

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA



FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N°:

DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : QUALITÉ DES PRODUITS ET SÉCURITÉ

ALIMENTAIRE

**Mémoire présenté pour l'obtention**

**Du diplôme de Master professionnel en qualité des produits**

**Et sécurité alimentaire**

Par : Cherrid Nasreddine

Boumalia Salim

Laifa Issam Eddine

**Intitulé**

***LES METHODES D'EXTRACTION DE L'HUILE  
D'OLIVE : ETUDE COMPARATIVE***

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. Abdenassar Harrar	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr. Abderrahim Benslama	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
Dr. Hafsa Boubekeur	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur

Année universitaire : 2023 /2024



## 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 :*

*À toutes les personnes qui me sont chères*

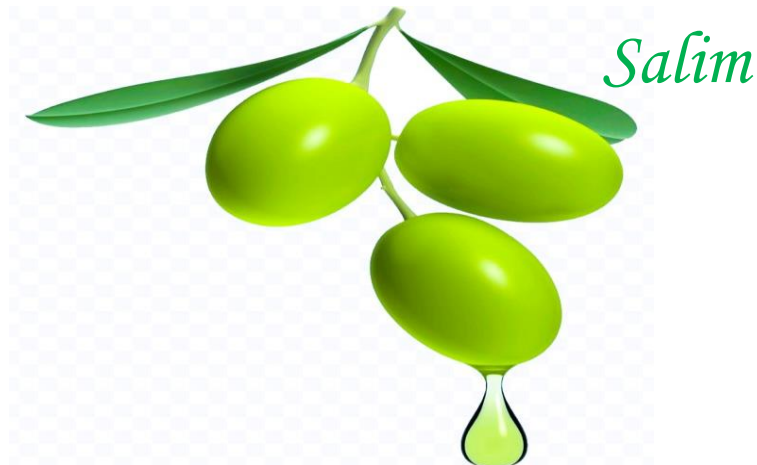
*À mes chers parents.*

*À Mes chères sœurs : Nawara et Chérifa*

*À Mes chères frères et à leurs petites familles : Hocine et Messaoud et Abdelmajid et Abdelmoumen et Abdelhalim et yaacoub*

*À Tous les enseignants qui m'ont suivies au de mon parcours éducatif.*

*Comme je dédie également au à tous mes amis.*





## 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 :*

*À toutes les personnes qui me sont chères*

*À mes chers parents.*

*À Mes chères frères et sœurs*

*À Ma chère épouse qui a été un soutien constant pour moi*

*À mes enfants Firdaws, Abd raouf, Malek et Djana, en leur souhaitant succès et excellence*

*À Tous les enseignants qui m'ont suivies au de mon parcours éducatif.*

*Comme je dédie également au à tous mes amis.*



*Issam Eddine*



## *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.*

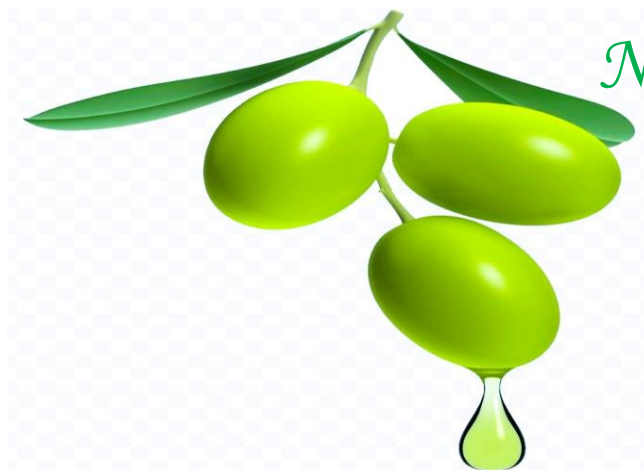
*Je dédie ce travail :*

*A mes chers parents Ali et Noura.*

*A nos frères et sœurs pour leurs soutiens et leurs présences à nos coté, ils font le bonheur de notre vie.*

*A Tous les enseignants qui m'ont suivies au de mon parcours éducatif.*

*Comme je dédie également au à tous mes amis.*



*Nasreddine*

## **Remerciement**

*Nous remercions tout d'abord Allah, le tout puissant de nous avoir accordé santé, courage et foie.*

*Nous tenons à remercier vivement **Dr. Abderrahim Benslama**, notre promoteur, qui nous a aidés à progresser dans notre recherche grâce à ses conseils, directives et son soutien tout long de l'élaboration de ce modeste travail malgré ses occupations professionnelles.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements à l'ensemble des membres de jury, pour avoir mobilisé de leur temps pour examiner et juger ce travail :*

***Dr. Abdenassar Harrar**, en tant que président de jury,*

***Dr. Hafsa Boubekour**, en tant qu'examinatrice,*

*Nous remercions également tous les enseignants qui ont contribué, à notre*

*Formation durant notre cursus universitaire et en particulier les enseignants de*

*Département « Biochimie et Microbiologie »*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit possible, je vous dis MERCI.*

## Sommaire

Résumé .....	ix
Liste des abréviations .....	x
Liste des figures .....	xi
Liste des tableaux .....	xii
Introduction .....	1
Chapitre I. Généralité sur l'olivier.....	2
I.1. Historique et origine de l'olivier.....	2
I.2. Taxonomie hiérarchies de l'olivier .....	2
I.3. Description de sous-espèce <i>Olea europaea</i> (olivier cultivé) .....	4
I.4. Cycle phénologique de l'olivier.....	5
I.5. Culture de l'olivier.....	6
Chapitre II. Généralité sur l'olive et huile d'olive .....	7
II.1. Structure de fruit d'olive.....	7
II.2. Composition biochimique et nutritionnelles de fruit d'olive.....	8
II.1. Définition de l'huile d'olive .....	9
II.2. Composition chimique de l'huile d'olive .....	9
II.2. 1. Composants majeurs (fraction saponifiable) .....	9
II.2. 2. Composants mineurs (fraction insaponifiable).....	10
II.3. Classification de l'huile d'olive.....	12
Chapitre III. Les méthodes d'extraction de l'huile d'olive .....	14
III.1. Les étapes de la production de l'huile d'olive .....	15
III.2. Opérations préliminaires .....	15
III.2. 1. la récolte .....	15
III.2. 2. le transport et stockage .....	15
III.3. Déroulement de processus de l'extraction d'huile d'olive.....	15
III.3. 1. l'effeuillage et lavage .....	15

III.3. 2. Broyage et concassage .....	16
III.3. 3. Malaxage .....	17
III.4. Technologie d'extraction de l'huile d'olive .....	18
III.4. 1. Système discontinu traditionnel .....	18
III.4. 2. Système de centrifugation continu moderne .....	19
III.5. Impact de procédé d'extraction sur la qualité des huiles d'olive .....	24
III.6. Conditionnement et mise en bouteilles de l'huile d'olive .....	25
III.7. Déchets de l'industrie oléicoles .....	24
III.7. 1. Feuilles et brindilles .....	24
III.7. 2. Grignons d'olive .....	24
III.7. 3. Grignons d'olive .....	25
III.8. Effets environnementaux de déchets oléicoles .....	25
III.8. 1. Effets bioactifs (effets sur l'atmosphère) .....	25
III.8. 2. Effets sur la vie aquatique et ressource en eau .....	26
III.8. 3. Effets sur le sol .....	26
III.9. Valorisation des déchets de l'huilerie .....	26
Conclusion .....	28
Référence bibliographique .....	28

## ملخص

بهدف تسليط الضوء على تأثير طرق الاستخلاص على جودة زيت الزيتون، أجريت هذه الدراسة للمقارنة بين طرق استخلاص زيت الزيتون التقليدية والحديثة الأكثر استخدامًا (طريقة الكبس وطريقة الطرد المركزي ثنائي الطور، وطريقة الطرد المركزي ثلاثي الطور). وبمقارنة هذه الطرق من حيث الجودة، والكمية، والمدة، وبقايا الاستخلاص، والأثر البيئي، توصلنا إلى أنّ طريقة الطرد المركزي ثنائي الطور هي الطريقة الأكثر كفاءة نظرًا لقدرتها على الحفاظ على الخصائص الطبيعية لزيت الزيتون، واستخلاصه في أقل وقت ممكن، وعدم استهلاك كمية كبيرة من المياه، وإمكانية إدارة وتثمين النفايات .

**الكلمات المفتاحية:** طرق الاستخلاص، زيت الزيتون، طريقة الكبس، الطرد المركزي ثنائي وثلاثي الطور

## **Abstract**

With the aim of highlighting the effect of extraction methods on olive oil quality, this study was carried out to compare the most commonly used traditional and modern olive oil extraction methods (pressure method, two-phase centrifugation method, three-phase centrifugation method). By comparing these methods in terms of quality, quantity, duration, extraction residue, environmental effect we have concluded that the two-phase centrifugation method is the most efficient method due to its ability to preserve the natural properties of olive oil, to extract in a minimum of time, and not to consume a large quantity of water, possibility to manage and valorize waste.

**Keywords:** Extraction methods, pressure method, olive oil, two- and three-phase centrifugation

## **Résumé**

Dans le but de mettre en évidence l'effet des méthodes d'extraction sur la qualité de l'huile d'olive, cette étude a été menée pour comparer les méthodes d'extraction de l'huile d'olive les plus utilisées, traditionnelles et modernes (La méthode par pression, la méthode par centrifugation à deux phases, la méthode par centrifugation à trois phases). En comparant ces méthodes en termes de qualité, de quantité, la durée, résidus d'extraction, effet environnementale nous avons conclu que la méthode de centrifugation à deux phases est la méthode la plus efficace en raison de sa capacité à préserver les propriétés naturelles de l'huile d'olive, à extraire en un minimum de temps, et à ne pas consommer une grande quantité d'eau, possibilité de gérer et valoriser les déchets.

**Mots clés :** Les Méthodes d'extraction, La méthode par pression, l'huile d'olive, la centrifugation à deux et trois phases

## Liste des abréviations

**AOCS** : Attitude et Système de Contrôle Orbitaire

**DFPP** : Densité de Flux de Photons Photosynthétiques

**pH** : potentiel d'Hydrogène

**m** : mètre

**s** : seconde

**min** : minute

**μ** : micro

**N**: Azote

**P**: Phosphore

**K**: Potassium

**C°** : Degrée Celsius

**F°** : Fahrenheit

**g** : gramme

**AG** : Acide Gras

**AGS** : Acide Gras Saturé

**AGSI** : Acide Gras Saturé Insaturé

**AGPI** : Acide Gras Poly-Insaturé

**COV** : Composés Organiques Volatils

**C** : Carbone

**EUMO** : Eaux Usées du Moulin à Olives

## Liste des figures

Figure I.1. La taxonomie du genre <i>Olea</i> et répartition géographique des taxons.....	3
Figure I.2. L'Olivier cultivé sous-espèce <i>Olea europaea</i> .....	4
Figure I.3. Stade phénologique de l'olive... ..	5
Figure 0.1. Structure de fruit d'olive .....	7
Figure III.1. Processus d'extraction de l'huile d'olive vierge.....	14
Figure III.3. Types de concasseurs.....	17
Figure III.4. Systèmes traditionnels pour l'extraction de l'huile d'olive.....	19
Figure III.5. Chaîne d'extraction moderne de l'huile d'olive vierge.....	19
Figure III.6. Systèmes triphasés pour l'extraction de l'huile d'olive.....	20
Figure III.7. Systèmes biphasés pour l'extraction de l'huile d'olive.....	22
Figure III.7. Rejets des eaux usées de moulins à olives dans l'environnement .....	25
Figure III.7. Chaîne de valorisation des déchets du secteur de l'huile d'olive .....	27

## Liste des tableaux

Tableau I.1. Classification botanique de l'olivier .....	3
Tableau 0.1. Composition chimique de l'olive.....	8
Tableau 0.1. Impact de procédé d'extraction sur la qualité des huiles d'olive.....	23



# **Introduction**

## **Introduction**

L'olivier (*Olea europaea*) est l'arbre la plus cultivé dans les pays méditerranéens, plus de 90 % de la production mondiale d'olives est réalisée dans cette région, C'est une espèce emblématique en raison de son importance écologique, économique, culturelle (Bombarely *et al.*, 2021).

Ce type de culture protège les terres de l'érosion et ajoute des revenus aux petits agriculteurs qui offrent un travail saisonnier. De nos jours, l'oléiculture suscite un intérêt sans cesse croissant. La demande croissante de produits oléicoles, olive et huile d'olives, est attribuée à la sensibilisation des consommateurs aux produits à haute valeur nutritionnelle et aux avantages pour la santé (Kiritsakis et Shahidi, 2017).

Ce dernier produit est un jus huileux, correctement extraite de fruits d'olive frais et mûrs de bonne qualité. Sa composition en acides gras est caractérisée par un bon équilibre entre les acides saturés, mono-insaturés et polyinsaturés. Il est également unique parmi les huiles végétales courantes en ce sens qu'il peut être consommé sous forme brute, conservant ainsi la teneur en vitamines et en composés phénoliques d'importance nutritionnelle (Boskou, 2006). Ces composés phénoliques présentent plusieurs bioactivités antioxydante préventives pour la santé (Diamantakos *et al.*, 2021).

