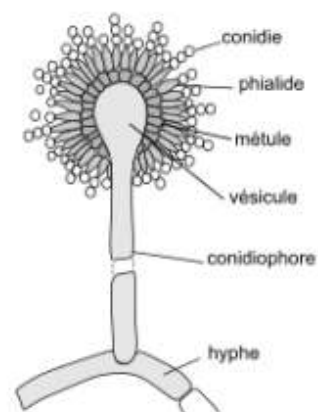
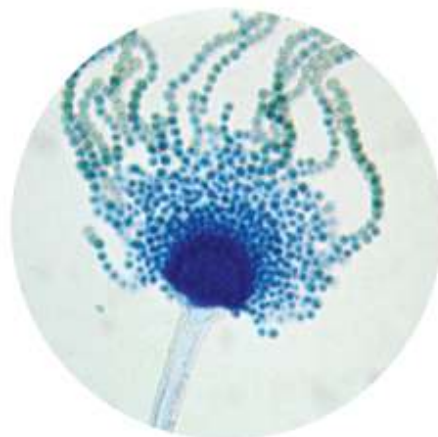


**Figure 02** : Caractéristique macroscopiques de quelques espèces d'*Aspergillus*(**Damien, 2018**).

### 3.2.Caractéristiques microscopiques :

Les *Aspergillus* ont un thalle végétatif formé des hyphes, fins et réguliers, septés et ramifiés.

Ce champignons est identifié par sa tête, ses conidiophores sont non cloisonnées et sous forme de filaments dressés, qui se terminent par une vésicule de forme variable, sur laquelle sont disposées les cellules conidiogènes. Les spores sont toujours unicellulaires de formes variables, globuleuses,



sub  
glo  
bule  
uses  
ou  
elli  
ptiq  
ues  
(**Fig**

**ure 03) (Damien, 2018).**

**Figure 03 : caractéristiques microscopiques (Damien, 2018).**