L'huile d'olive extraite de fruits d'olive par différentes méthodes d'extraction, qui ont été développées à travers l'histoire, avec de plus en plus de mécanisations appliquées afin de réduire la main d'œuvre et les coûts, l'objectif idéal de ces méthodes est d'extraire la plus grande quantité possible d'huile sans altérer sa qualité d'origine. Il existe des limitations dans une série de facteurs avant le processus d'extraction qui influencent la quantité des olives et la qualité des huiles. Les principaux facteurs sont : les variétés d'olives, les conditions microclimatiques, la variabilité des sols, les systèmes de culture, qui régulent la capacité d'absorption des terrains et retiennent la pluie ou l'eau d'irrigation (Boskou, 2006).

Nous avons effectué ce travail afin de réaliser une étude comparative entre les différentes méthodes d'extraction de l'huile d'olive. Considérant la consommation massive de cette huile et les nombreuses méthodes d'extraction et leurs implications sur sa qualité, le temps et le volume extrait, l'épuisement des ressources naturelles en eau et énergie, les dommages environnementaux causés par les résidus de processus de transformation de l'olive en huile d'olive.



# **Chapitre I : Généralités sur l'olivier**

## Chapitre I. Généralités sur l'olivier

### I.1. Historique et origine de l'olivier

L'olivier, l'un des plus anciens arbres cultivés connus au monde, fait partie de la civilisation méditerranéenne (Bartolini et Petruccelli, 2002). L'olive comestible semble avoir coexisté avec les humains pendant environ 5000 à 6000 ans. Des noyaux d'oliviers et de fragments de bois ont été trouvés dans l'anciennes tombes, La dispersion de l'olivier a été suivie à travers les civilisations qui se sont développées dans la région méditerranéenne. Certains chercheurs ont rapporté que l'olivier cultivé était originaire d'Asie Mineure, entre la Syrie, le Liban et Palestine actuels. La propagation de l'olivier dans d'autres région du monde entier probablement coïncidé avec l'élevage, la culture et le commerce de raisin, de palmiers dattiers et de variétés de figues (Aparicio et Harwood, 2013).

### I.2. Taxonomie hiérarchies de l'olivier

L'olivier appartient à la famille des oléacées, qui compte environ 30 genres et 180 espèces. Leur classification botanique est illustrée dans le Tableau. I.1 (Kiritsakis *et al.*, 2017).

Le genre *Olea* comprend 33 espèces au total. Neuf d'entre eux appartiennent au sous-genre *Olea* (un dans la section *Olea* et huit dans la section *Ligustroides*), un au sous-genre *Paniculatae* et 23 au sous-genre *Tetrapilus* (Besnard *et al.*, 2009).

L'espèce *Olea. europaea* compte six sous-espèces :

- *Olea. europaea* sous-espèce *cuspidata*, dérivée de l'Afrique australe et orientale et s'étant propagée du Moyen-Orient à la Chine
- *Olea. europaea subsp. laperrinei*, dérivé du Sahara central-sud et du Sahel oriental
- *Olea. europaea subsp. Maroccana*, en provenance du sud-ouest du Maroc, à l'ouest du mont Atlas
- *Olea. europaea subsp. Cerasiformis*, en provenance des îles Canaries et de Madère, et de Porto Santo
- *Olea. europaea subsp. guanchica*, dérivé des îles Canaries
- *Olea. europaea subsp. europaea*.

Les principales sous-espèces présentent exclusivement dans le bassin méditerranéen sont deux variétés botaniques : l'*Olea europaea subsp. europaea var. europaea* pour les arbres cultivées (Fig. I.1), et *Olea europaea subsp. europaea. var. sylvestris* pour les arbres sauvages et spontanés (généralement appelés *Oléasters*) (Ali *et al.*, 2014).

Tableau I 1. Classification botanique de l'olivier (Henry *et al.*, 2003).

<b>Embranchement</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Sous-embranchement</b>	<i>Magnoliophytina.</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Sous classe</b>	<i>Asteridae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Scrophulariales.</i>
<b>Famille</b>	<i>Oleaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Olea.L</i>
<b>Espèce</b>	<i>Olea europaea</i> Linné

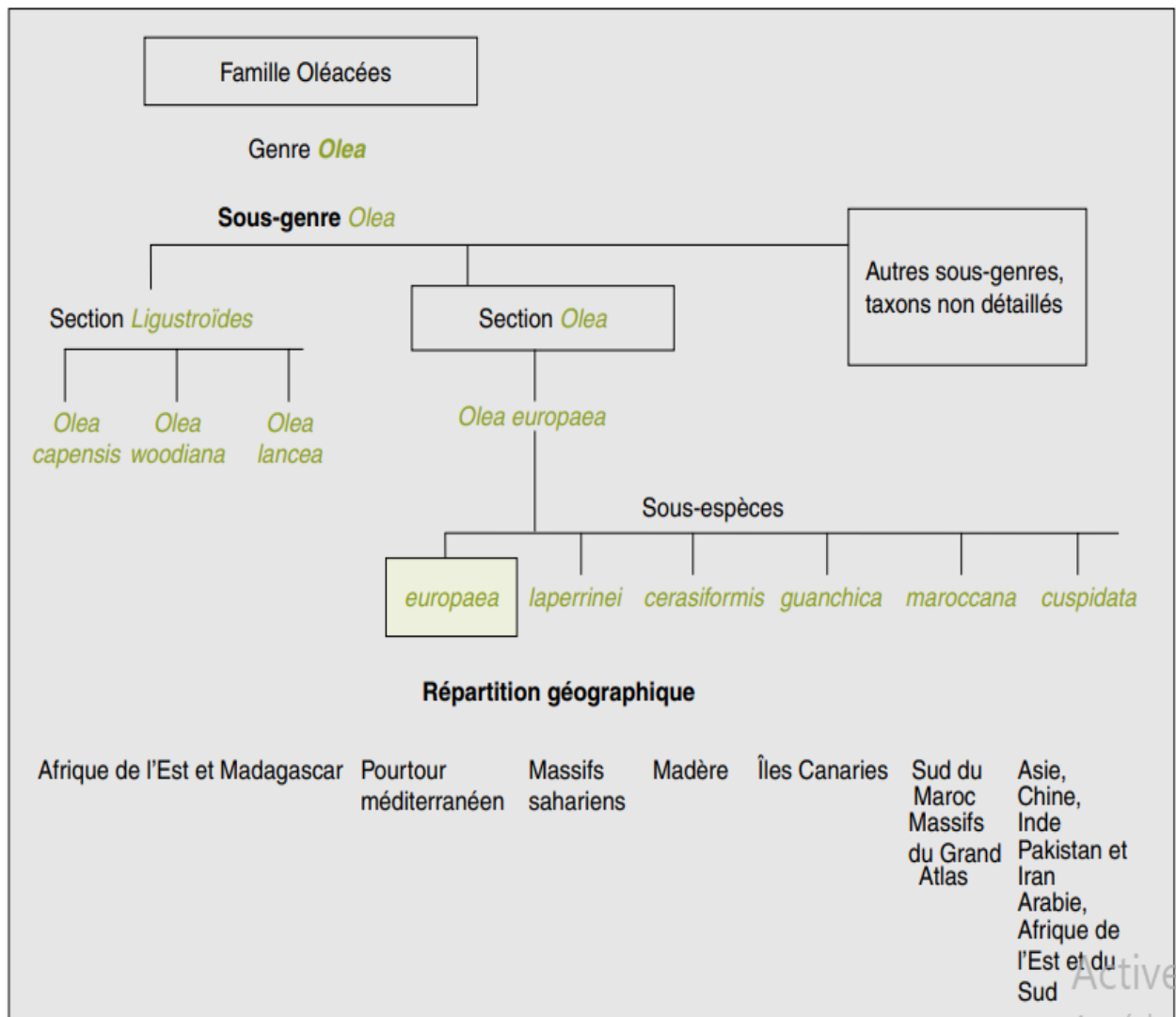


Figure I.1. La taxonomie du genre *Olea* et répartition géographique des taxons (Breton *et al.*, 2006)

### I.3. Description de sous-espèce *Olea europaea* (olivier cultivé)

*Olea europaea*, la seule sous-espèce du genre *Olea* produit des fruits comestibles. L'olivier cultivé peut atteindre des hauteurs allant de quelques mètres à 20 m. Son système racinaire peu profond, s'étendant jusqu'à 0,9 à 1,2 m même dans les sols profonds. La partie aérienne de l'olivier est un l'assemblage dense de branches (Fig I.2.A) qui sont capables de transporter de grandes populations de fruits sur les rameaux terminaux disposées de manière opposée (Chiappetta et Muzzalupo, 2012). Les feuilles de l'olivier sont persistantes, opposées, ovales oblongues, à entières et un peu enroulés, portées par un court pétiole, elles sont vertes grisâtres (Fig. I.2.B), à vert sombre dessous blanchâtres et à une seule nervure dessous (Breton *et al.*, 2012).

Le bourgeon se forme sur la croissance de la saison en cours et commence une croissance visible la saison suivante. Les bourgeons peuvent rester dormants pendant plus d'un an, puis commencer leur croissance, formant des inflorescences viables avec des fleurs une saison plus tard que prévu (Fig. I.2.C). Lorsque l'aisselle de chaque feuille maintient une inflorescence. Chaque inflorescence contient 15 à 30 fleurs, selon le cultivar (Chiappetta et Muzzalupo, 2012). Généralement, pour un arbre mature, moins de 15% des fleurs peuvent donner des fruits, dont seulement moins de 5% produisent des fruits matures (Reale *et al.*, 2006). Le fruit d'olive (*Olea europaea*) est une drupe à mésocarpe charnu, riche en lipide. Le poids de l'olive varie de 0,2 à 20g. Sa forme est ovoïde ou ellipsoïde (Fig. I.2.D). Ses dimensions sont très variables suivant les variétés (Bianchi, 2003).



Figure I.2. L'Olivier cultivé sous-espèce *Olea europaea*

A) aspect morphologique B) les feuilles C) inflorescences D) fruit E) endocarpe

(Chiappetta et Muzzalupo ,2012)

#### I.4. Cycle phénologique de l'olive

La phénologie est l'étude de l'apparition d'événements annuels périodiques dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat. Chez les végétaux, les différentes étapes constituant ces événements sont par exemple le développement foliaire, la floraison et la fructification aboutissant à la maturation des fruits, le cycle phénologique de l'olive est illustrée dans la figure (Fig. I.3) (Rosetti *et al.*, 2019).

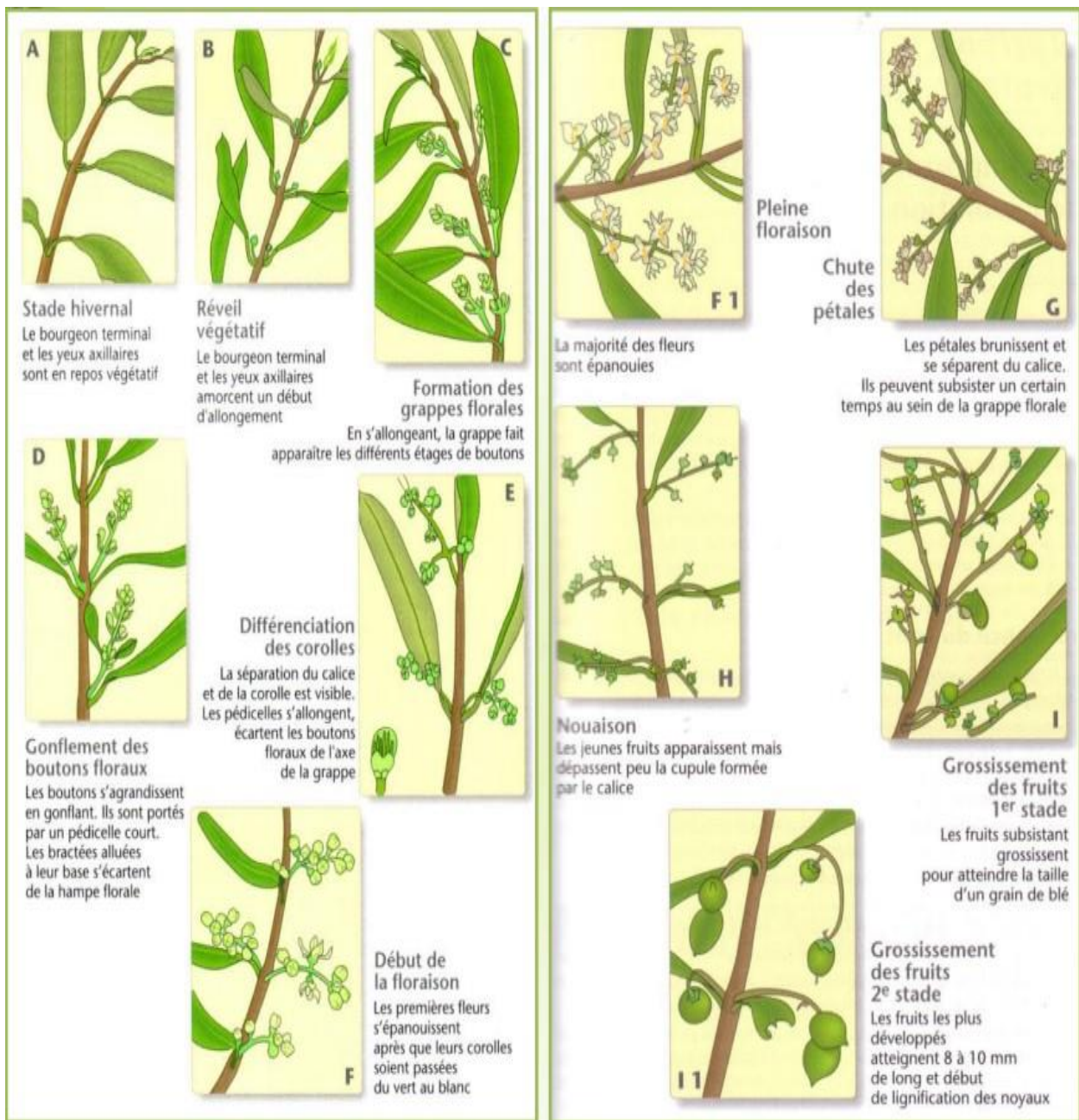


Figure I.3. Stade phénologique de l'olive (Blatchly *et al.*, 2017).

### **I.5. Culture de l'olivier**

Les oliviers sont peu exigeants et peuvent bien pousser même dans les sols pauvres, secs, calcaires et pierreux, argileux. Les sols les mieux adaptés pour le portage annuel des oliviers sont des sols profonds, limoneux et sablonneux convenablement soutenus par du N, du P, du K et de l'eau. L'olivier favorise les sols bien drainés, légèrement alcalins avec un pH de 6,0 à 8,0 (Kiritsakis et Shahidi, 2017).

La disponibilité en eau est le facteur le plus important qui limite le rendement oléicole. Tandis que la température est le facteur environnemental le plus important qui limite les zones oléicoles, Habituellement, la température optimale pour la croissance végétative des olives se situe entre 10 °C et 30 °C. Les hautes altitudes (>800 m) ne sont pas appropriées pour l'oléiculture, en raison de l'incidence du gel. La densité de flux de photons photosynthétiques (DFPP) Pour la majorité des feuilles d'olivier, doit être comprise entre 600 et 1000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , le point de saturation de la lumière (Brito *et al.*, 2019).



## **Chapitre II. Généralité sur l'olive et huile d'olive**

## Chapitre II. Généralité sur l'olive et huile d'olive

### II.1. L'olive

#### II.1.1. Structure de fruit d'olive

Les fruits d'olive sont arrondis, leur diamètre varie entre 15 et 30 mm, et la couleur est verte en été et rouge clair en automne et noire violacée entre novembre et décembre (Silva, et Schmiele, 2021). Le poids total d'une olive varie de 0,5 à 20 g mais se situe généralement entre 3 et 10 g (Guo *et al.*, 2010). De point de vue botanique le fruit de l'olive est une drupe de base composée d'un épicarpe ou exocarpe mince, d'un mésocarpe charnu contient un composé amer (l'oleuropéine), contient une forte teneur en huile (10-30 %), qui varie d'une variété à l'autre, et une faible teneur en sucre. Un endocarpe pierreux entourant l'unique graine qui représente environ 3 % du poids du fruit et qui contient de 2 à 4 % d'huile, et l'ensemble est appelé péricarpe (Fig II.1.) (Baldoni et Belaj, 2010).

L'épicarpe est formé de cellules épidermiques recouvertes d'une épaisse cuticule imperméable et protectrice (Resetti *et al.*, 2019).

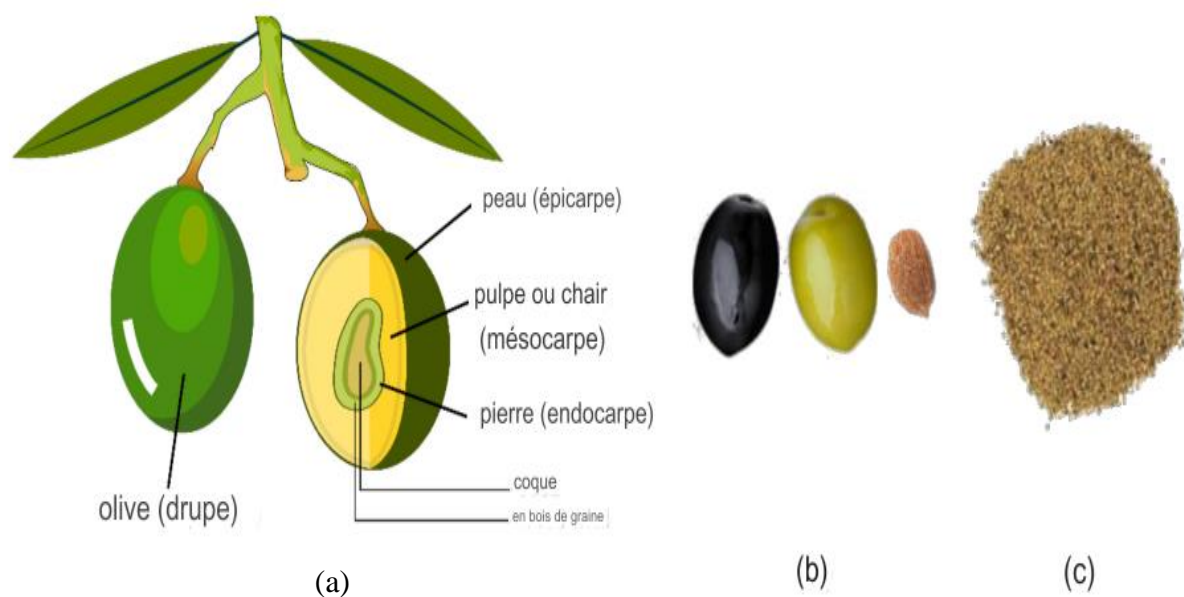


Figure II.1. Structure de fruit d'olive

(a) coupe transversale d'une olive ; (b) des images d'olives et de noyaux ; (c) Image de granules de noyaux d'olive broyés mécaniquement, tamisés, déshuilés et broyés provenant d'arbres *Olea europaea* L (Valvez *et al.*, 2021).

### II.I.2. Composition biochimique et nutritionnelles de fruit d'olive

Le fruit d'olive est composé principalement (Tableau II.1) d'eau, d'huile, de composés hydrosolubles (sucres, acides organiques, composés azotés, phénols), et constitué en outre d'une fraction colloïdale insoluble (les hémicelluloses, les celluloses, des protéines structurales et enzymatiques) (Servilli *et al.*, 2012).

Tableau II.1. Composition chimique de l'olive (Hussain *et al.*, 2021).

Les composants	Olive (mg/100 g)
Eau	75,3 g
Protéines	1,03 g
Huile	15,32 g
Hydrate de carbone	3.84
Cellulose	5.8 g
Fibres alimentaires	3,3 g
Matière inorganique :	1.5g
Composés phénoliques	1 – 3 g
Vitamine A	20 µg/ml
Thiamine (B1)	0,021 mg/l
Riboflavine (B2)	≈ 0,007 mg
Niacine (B3)	0,237 mg
Vitamine B6	0,031 mg
Vitamine (B9)	3 µg/L
Choline	14,2 mg/m <sup>3</sup>
Vitamine E	3,81 mg
Vitamine K	1,4 µg

## **II.2. L'huile d'olive**

### **II.2.1. Définition de l'huile d'olive**

L'huile d'olive est la partie huileuse extraite des olives de fruits par traitement à froid, caractérisée comme un liquide aromatique, vert jaunâtre et translucide. Une production à plus grande échelle a lieu dans les pays de la région méditerranéenne, tels que l'Espagne, la Tunisie, l'Algérie, le Maroc, la Grèce, l'Italie, la Turquie, entre autres, et la production mondiale annuelle varie de 2,6 à 3 millions de tonnes. Parce que les oliviers sont cultivés depuis des milliers d'années dans cette région (Niaounakis et Halvadakis, 2006).

La consommation d'huile d'olive est très répandue et a augmenté dans le monde entier en raison de ses propriétés bénéfiques pour la santé et de ses caractéristiques sensorielles très appréciées. Le profil sensoriel et chimique de l'huile d'olive est affecté par la variété d'olive, les conditions climatiques et de culture, le degré de maturité des fruits, la méthode d'extraction, le processus de raffinage (lorsqu'il est appliqué) et les conditions de stockage du produit, et ces caractéristiques ont une influence directe sur sa valeur économique (Silva et Schmiele, 2021).

### **II.2.2. Composition chimique de l'huile d'olive**

La composition de l'huile d'olive est principalement constituée de triacylglycérols (~99 %) et d'acides gras secondaires libres, de mono- et diacylglycérols, ainsi que d'un éventail de lipides tels que les hydrocarbures, les stérols, les alcools aliphatiques, les tocophérols et les pigments. Une pléthore de composés phénoliques et volatils sont également présents. Certains de ces composés contribuent au caractère unique de l'huile (Gharbi et Hammami, 2019).

#### **II.2. 2.1. Composants majeurs (fraction saponifiable)**

##### **➤ Acides gras**

Les acides gras (AG) sont des acides carboxyliques et contiennent souvent une longue chaîne aliphatique non ramifiée. Les acides gras sont classés, en fonction de leurs propriétés structurales et chimiques, en acides gras saturés (AGS), monoinsaturés (AGMI) et polyinsaturés (AGPI), selon l'absence ou la présence d'une ou plusieurs doubles liaisons dans leurs chaînes carbonées. Les principales acides gras présents dans l'huile d'olive sont palmitiques, palmitoléique, stéarique, oléique, linoléique et linoléinique. (Lopez *et al.*, 2014).

### ➤ Triglycéride

Les triglycérides sont un assemblage d'esters de glycérol liés à différents acides gras. Les triglycérides constituent un pourcentage élevé de l'huile d'olive, jusqu'à 99% (Jiménez *et al.*, 2022). La distribution des acides gras sur la molécule de glycérol définit le taux des différentes glycérides de l'huile d'olive. Cette répartition est caractérisée par une concentration élevée de l'acide oléique (>80%) et une faible concentration en acide palmitiques ( $\leq 2\%$ ) et de l'acide stéarique sur cette molécule de glycérol (Lagace et Ridgway, 2013).

Les conditions et la durée de stockage de l'huile affectent la distribution des acides gras sur la molécule du glycérol (Spyros *et al.*, 2004).

#### II.2. 2.2. Composants mineurs (fraction insaponifiable)

L'huile d'olive est constituée d'environ 1 à 2% de composés mineurs. Cette fraction de constituants chimiques est à l'origine des caractéristiques sensorielles de l'huile, et contribue à sa stabilité oxydative (Frankel *et al.*, 2013).

### ➤ Carbures hydriques

Deux hydrocarbures sont présents en quantités considérables dans l'huile d'olive, le squalène et le  $\beta$ -carotène. Le squalène est le constituant majeur de l'insaponifiable et représente plus de 90% de la fraction hydrocarbonée (Gharbi et Hammami, 2019). La présence de squalène est considérée comme partiellement responsable des effets bénéfiques sur la santé humaine et de son action chimio préventive contre certains cancers (Owen *et al.*, 2000).

### ➤ Tocophérols

Il existe trois formes de tocophérol (vitamine E) dans l'huile d'olive  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ -tocophérols. Généralement, l' $\alpha$ -tocophérol représentant plus de 95 % de la teneur totale en tocophérols. L'huile d'olive contient également des tocophérols connus pour leur effet antioxydant et leur teneur en vitamine (Lozano *et al.*, 2022). La teneur et la composition en tocophérols dépendent fortement de plusieurs facteurs agronomiques, à savoir le type de cultivar, la maturité des fruits et les conditions climatiques (Beltrán *et al.* 2010).

### ➤ Pigments

Deux classes de pigments naturels sont présentes dans l'huile d'olive vierge : les chlorophylles et les caroténoïdes (Gunstone, 2002). Ces pigments sont responsables de la couleur de l'huile, qui varie du vert au jaune doré (Salvador *et al.*, 2001).

Le contenu en pigments de l'huile d'olive vierge est influencé, principalement, par la saison oléicole (Beltran *et al.*, 2005), le type de cultivar, les conditions climatiques, le degré de maturité des olives et le processus d'extraction (Psomiadou et Tsimidou, 2001).

#### ➤ **Les composés phénoliques**

Les composés phénoliques sont des molécules bioactives essentielles dans certains processus fonctionnels. Leur structure commune est constituée d'un groupe hydroxyle (OH) lié à un cycle aromatique (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2022).

Il y a environ 30 molécules de composés phénoliques appartenant à différentes classes chimiques (Seidita *et al.* 2022). L'oléuropéine est le composé phénolique majeur de l'huile d'olive, qui lui confère une activité antioxydante et anti-inflammatoire. Cependant, la teneur et la concentration de ces composés varient en fonction du type d'huile d'olive (Omar *et al.* 2010).

#### ➤ **Sterols**

Communément appelés phytostérols, sont des composés gras d'origine végétale (stéroïdes) représentant la plus grande partie de la matière insaponifiable dans les lipides végétaux (Alvarez-Sala *et al.* 2018). Ils jouent un rôle important dans le domaine pharmaceutique (la production de stéroïdes thérapeutiques), dans la nutrition, en tant qu'additifs anticholestérolémiants et dans les produits cosmétiques (gamme de soins de la peau) (Patterson, 2008).

#### ➤ **Composés volatiles et aromatiques**

Les composés organiques volatils (COV) sont fortement liés à l'arôme d'huile perçu lors du dosage du produit (Salas *et al.*, 2013). Ils sont produits au début du malaxage, lors de la rupture de la structure cellulaire, en raison de réactions enzymatiques en présence d'oxygène. Les aldéhydes en C6, les alcools en C6 et leurs esters correspondants, ainsi que de plus petites quantités de composés carbonylés en C5, sont les principaux constituants des COV (60 % à 80 %). Plus précisément, l'hexan-1-ol, l'hexanal, l'E-2-hexéanal et le 3-méthylbutan-1-ol dominant généralement le modèle de COV (Fратиanni *et al.*, 2019).

#### ➤ **Phospholipides**

Les phospholipides dans l'huile d'olive comprennent principalement des phosphatidylcholines, des phosphatidyléthanolamines et des phosphatidylinositols (Alves *et al.* 2018). Des études ont montré que les phospholipides dans l'huile d'olive ont des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, notamment en réduisant la formation de radicaux libres et en régulant les cytokines inflammatoires

(Vlahov *et al.*, 2015). De plus, les phospholipides peuvent avoir un impact sur la stabilité de l'huile d'olive, en améliorant sa résistance à l'oxydation et en prolongeant ainsi sa durée de conservation (Cardeno *et al.*, 2013).

### **II.2. 3. Classification de l'huile d'olive**

L'huile d'olive est classée selon des critères de qualité, compte tenu de la teneur en acidité libre et de la méthode d'extraction. Les huiles d'olive sont divisées en types suivants :

#### ➤ **Huile d'olive extra vierge**

Huile comestible obtenue à partir du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres moyens physiques dans des conditions, notamment thermiques, qui n'entraînent pas les altérations de l'huile, et qui n'ont subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration. L'huile d'olive extra vierge doit avoir une acidité libre, exprimée en acide oléique, inférieure ou égale à 0,8 % d'huile. Elle est caractérisée par un fruité et l'absence de défauts organoleptiques (Breton *et al.*, 2019).

#### ➤ **Huile d'olive vierge**

Huile comestible obtenue à partir du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres moyens physiques dans des conditions, notamment thermiques, qui ne conduisent pas aux altérations de l'huile, et qui n'ont subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration, et dont la teneur en acidité ne dépasse pas 2,0 % (en acide oléique) (Silva et schmiele, 2021).

#### ➤ **Huile d'olive vierge lampante**

C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre, exprimée en acide oléique, peut être supérieure à 2 % d'huile. Elle est caractérisée par des qualités organoleptiques médiocres ou mauvaises comme l'absence d'un fruité ou la présence de défauts importants (médiane des défauts supérieure à 3,5%). Cette huile est de qualité impropre à la consommation et doit être destinée au raffinage, qui a pour but d'éliminer l'acidité excessive et les substances responsables des défauts organoleptiques (Breton *et al.*, 2019).

➤ **Huile de grignons d'olive**

L'huile de grignons d'olive est obtenue par traitement des grignons d'olive avec des solvants ou d'autres procédés physiques. L'huile de grignon brute est ensuite raffinée, puis additionnée d'huile d'olive vierge pour apporter des antioxydants naturels, des composés aromatiques et des colorants naturels absents ou faiblement présents dans l'huile raffinée. Son acidité libre, exprimée en acide oléique, doit être au maximum de 1 % d'huile et ses autres caractéristiques correspondent à celles prévues pour cette catégorie (Breton *et al.*, 2019).

# **Chapitre III. Les méthodes d'extraction de l'huile d'olive**

## Chapitre III. Les méthodes d'extraction de l'huile d'olive

### III.1. Les étapes de la production de l'huile d'olive

L'extraction de l'huile d'olive implique différents processus, tels que l'enlèvement des feuilles, le lavage des olives, le broyage, le battage et la séparation de l'huile. La quantité et les propriétés physico-chimiques des déchets et effluents produits dépendent de la méthode utilisée pour l'extraction. L'huile d'olive est extraite directement du fruit frais de l'olivier (*Olea europaea L.*) en utilisant uniquement des méthodes mécaniques, afin de maintenir ses caractéristiques organoleptiques naturelles. Les fruits d'olivier doivent être transformés le plus rapidement possible après la récolte pour minimiser l'oxydation et préserver une faible acidité. Toutes les opérations du moulin à olives peuvent influencer la qualité de l'huile d'olive (Gimeno *et al.*, 2002).

Les procédés mécaniques utilisés pour extraire l'huile d'olive du fruit de l'olive comprennent le broyage des olives, le malaxage de la pâte résultante et la séparation de la phase huileuse par pression ou centrifugation (Fig III.1). Dans le dernier, trois systèmes différents sont couramment utilisés : le procédé de presse discontinue traditionnel, les méthodes de décantation centrifuge à trois phases et à deux phases (Souilem *et al.*, 2017).

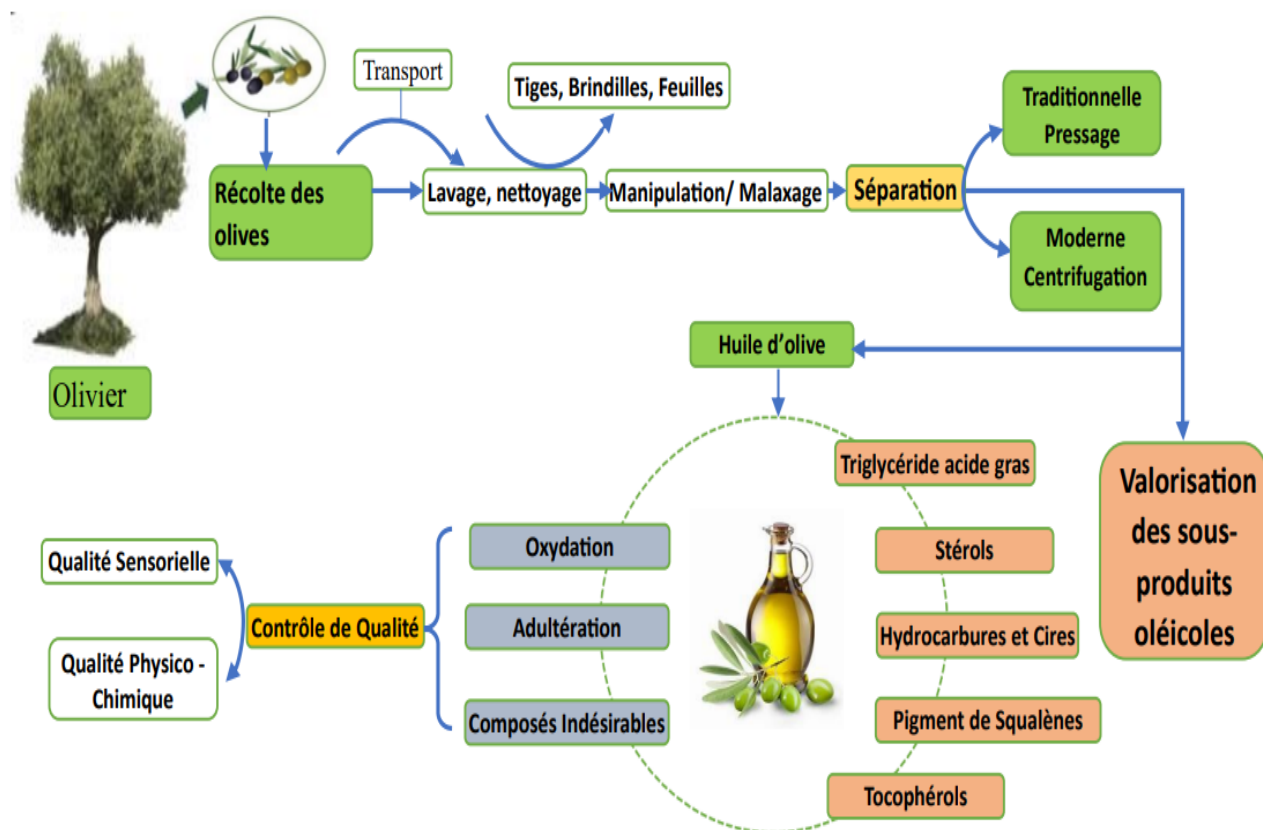


Figure III.1. Processus d'extraction de l'huile d'olive (Gagour *et al.*, 2024)

## **III.2. Opérations préliminaires**

### **III.2. 1 .la récolte**

La récolte des fruits doit être effectuée à partir de la mi-novembre afin d'obtenir le rendement en huile le plus élevé et d'éviter la chute naturelle des fruits. Traditionnellement, les olives sont récoltées au stade vert-jaune ou noir-violet. La récolte doit avoir lieu lorsque la majorité des fruits sont à maturité optimale. Ce n'est pas toujours possible car d'autres facteurs peuvent également affecter la période de récolte tels que les conditions météorologiques, la disponibilité de la main-d'œuvre agricole, la disponibilité des moulins à huile d'olive (Taylor et Brut, 2007).

Les méthodes utilisées pour récolter les olives dépendent des techniques culturales, de la taille et de la forme des arbres et du terrain du verger. La plupart des olives sont récoltées à la main et/ou avec des shakers. Les vergers nouvellement plantés sont plus susceptibles d'être récoltés mécaniquement. Les arbres hauts de certaines variétés sont récoltés à l'aide de filets après la chute naturelle du fruit. Des précautions doivent être prises pour éviter la casse des fruits par des dommages mécaniques et la contamination des fruits par les matériaux du sol (Boskou, 2006).

### **III.2. 2. Transport et stockage**

Le transport et le stockage des olives doivent être considérés comme des phases critiques pour contrôler à la fois les dommages mécaniques et la température. Une mauvaise manipulation pendant ces phases peut entraîner des réactions enzymatiques indésirables et la croissance de levures et de moisissures. La meilleure façon de transporter les olives est dans des caisses en plastique à mailles ouvertes qui permettent à l'air de circuler et empêchent la chaleur nocive causée par l'activité catabolique du fruit. Lorsqu'elles sont stockées avant la transformation, les olives doivent être étalées en couches peu profondes et conservées dans des zones bien ventilées, fraîches et sèches. Le stockage des olives dans des sacs de jute doit être évité. Pour s'assurer que les olives conservent les caractéristiques de qualité qu'elles possédaient au moment de la récolte, elles doivent être livrées immédiatement à l'usine d'extraction pour transformation (Gharbi et Hammami, 2019).

## **III.3. Déroulement de processus de l'extraction d'huile d'olive**

### **III.3. 1. Effeillage et lavage**

La première étape du processus d'extraction de l'huile d'olive consiste à nettoyer les olives et à enlever les tiges, les feuilles, les brindilles et les autres débris laissés avec les olives. Mécaniquement ou à main. Le lavage vise également à éliminer les pesticides et la saleté. Les contaminants légers sont éliminés par un flux d'air important et les objets lourds coulent dans le

bain-marie. Le lavage des olives dans des systèmes en boucle fermée est un point de contrôle critique au moulin à olives en raison de la contamination croisée microbiologique et des dommages physiques causés aux fruits. De plus, lorsque les olives étaient stockées à court terme avant l'extraction de l'huile, les attributs sensoriels de l'huile d'olive diminuaient en raison de changements dans les composés volatils dérivés des phénols et des lipoxygénases (Souilem *et al.*, 2017).

L'enlèvement des feuilles et le lavage des olives sont des opérations importantes pour la sécurité mécanique de l'équipement d'extraction des olives qui fonctionne à grande vitesse et pour la qualité organoleptique de l'huile d'olive. L'influence des feuilles écrasées avec des olives sur les caractéristiques de l'huile d'olive vierge est une augmentation de la couleur verte dans l'huile et la sensation organoleptique de « vert » ou de « feuilles », ce qui peut ne pas être agréable pour les consommateurs (Di Giovacchino *et al.*, 2002).

### **III.3. 2. Broyage**

Les olives sont broyées pour briser les cellules et libérer l'huile pour l'extraction. Deux types de machines primaires sont utilisés pour broyer les olives : le moulin à pierre et le moulin à marteaux. La plupart des olives sont broyées avec la fosse, et la taille des fragments de fosse désigne la finesse de la pâte. Les moulins à pierre, la méthode la plus ancienne, se composent d'une base en pierre et de meules verticales enfermées dans un bassin métallique, souvent avec des grattoirs et des pales pour étaler les fruits sous les pierres et de faire circuler et d'expulser la pâte. Le mouvement lent des concasseurs de pierres ne chauffe pas la pâte et entraîne moins d'émulsification, de sorte que l'huile est plus facile à extraire (Rodis *et al.*, 2002).

Les inconvénients de cette méthode sont la machinerie encombrante et sa lenteur, son coût élevé et son incapacité à fonctionner en continu. Les broyeurs à marteaux sont généralement constitués d'un corps métallique qui tourne à grande vitesse, projetant les olives contre un écran métallique. Le principal avantage des broyeurs à marteaux est leur vitesse et leur fonctionnement continu, qui se traduisent par un rendement élevé, une taille compacte et un faible coût. L'écrasement rapide du fruit, cependant, crée plus d'émulsification de l'huile et de l'eau dans la pâte, et des températures plus élevées. L'huile produite à partir d'un broyeur à marteaux est généralement plus aromatisée parce que la pâte est plus cassée. La taille du tamis à mailles du broyeur à marteaux est normalement ajustée à mesure que la saison progresse et que le fruit devient plus mûr et plus doux (Vossen, 2007).

Les traces métalliques doivent être évitées dans la pâte d'olive en raison de leurs effets négatifs sur la couleur et la saveur de l'huile, réduisant sa stabilité oxydative par leur activité de catalyseurs

dans le processus d'oxydation. Afin de réduire ce problème, les broyeurs sont fabriqués en utilisant un matériau inerte comme l'acier inoxydable (Uceda *et al.*, 2006).

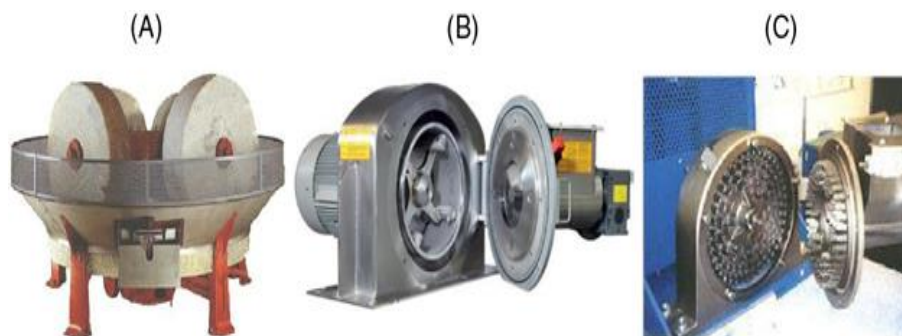


Figure III.3. Types de concasseurs (A) Pierre Miller (B) Concasseur de disque. (C) Marteau Miller (Souilem, *et al.*, 2017).

### III.3. 3. Malaxage

La malaxation prépare la pâte pour la séparation de l'huile. Il est fait pour inverser l'émulsification qui s'est produite pendant le processus de broyage et est particulièrement important si la pâte a été produite dans un broyeur à marteaux. Le processus de mélange optimise la quantité d'huile extraite grâce à la formation de gouttelettes d'huile plus grosses et à la réduction de l'émulsion huile-eau. De manière optimale, le malaxeur est désigné pour assurer un mélange complet, ne laissant aucune partie non mélangée. La pâte est agitée lentement pendant 30 à 60 min. La température de la pâte pendant le malaxage est très importante. Il doit être chaud, de 80 à 86 F° (26,6 à 30 C°), ce qui est encore frais au toucher, pour améliorer la viscosité de l'huile et pour améliorer extractibilité. Des températures supérieures à 30 C° (86 F°) peuvent causer des problèmes tels que la perte d'arômes de fruits, une augmentation de l'amertume et une augmentation de l'astringence (Clodoveo *et al.*, 2014). La tendance la plus récente dans la gestion de la pâte d'huile d'olive est d'exclure l'oxygène, ce qui peut être fait soit en inondant la surface des réservoirs de mélange avec de l'azote, soit en excluant l'oxygène sous vide dans des réservoirs de malaxage spéciaux. On pense que la limitation de l'exposition à l'oxygène réduit l'activité enzymatique qui peut décomposer les polyphénols, qui sont des composés aromatiques majeurs de l'huile d'olive (Vossen, 2007).

Le malaxage de la pâte d'olive influence les rendements en huile ainsi que la teneur en antioxydants de l'huile. Avec une malaxation prolongée, les rendements en huile augmentent généralement tandis que la teneur en phénol des huiles diminue. Lorsque des pâtes d'olives « difficiles » sont traitées, il est possible d'augmenter les rendements en huile en utilisant des co-adjuvants technologiques tels que le talc et des produits enzymatiques pendant le malaxage (Di Giovacchino *et al.*, 2002).

### III.4. Système d'extraction de l'huile d'olive

#### III.4. 1. Système discontinu traditionnel

##### ➤ **Pressage**

Le pressage est l'une des plus anciennes méthodes d'extraction d'huile. Cette méthode consiste à appliquer une pression sur des tapis filtrants empilés, chacun recouvert d'environ 0,5 pouce (1,25 cm) de pâte, qui alternent avec des disques métalliques (Fig III.2 A). Une pointe creuse centrale permet à l'huile et à l'eau exprimées (jus d'olive) de sortir dans les deux sens. Ce processus nécessite plus de travail que les autres méthodes d'extraction, le cycle n'est pas continu et les tapis filtrants peuvent facilement être contaminés, introduisant des défauts de fermentation et d'oxydation dans l'huile (Vossen, 2007).

Aujourd'hui, l'extraction de pression est normalement effectuée dans des super-presses hydrauliques avec une pression de service allant jusqu'à 400 atm. Les super-presses fonctionnent en mode simple pression avec une augmentation progressive de la pression jusqu'à la valeur maximale en 45-60 min, en restant à cette pression élevée pendant 10-20 minutes supplémentaires. Après la pression, une petite quantité d'eau est utilisée pour rincer le matériau collé sur les tapis et transférer le moût huileux pour clarification. En pratique, un rendement de traitement de 86-90 % est obtenu et l'humidité du marc est d'environ 28 %. Cette méthode garantit donc une huile de qualité supérieure en raison du temps de battage court et des basses températures tout au long de l'opération, à condition que la qualité des olives et l'état des tapis soient également bons. L'ancien inconvénient des tapis en fibres végétales a maintenant été entièrement surmonté grâce à l'utilisation de tapis en fibres de polypropylène inertes qui sont plus faciles à nettoyer (Boskou, 2006).

##### ➤ **Percolation (ou filtration sélective)**

Dans ce processus, aucune pression n'est appliquée à la pâte. Il fonctionne sur le principe que dans une pâte contenant de l'huile, des particules solides et de l'eau, l'huile seule adhérerait au métal. La machine a des lames en acier inoxydable qui plongent dans la pâte ; l'huile adhérente s'égoutte ensuite des lames dans un récipient séparé, et les solides et l'eau sont laissés derrière. Cela produit une huile légère avec une qualité unique. L'équipement est compliqué et nécessite un nettoyage et un entretien fréquents, ainsi qu'une source de chaleur constante pour maintenir la pâte à une température uniforme. L'extraction est arrêtée lorsque l'eau fruitière commence à apparaître dans l'huile (Vossen, 2007).

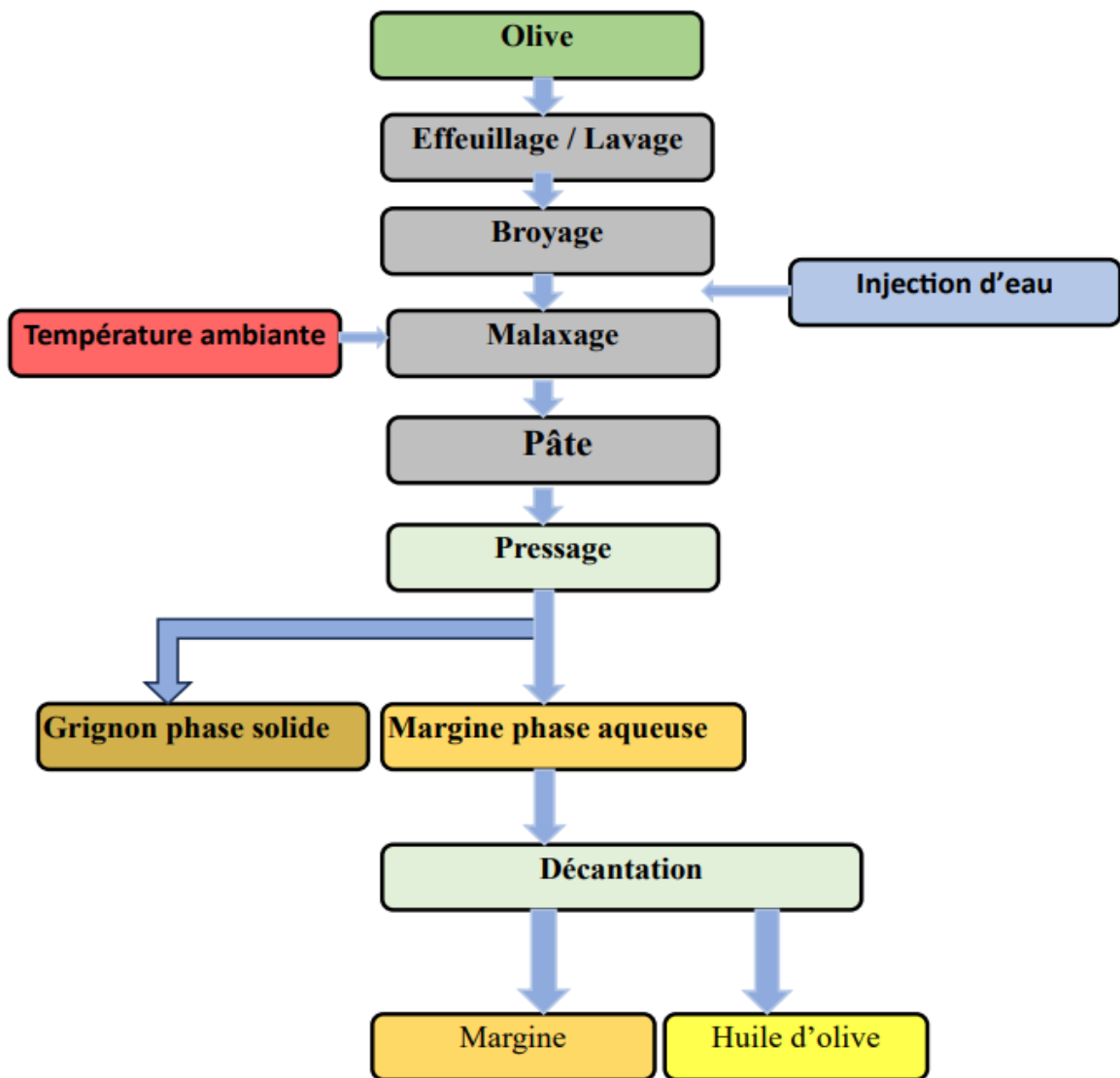


Figure III.4. Système traditionnel pour l'extraction de l'huile d'olive (Tamasi *et al.*, 2016).

### III.4. 2. Système de centrifugation continu moderne

Après les étapes de lavage, broyage et de malaxage, l'extraction mécanique de l'huile est principalement effectuée selon un processus continu basé sur la centrifugation avec un décanteur. La centrifugeuse décanteuse est conçue avec convoyeur à vis et bol rotatif, permettant de traiter de grandes quantités d'olives en peu de temps. En fait, deux types de décanteurs centrifuges sont actuellement utilisés : la centrifugation à deux phases et la centrifugation à trois phases (Fig. III.5) (Souilem *et al.*, 2017).

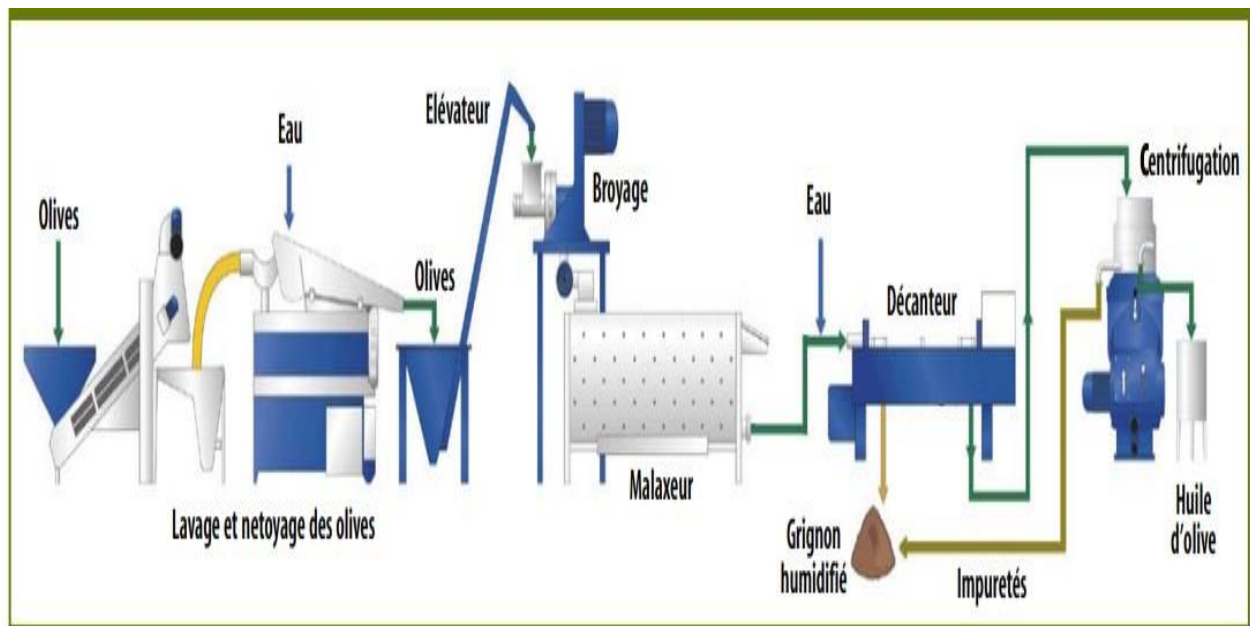


Figure III.5. Chaîne d'extraction moderne de l'huile d'olive (Chimi, 2006).

#### ➤ Système de centrifugation continu à trois phases

Le procédé de centrifugation continue en trois phases a été introduit dans les années 1970, afin d'augmenter la capacité de traitement et le rendement d'extraction et de réduire la main-d'œuvre. Au cours du processus en trois phases, un ajout d'eau chaude est nécessaire pour laver l'huile. Le processus donne trois phases : phase huileuse, résidu solide : le gâteau d'olive (pulpe d'olive et noyaux) et les eaux usées du moulin à olives (EUMO). Le résidu solide est séparé des deux autres phases dans le décanteur. Les phases liquides sont ensuite soumises à une centrifugation verticale afin de séparer l'huile d'olive de l'EUMO (Souilem *et al.*, 2017).

Les inconvénients de ce processus comprennent l'augmentation des quantités d'eaux usées produites en raison de l'utilisation accrue de l'eau (1,25 à 1,75 fois plus d'eau que l'extraction à la presse), la perte de composants précieux (par exemple, des antioxydants naturels) dans la phase aqueuse et les problèmes d'élimination des eaux usées des huileries. Pour réduire ce problème, la phase aqueuse peut être recyclée dès sa sortie du décanteur, pour amincir la pâte d'olive par injection dans la pompe qui délivre la pâte dans le décanteur. Cette technique a permis de réduire le volume des eaux usées d'environ 35% et d'améliorer la teneur totale en polyphénols de l'huile d'environ 30%. Cependant, la pratique affecte négativement la qualité de l'huile produite et elle n'est plus guère utilisée (Boskou, 2006).

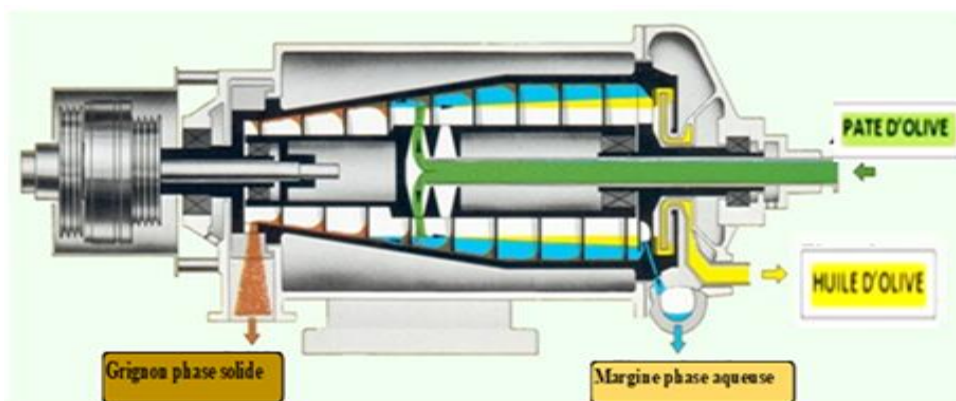
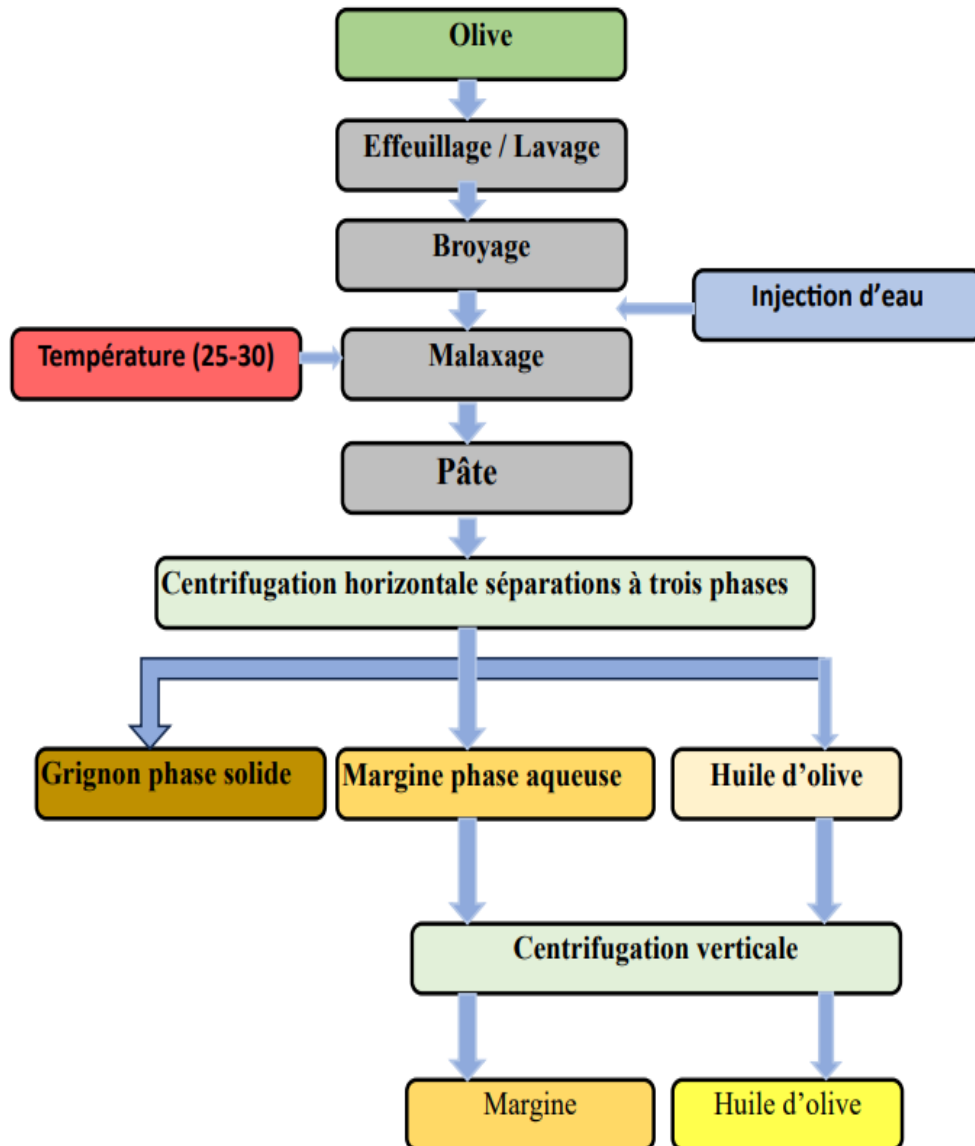


Figure III.6. Système triphasé pour l'extraction de l'huile d'olive (Tamasi *et al.*, 2016).

➤ **Système de centrifugation continu à deux phases**

L'incapacité à développer une technologie appropriée de traitement des eaux usées en fin de processus a mis au défi les fabricants de technologies de développer le processus en deux phases. La dernière utilise uniquement de l'eau de lavage et fournit de l'huile (phase liquide) et un substrat très humide (phase semi-solide appelée grignons d'olive humides) en utilisant une technologie de centrifugation plus efficace (Fig. III.7). Ce processus a réduit l'impact environnemental en raison de la baisse de la demande en eau et des quantités de déchets produites, mais il nécessite une énergie supplémentaire pour le séchage préalable de l'extraction de l'huile de noyau d'olive (Souilem *et al.*, 2017).

Cette technologie a suscité un intérêt particulier lorsque la quantité d'eau est limitée et/ou que les effluents aqueux doivent être réduits. Lorsque des olives fraîches sont utilisées, la pâte est produite sans ajout d'eau, tandis que, lorsque des olives séchées sont utilisées, une petite quantité d'eau est ajoutée. La pâte rompue est centrifugée dans le décanteur à partir duquel on obtient deux phases : un moût huileux et un mélange solide/eau. Des décanteurs basés sur le procédé en deux phases ont été développés par plusieurs entreprises. Les performances des décanteurs à deux phases ont été évaluées par rapport au procédé traditionnel d'extraction en trois phases et ont permis de produire de l'huile d'olive avec des rendements similaires à ceux du procédé en trois phases, mais d'une qualité supérieure en termes de teneur en polyphénols et en o-diphénols et de conservation. En outre, le processus en deux phases n'a pas produit d'eaux usées lors de l'extraction de l'huile d'olive. La décantation en deux phases réduit les besoins en eau. Cependant, il crée un marc à forte humidité, qui est difficile à manipuler. L'application d'une seconde centrifugation en trois phases après malaxage et dilution appropriée de la pâte obtenue à partir du premier marc de centrifugation en deux phases diminue l'humidité du marc final, mais seul un faible pourcentage d'huile est récupéré. Cette huile est verte et a une teneur plus élevée en alcools aliphatiques, en cires et en alcool triterpénique (Boskou, 2006).

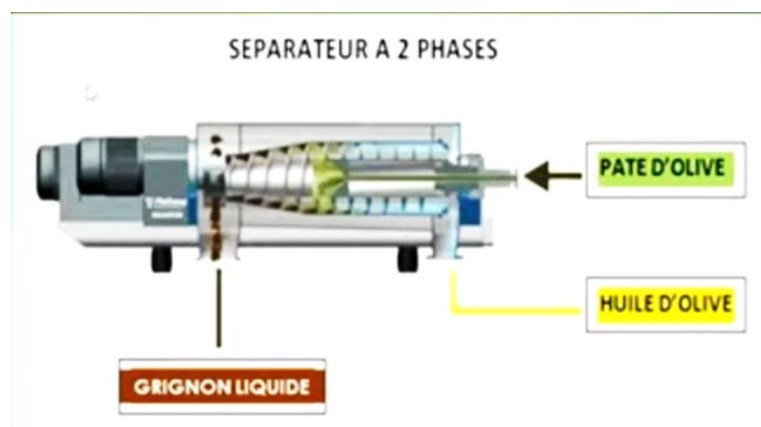
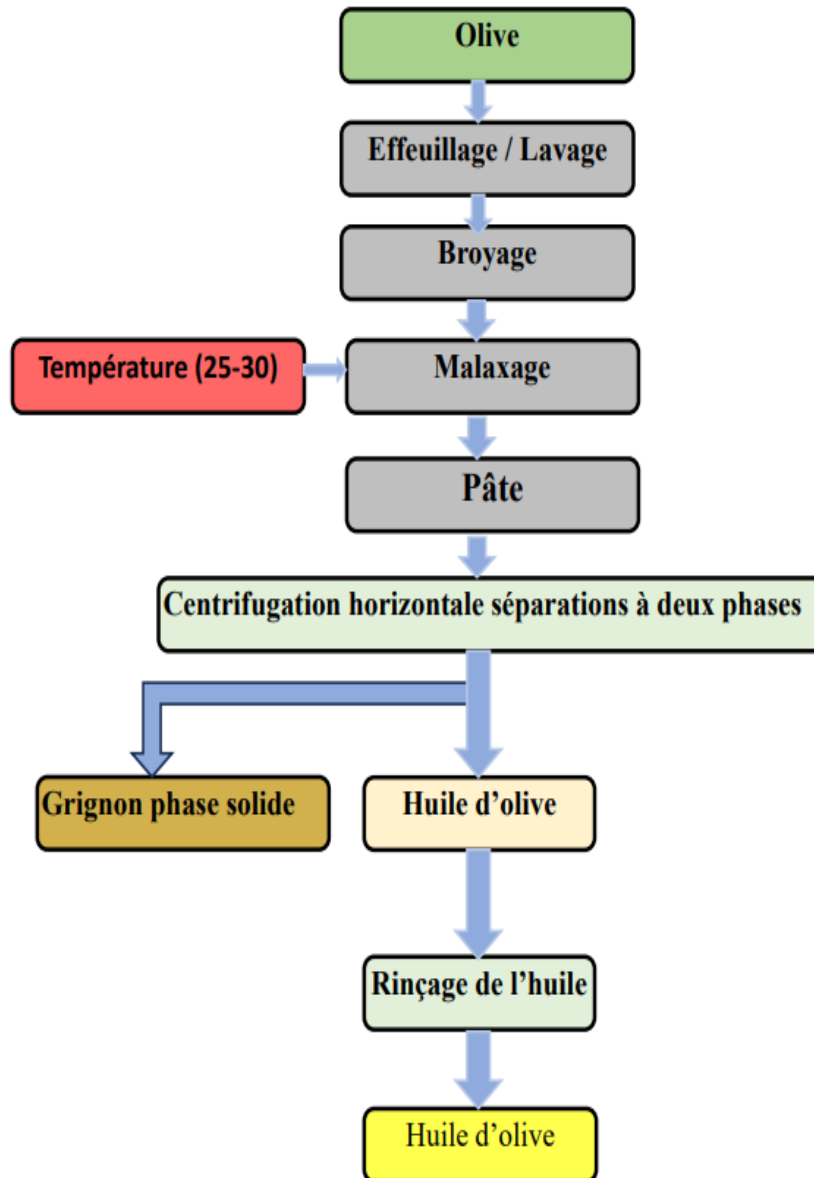


Figure III.7. Système biphasé pour l'extraction de l'huile d'olive

(Tamasi *et al.*, 2016).

### III.5. Impact de procédé d'extraction sur la qualité des huiles d'olive

Tableau II .1. Comparaison entre les différentes méthodes d'extraction d'huile d'olive.

Système traditionnel « presse »	Système moderne à 03 phases	Système moderne à 02 phases
Nécessite une importance main d'œuvre	Permet de réduire la main d'œuvre	
Faible capacité de production	Grande capacité de production	
Altération des huiles après exposition de la pâte des olives à l'air durant environ 1 heure de trituration parfois plus	Les opérations de transformation se passent en clos, ce qui protège l'huile de l'altération par l'oxygène de l'air	
Consommation moyenne d'eau	Consommation élevée d'eau	Très faible consommation d'eau
Les huiles extraites sont riches en antioxydants	Les huiles extraites sont pauvres en antioxydants	Les huiles extraites sont riches en antioxydants
Généralement l'huile est relativement acide (le respect des règles d'hygiène est difficile)	Faible acidité de l'huile	
Grande risque de contamination	Faible risque de contamination	
Faible résistance de l'huile à l'oxydation à causes des acides gras libres	Faible résistance de l'huile à l'oxydation à cause de sa pauvreté en antioxydants	Stabilité de l'huile à l'oxydation
Quantité moyenne de margine	Très grandes quantités de margines	Pas de margines
Quantité moyenne de grignons	Quantité moyenne de grignons	Grande quantité de grignons

### **III.6. Conditionnement et mise en bouteilles de l'huile d'olive**

En général, ces méthodes d'extraction produiront environ 200 kg d'huile d'olive à partir d'une tonne d'olives. Le processus de l'emballage consiste à emballer l'huile d'olive dans des bouteilles et à l'étiqueter. Très peu de moulins à olives embouteillent l'huile d'olive avec leur propre étiquette, mais elle peut souvent être vendue sans bouteille aux consommateurs et aux entreprises d'embouteillage nationales et multinationales. La mise en bouteille d'une huile d'olive tient compte de facteurs tels que la taille (0.25/0.375/0.5 litres), la forme, la couleur (ambre, vert, bleu foncé et noir), le matériau et la disponibilité. La mise en bouteille peut se faire dans des récipients en acier inoxydable, des bouteilles en verre transparent et des bouteilles en polyéthylène téréphtalate. Il est très important de choisir le bon scellage de la bouteille. En outre, les étiquettes peuvent être conçues par des graphistes professionnels et différentes options d'impression utilisées, telles que l'impression à domicile, l'impression offset, les petites séries d'étiquettes personnalisées, l'impression maison et l'impression numérique. Enfin, la certification de l'huile d'olive est effectuée par des panels officiels de dégustateurs pour vérifier ses normes de qualité (Kumar et Kansara, 2018).

### **III.7. Déchets de l'industrie oléicoles**

La culture de l'olivier que l'industrie de l'huile d'olive produisent de grandes quantités de sous-produits et des effluents. La quantité et les caractéristiques physico-chimiques des déchets générés dépendent du système d'extraction des huiles usées, des fruits transformés et des conditions opératoires (ajout d'eau, température, etc.) (Niaounakis et Halvadakis, 2006).

#### **III.7.1. Feuilles et brindilles**

Les feuilles et les petites brindilles sont des résidus solides produites lors du nettoyage des olives avant le broyage. Ils ont des applications nombreuses, car en plus de leur utilisation dans l'alimentation animale, ils peuvent être utilisés comme combustibles suivre à la fabrication des composts, ou la constituer la matière première dans l'industrie de papier ou la fabrication des meubles (Gaime-Perraud *et al.*, 2009)

#### **III.7.2. Grignons d'olive**

Les grignons sont les résidus solides de couleur brune issu de l'extraction totale des olives par broyage. Ils contiennent encore de l'huile appelée huile secondaire. Ils sont composés de peaux, de résidus de pulpe et de fragments des noyaux. Ces déchets contiennent en moyenne 28,5% d'eau, 41,5% de coque, 21,5% de pulpe et 8,5% d'huile (Mansour *et al.*, 2013).

### III.7.3. Margine

Sont des eaux de végétation générées lors de l'extraction de l'huile d'olive, de couleur brune rougeâtre à noire, a une odeur qui rappelle à celle de l'huile d'olive, elle est fortement chargée en polyphénol et en matières organiques qui les rendent toxiques pour l'environnement (Kapellakis *et al.*, 2008).

Ces eaux sont souvent éliminées dans des bassins d'évaporation ou divers récepteurs environnementaux (Fig. III.8.) causant de fortes nuisances olfactives, une contamination du sol, une inhibition de la croissance des plantes, une pollution naturelle des cours d'eau ainsi que de graves effets sur la faune aquatique et sur l'état écologique (Komnitsas *et al.*, 2016).

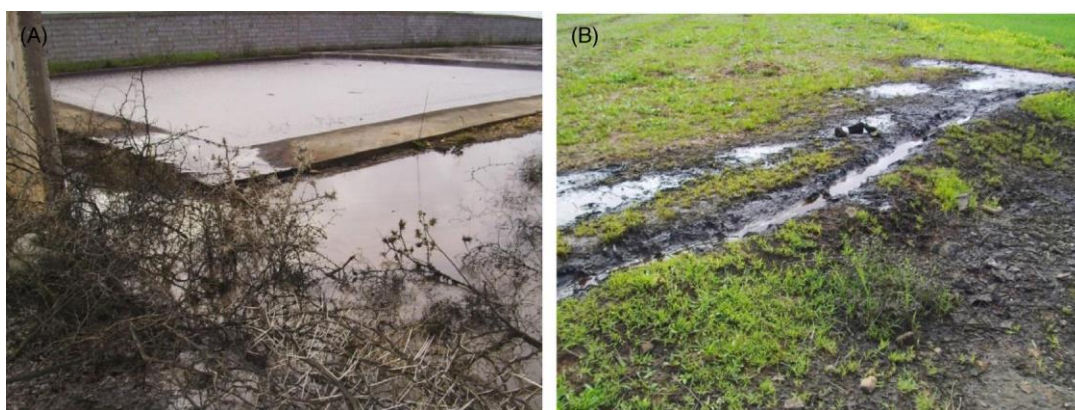


Figure III.8. Rejets des eaux usées de moulins à olives dans l'environnement

(Seçmeler et Galanakis, 2019).

## III.8. Effets environnementaux de déchets oléicoles

### III.8.1. Effets bioactifs (effets sur l'atmosphère)

Les moulins à olives génèrent des émissions de gaz entraînant des griefs considérables en matière d'odeurs, beaucoup de composés à bas point d'ébullition et d'acides organiques volatils produisent des odeurs caractéristiques qui peuvent être senties autour des moulins à olives. EUMO est généralement déversé dans les eaux naturelles ou sur le sol et/ou stocké dans des bassins d'évaporation mal conçus. Cet effluent subit une fermentation naturelle et émane des gaz piquants, tels que les phénols, le dioxyde de soufre et le sulfure d'hydrogène. Ce fait conduit à une pollution olfactive considérable, en particulier pendant la saison de production oléicole (Lagoudianaki *et al.*, 2003).

### **III.8.2. Effets sur la vie aquatique et ressource en eau**

L'élimination de l'EUMO entraîne des effets importants sur les plans d'eau naturels. Ces impacts sont principalement liés à la concentration, à la composition et à la production saisonnière. L'effet le plus visible est la décoloration des ruisseaux et des rivières. Ce changement de couleur est principalement dû à l'oxydation et à la polymérisation subséquente de tanins donnant des phénols de couleur foncée (Karaouzas *et al.*, 2011). La nature phénolique élevée de l'EUMO et sa teneur en matières organiques le rendent très résistant à la biodégradation (Zirehpour *et al.*, 2014).

La présence d'une quantité considérable de nutriments dans EUMO fournit un milieu approprié pour que les agents pathogènes se multiplient et infectent les cours d'eau, ce qui a des conséquences graves pour la vie aquatique et les humains qui entrent en contact avec de l'eau infectée (Karaouzas *et al.*, 2011).

### **III.8.4. Effets sur le sol**

EUMO contient une grande quantité de substances organiques, y compris des composés phénoliques qui peuvent avoir un impact négatif lorsqu'ils sont appliqués sur le sol. En raison des concentrations élevées de matières organiques et de nutriments minéraux, l'EUMO pourrait être un engrais prometteur pour les systèmes de culture (Ayoub *et al.* 2014).

### **III.9. Valorisation des déchets de l'huilerie**

L'élimination des eaux usées de moulins à olives et de grignons d'olive est un problème environnemental et économique qui ne peut toujours pas être entièrement résolu dans la pratique. De nos jours, il est possible d'évaluer les matériaux lignocellulosiques (hémicellulose, cellulose, lignine) ainsi que les substances bioactives (phénoliques, stérols, acides triterpéniques, oligosaccharides), des déchets de production d'huile d'olive à différentes fins telles que le biocarburant, et d'obtenir plus d'un produit (Fig. III.9.). Ainsi, les pertes de déchets alimentaires seront réduites et une valeur ajoutée sera apportée dans le secteur. La valorisation des sous-produits de transformation des moulins à olives pourrait aider les industries de l'huile d'olive à résoudre les problèmes environnementaux et de durabilité accompagnés de l'élimination de ces flux) (Seçmeler et Galanakis, 2019).

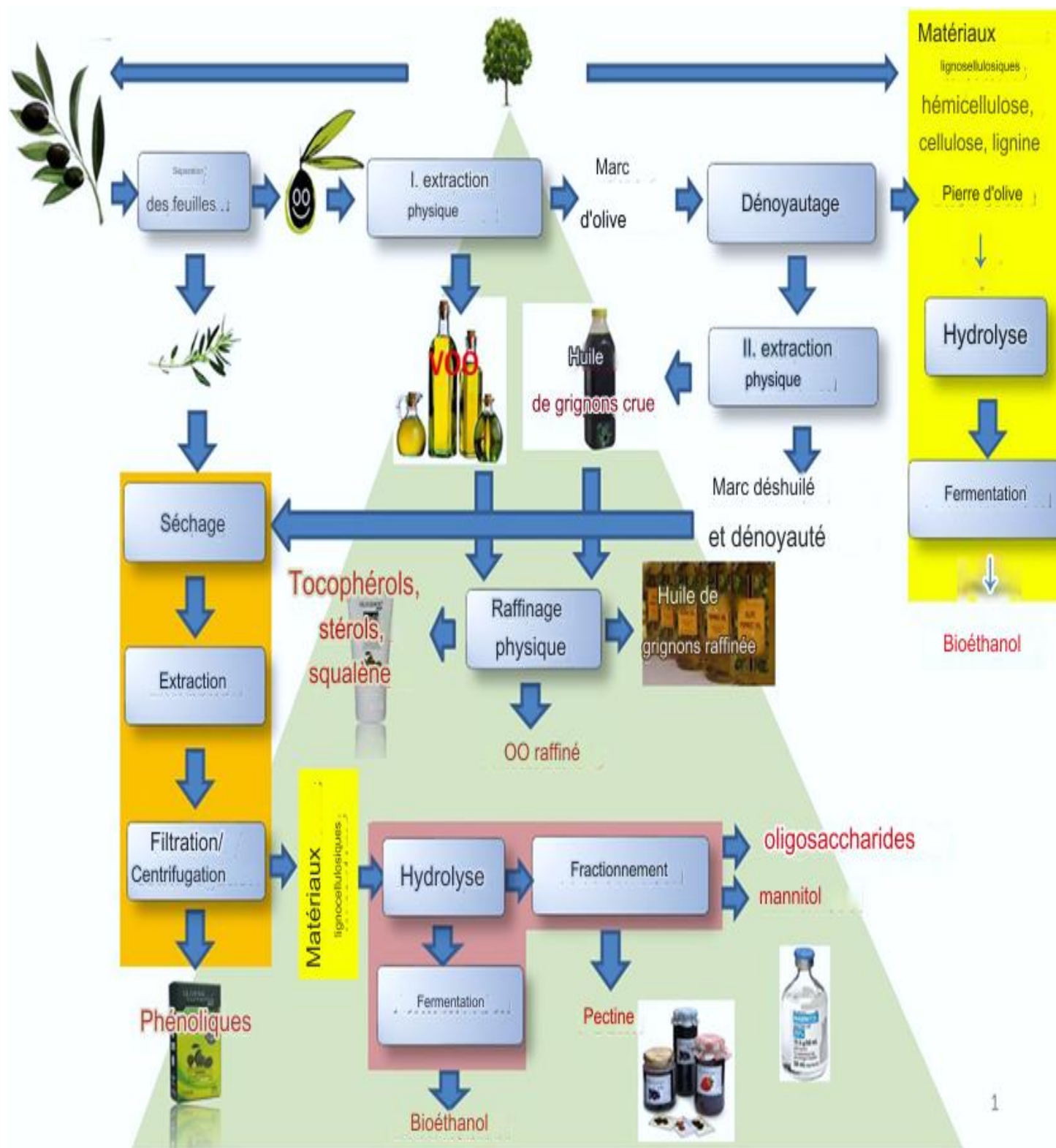


Figure III.9. Chaîne de valorisation des déchets du secteur de l'huile d'olive

(Seçmeler et Galanakis, 2019).

# **Conclusion**

## **Conclusion**

On conclut qu'il existe une série des facteurs qui influencent la quantité et la qualité des huiles d'olive, comme les variétés d'olives, les conditions microclimatiques, la variabilité des sols, les systèmes de culture, récolte et stockage des olives. Les méthodes d'extraction et les types de matériels utilisés constituer aussi un facteur très important qui affectent la qualité de l'huile d'olive. Le but majeur de toutes méthodes d'extraction est d'extraire la plus grande quantité de l'huile d'olive sans altérer sa qualité, et aussi bien respecter l'environnement et sauvegarder les ressources naturelles. Les innovations technologiques, apportées aux procédées de trituration des olives par centrifugation, une conduite appropriée du matériel, une amélioration qualitative de l'huile d'olive. En effet, ces procédées nécessitent moins de main d'œuvre, et les rendements en huile sont meilleurs par rapport au système traditionnel. L'utilisation d'une centrifugeuse à deux phases permettrait d'obtenir des teneurs plus élevées en polyphénols que les huiles extraites par le système centrifuge à trois phases et le système traditionnel. Ce décanteur économiseur d'eau pourrait améliorer la qualité de l'huile. C'est une construction spéciale utilisant moins d'eau par rapport aux autres systèmes, il produit un faible volume de margine et une huile plus riche en polyphénols, permettant ainsi une meilleure stabilité et conservation d'une huile d'olive de qualité.

**Références**

**Bibliographiques**

**Références bibliographiques**

- Ali, N., Chapuis, E., Tavoillot, J., & Mateille, T. (2014). Plant-parasitic nematodes associated with olive tree (*Olea europaea* L.) with a focus on the Mediterranean Basin: A review. *Comptes Rendus Biologies*, 337(7-8), 423-442.
- Alves E., Rosário M., and Domingues P. (2018). Polar Lipids from Olives and Olive Oil: A Review on Their Identification, Significance and Potential Biotechnological Applications. Mass Spectrometry Centre, Department of Chemistry & QOPNA, University of Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal. 7(7), 109.
- Ayoub, S., Al-Absi, K., Al-Shdiefat, S., Al-Majali, D., Hijazeen, D., 2014. Effect of olive mill wastewater land-spreading on soil properties, olive tree performance and oil quality. *Sci. Hort.* 175, 160–166.
- Bombarely, A., Doulis, A. G., Lambrou, K. K., Zioutis, C., Margaritis, E., & Koubouris, G. (2021). Elucidation of the origin of the monumental olive tree of Vouves in Crete, Greece. *Plants*, 10(11), 2374.
- Boskou, D. (2006). *Olive oil: chemistry and technology*. AOCS Publishing.
- Brito, C., Dinis, L. T., Moutinho-Pereira, J., & Correia, C. M. (2019). Drought stress effects and olive tree acclimation under a changing climate. *Plants*, 8(7), 232.
- Blatchly, R., Nircan, Z. D., & O'Hara, P. (2017). *The chemical story of olive oil: From grove to table*. Royal Society of Chemistry.
- Baldoni, L., & Belaj, A. (2010). Olive. *Oil crops*, 397-421.
- Beltran, G., Aguilera, M. P., Del Rio, C., Sanchez, S., & Martinez, L. (2005). Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblanca virgin olive oils. *Food Chemistry*, 89, 207–215.
- Besnard, G., Baradat, P., Breton, C., Khadari, B. et Berville', A. (2001) Olive domestication from structure of oleasters and cultivars using nuclear RAPDs and mitochondrial RFLPs. *Genetics Selection Evolution* 2001, 119.
- Bianchi G (2003). Lipids and phenols in table olives. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105, (2003) 229-242.
- Beltrán G., Jiménez A., Del Rio C., Sánchez S., Martínez L., Uceda M., Et Aguilera M P., 2010. Variability of Vitamin E in Virgin Olive Oil by Agronomical and Genetic Factors. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, (6), 633–639.

- Breton, C., Médail, F., Pinatel, C., & Bervillé, A. (2006). De l'olivier à l'oléastre : origine et domestication de l'*Olea europaea* L. dans le Bassin méditerranéen. *Cahiers Agricultures*, 15(4), 329-336.
- Breton, C., & Bervillé, A. (2012). Histoire de l'olivier. *Quae*.PP100-121
- Cardeno A., Sanchez-Hidalgo M., Et Alarcon-De-La-Lastra C., 2013. An UpDate of Olive Oil Phenols in Inflammation and Cancer: Molecular Mechanisms and Clinical Implications. *Current Medicinal Chemistry*, 20(36), 4758-4776.
- Chimi, 2006. Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. Département des Sciences Alimentaires et Nutritionnelles, IAV hassan II, Rabat 141 :1-3.
- Clodoveo, M.L., Hbaieb, R.H., Kotti, F., Mugnozza, G.S., Gargouri, M., 2014. Mechanical strategies to increase nutritional and sensory quality of virgin olive oil by modulating the endogenous enzyme activities. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 13 (2), 135–154.
- Diamantakos, P., Ioannidis, K., Papanikolaou, C., Tsolakou, A., Rigakou, A., Melliou, E., & Magiatis, P. (2021). A new definition of the term “high-phenolic olive oil” based on large scale statistical data of Greek olive oils analyzed by qNMR. *Molecules*, 26(4), 1115.
- Di Giovacchino, L., Sestili, S., & Di Vincenzo, D. (2002). Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(9-10), P588.
- Del Mar Contreras M, Rodríguez MC, García Mata S.2013. Olive oil wound healing properties: its accumulation in keratinocytes and role in inflammation. *Arch Dermatol Res.* 305(8):665-72.
- Frankel E., A. Bakhouch, J. Lozano-Sanchez, A. Segura-Carretero, A. Fernandez-Gutierrez, (2013). Literature review on production process to obtain extra virgin olive oil enriched in bioactive compounds. Potential use of byproducts as alternative sources of polyphenols, *J. Agric. Food Chem.* 61 5179–5188.
- Fратиanni, F., Cozzolino, R., Martignetti, A., Malorni, L., d’Acierno, A., De Feo, V., ... & Nazzaro, F. (2019). Biochemical composition and antioxidant activity of three extra virgin olive oils from the Irpinia Province, Southern Italy. *Food Science & Nutrition*, 7(10), 3233-3243.
- Gagour, J., Hallouch, O., Asbbane, A., Bijla, L., Lanknifli, A., Lee, L. H., ... & Gharby, S. (2024). A Review of Recent Progresses on Olive Oil Chemical Profiling, Extraction Technology, Shelf-life, and Quality Control. *Chemistry & Biodiversity*, e202301697.

- Gaime- Perraud I., Labrousse Y. et Roussos, S. 2009. Conservation des résidus de l'agro-industrie oléicole par ensilage : de l'isolement de bactéries lactiques endogènes à l'étude de Faisabilité. Sfax: Institut de l'Olivier, 308-312.
- Gharbi, I., & Hammami, M. (2019). Olive (*Olea europea L.*) oil. Fruit oils: Chemistry and functionality, 405-417.
- Gimeno, E., Castellote, A.I., Lamuela-Raventós, R.M., De la Torre, M.C., Lopez-Sabater, M.C., 2002. The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolic, -tocopherol, and  $\alpha$ -carotene) in virgin olive oil. Food Chem. 78 (2), 207–211.
- Gunstone, F. (Ed.). (2011). Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses. John Wiley & Sons.
- Guo, Z., Jia, X., Zheng, Z., Lu, X., Zheng, Y., Zheng, B., & Xiao, J. (2018). Chemical composition and nutritional function of olive (*Olea europaea L.*): A review. Phytochemistry Reviews, 17, 1091-1110.
- Henry S. 2003.L'huile d'olive, son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique.90p.
- Hussain, S. Z., Naseer, B., Qadri, T., Fatima, T., & Bhat, T. A. (2021). Olive (*Olea europaea L.*) Morphology, taxonomy, composition and health benefits. In Fruits Grown in Highland Regions of the Himalayas: Nutritional and Health Benefits Cham: Springer International Publishing.pp. 117-129.
- Jiménez-Sánchez, A., Martínez-Ortega, A. J., Remón-Ruiz, P. J., Piñar-Gutiérrez, A., Pereira-Cunill, J. L., & García-Luna, P. P. (2022). Therapeutic properties and use of extra virgin olive oil in clinical nutrition: A narrative review and literature update. Nutrients, 14(7), 1440.
- Kapellakis, I. E., Tsagarakis, K. P., & Crowther, J. C. (2008). Olive oil history, production and by-product management. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 7, 1-26.
- Kiritsakis, A., & Shahidi, F. (2017). Olives and olive oil as functional foods. UK: John Wiley & Sons.
- Komnitsas, K., Modis, K., Doula, M., Kavvadias, V., Sideri, D., Zaharaki, D., 2016. Geostatistical estimation of risk for soil and water in the vicinity of olive mill wastewater disposal sites. Desalin. Water Treat. 57 (7), 2982–2995.
- Kumar, R., & Kansara, S. (2018). Supply chain process of olive oil industry. International Journal of Management Practice, 11(2), P150.

Lagace T.A., Ridgway N.D., (2013). The role of phospholipids in the biological activity and Structure of the endoplasmic reticulum, *Biochim. Biophys. Acta* 1833, 2499–2510.

Lagoudianaki, E., Manios, T., Geniatakis, M., Frantzeskaki, N., Manios, V., 2003. Odor control in evaporation ponds treating olive mill wastewater through the use of Ca(OH) (2). *J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng.* 38 (11), 2537–2547.

Lopez S., Beatriz Bermudez, Sergio Montserrat-de la Paz, Sara Jaramillo, Lourdes M. Varela, Almudena Ortega-Gomez, Rocio Abia, Francisco J.G. Muriana (2014). Membrane composition and dynamics: A target of bioactive virgin olive oil constituents. *Biochimica et Biophysica Acta* 1838, 1638–1656.

Lozano-Castellón J., López-Yerena A., Domínguez-López I., Siscart-Serra A., Fraga N., Sámano S., 2022. Extra Virgin Olive Oil: A Comprehensive Review of Efforts to Ensure Its Authenticity, Traceability, And Safety. In: *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 21, N° 3, P. 26392664.

Mansour–Benamar, M., Savoie, J. M., & Chavant, L. (2013). Valorization of solid olive mill wastes by cultivation of a local strain of edible mushrooms. *Comptes Rendus. Biologies*, 336(8), 407-415.

Niaounakis, M., & Halvadakis, C. P. (2006). Olive processing waste management. Amsterdam (Netherlands): Elsevier Science. pp. 23-60

Obied H., Prenzler P., Omar S., Isma'el R., Servill M., Esposto S., Taticchi A., Selvaggini R., and Urban S. 2012. Pharmacology of olive biophenols in: Fishbein. *Advances in Molecular Toxicology*. V6. P 195-242

Owen, R. W., Giacosa, A., Hull, W. E., Haubner, R., Spiegelhalder, B., & Bartsch, H. (2000). The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *European journal of cancer*, 36(10), 1235-1247.

Psomiadou E., M. Tsimidou, (2001). Pigments in Greek Virgin Olive Oils: Occurrence and Levels, *J. Sci. Food Agric.* 41: 640-647.

Reale L, Sgromo C, Bonofiglio T, Orlandi F, Fornaciari M, Ferranti F, Romano B, 2006. Biologie de la reproduction de l'olive (*Olea europaea L.*) Cultivars DOP Umbrie. *Sex Plant Reprod*, 19(4): 151.

- Rodis, P.S., Karathanos, V.T., Mantzavinou, A., 2002. Partitioning of olive oil antioxidants between oil and water phases. *J. Agric. Food Chem.* 50 (3), 596–601.
- Salas, J. J., Harwood, J. L., & Martínez-Force, E. (2013). Lipid metabolism in olive: Biosynthesis of triacylglycerols and aroma components. In *Handbook of olive oil: Analysis and properties* (pp. 97-127). Boston, MA: Springer US. pp. 97-127.
- Salvador, F. Aranda, G. Fregpane, (2001). Influence of fruit ripening on “Cornicabra” virgin olive oil quality A study of four successive crop seasons. *Food chemistry* 73 (2001) 45-53.
- Seçmeler, Ö., & Galanakis, C. M. (2019). Olive fruit and olive oil. In *Innovations in traditional foods* Woodhead Publishing. pp. 193-220.
- Servili, M., Taticchi, A., Esposto, S., Sordini, B., & Urbani, S. (2012). Technological Aspects of Olive Oil Production Olive Germplasm-The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy. In *Olive Germplasm-The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy* pp. 151-172.
- Seidita A., Soresi M.A., Giannitrapani L., Di Stefano V., Citarrella R., Et Mirarchi L., 2022. The Clinical Impact of an Extra Virgin Olive Oil Enriched Mediterranean Diet On Metabolic Syndrome: Lights and Shadows of a Nutraceutical Approach. In: *Frontiers In Nutrition*, Vol. 9, P. 980429.
- Silva, B. S., & Schmiele, M. (2021). From olive to olive oil: a general approach. *Research, Society and Development*, 10(3), e32210313408-e32210313408
- Souilem, S., El-Abbassi, A., Kiai, H., Hafidi, A., Sayadi, S., & Galanakis, C. M. (2017). Olive oil production sector: Environmental effects and sustainability challenges. In *Olive mill waste*. Academic Press. 1-28.
- Spyros, A., A. Philippidis, P. Dais, (2004). Kinetics of Diglyceride Formation and Isomerization in Virgin Olive Oils by Employing 31P NMR Spectroscopy. Formulation of a Quantitative Measure to Assess Olive Oil Storage History. *J. Agric. Food Chem.* 52:157-164.
- Tamasi, G., Bonechi, C., Belyakova, A., Pardini, A., & Rossi, C. (2016). The olive tree, a source of antioxidant compounds. *Journal of the Siena Academy of Sciences*, 8(1).
- Taylor, R., & Burt, J. (2007). Growing olive in Western Australia. *Bulletin*, 4331.

- Uceda, M., Beltrán, G., & Jiménez, A. (2006). Olive oil extraction and quality. *Grasas y aceites*, 57(1), P27.
- Valvez, S., Maceiras, A., Santos, P., & Reis, P. N. (2021). Olive stones as filler for polymer-based composites: A review. *Materials*, 14(4), 845.
- Vlahov G., Stojanović M., Et Milovanovic M., 2015. Antioxidant Activity of Olive Oil and Its Focused On the Functional Products Development: A Review. *Journal of The Serbian Chemical Society*, 80(6), 723-732.
- Vossen, P. (2007). Olive oil: history, production, and characteristics of the world's classic oils. *HortScience*, 42(5), P1096.
- Zirehpour, A., Rahimpour, A., Jahanshahi, M., Pey Rāvi, M., 2014. Mixed matrix membrane application for olive oil wastewater treatment: process optimization based on Taguchi design method. *J. Environ. Manag.* 132, 113–120.

