

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou
Faculté Des Sciences Biologiques Et Des Sciences Agronomiques



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biochimie et de Microbiologie

MÉMOIRE FIN D'ÉTUDE

En vue de l'obtention du diplôme Master Académique en Sciences de La Nature et de la Vie

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité: Biochimie de la Nutrition

Thème

**Les effets des systèmes d'extractions sur la qualité de l'huile d'olive
Variété « Sigoise »**



Présenté par :

ADDA LILIA

ARAB OUERDIA

Soutenues devant le jury composé de :

Présidente : Mme LEKSIR C.

Maitre de conférences B UMMTO

Promotrice : Mme OUALI-ABDOUNE S.

Maitre assistante A UMMTO

Examineur : Mr SEBBANE H.

Maitre de conférences B UMMTO

2022/2023

Remerciements

Nous tenons à remercier tout d'abord le bon Dieu qui nous a donné le courage, la patience et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

*Il nous est agréable d'exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à notre promotrice **Mme Ouali-Abdoune S** ; Maitre-assistant chargé de cours classe A au département des sciences biologiques à l'UMMTO, d'avoir acceptée de nous encadrer et de nous avoir orientée durant toute la période du travail.*

*Nous remercions vivement, **Mm Leksir C** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury, ainsi que **Mr Sebbane H** d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

Nous adressons nos remerciements aux ingénieurs du laboratoire de biochimie qui nous ont aidés à la réalisation de la partie pratique de notre mémoire.

Enfin, Nous tenons à remercier également tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Je remercie tout d'abord le bon DIEU tout puissant qui m'a donné la force et le courage pour terminer ce travail.

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents pour leurs exprimées tout le respect et l'amour que j'ai pour eux et Pour leurs témoigner, ma reconnaissance pour tous les efforts et sacrifices qui ont entrepris pour me voir ce que je suis devenue. Merci pour votre patience.

*A mes cher **grands parents** que dieu les garde.*

*A mes très chers Sœurs : **CELINA** et **MAÏSSA**.*

A mes chers cousins et cousines.

*A toute la famille **ADDA** et **HASSANI**.*

A mes chères amies chacun a son nom.

*Mes spéciales dédicaces pour mon binôme **OUERDIA** et sa famille.*



Lilia

Dédicace

Je dédie ce travail :

*À mes chers parents. Mon cher papa **SAMIR** Signe de fierté et d'honneur, ce travail est le vôtre, tu trouveras ici toute mon affection et ma profonde gratitude pour toutes ces années de sacrifice pour moi.*

*Ma chère Maman **NASSIMA** Nul mot ne parviendra jamais à exprimer l'amour que je te porte. Ton amour, ta patience, ton encouragement et tes prières ont été pour moi le gage de la réussite. J'espère que ce travail soit pour toi le fruit de tes efforts et témoignage de ma profonde affection.*

*À mes chères sœurs **IMENE, ANAIS, RYMA** je vous souhaite une grande réussite dans vos études.*

*A mes meilleurs amies **YASMINE** et **KATIA** je vous remercie pour votre présence à mes côtés et de m'encourager à faire toujours plus.*

*A ma camarade et binôme de ce modeste travail **LILIA** que j'estime beaucoup ainsi qu'à toute sa famille.*

A tous les enseignants qui m'ont suivies au long de mon parcours éducatif.



Querdia

Liste des abréviations

A%	Pourcentage d'acidité
AG	Acides Gras
AGL	Acides Gras Libres
AGMI	Acides Gras Mono-Insaturés
AGPI	Acides Gras Poly-Insaturés
C.A	CODEX ALIMENTARIUS
C.O.I	Conseil oléicole International
CE	Commission Européenne
CEE	Communauté Economique Européenne
HDL	High density lipoprotein
HOV	Huile d'olive vierge
HOVC	Huile d'olive vierge courante
HOVE	Huile d'olive vierge extra
HOVL	Huile d'olive vierge lampante
IP	Indice de peroxyde
IS	Indice de saponification
ISO	International Standard Organisation
LDL	Low density lipoprotein
Méq	Milliéquivalent
Ppm	Partie par million
R°	Radical libre
RH°	Lipide insaturé
ROO°	Radical peroxy
ROOH°	Hydro peroxides
µg	Microgramme

Liste des figures

Figure 1 : Classification botanique de l'olivier.....	4
Figure 2 : Carte oléicole d'Algérie.....	5
Figure 3 : Description morphologique de la variété Sigoise.....	7
Figure 4 : Récolte manuelle des olives	8
Figure 5 : Principaux processus d'extraction de l'huile d'olive.....	11
Figure 6: Représentation simplifiée de la formation et de la décomposition des hydroperoxydes et de la cinétique de formation des produits secondaires d'oxydation.	24
Figure 7 : Schématisation de la cinétique d'oxydation des acides gras insaturés.....	24
Figure 8 : Schéma des réactions d'oxydation des lipides	26
Figure 9 : Evolution de la vitesse d'oxydation en fonction de l'activité de l'eau.....	27
Figure 10 : La localisation de la région de Mâatkas.	29
Figure 11: Représentation des échantillons d'étude.....	30
Figure 12 : Courbe de classification de l'huile selon son acidité.....	37
Figure 13 : Valeurs moyennes du taux d'acidité des huiles étudiés.....	38
Figure 14: Valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des échantillons analysés (meqO ₂ /kg)....	39
Figure 15: Valeurs moyennes (mg/g) de l'indice de saponification des échantillons étudiés.....	40
Figure 12 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	41



Liste des tableaux

Tableau I : Les critères de physico-chimique de l'huile d'olive.....	16
Tableau II : Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive.....	18
Tableau III : Les avantages et inconvénient des systèmes d'extraction.....	20
Tableau IV : Caractéristiques de la variété Sigoise.	31
Tableau V : Teneur en composé phénoliques des échantillons analysés.	42

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste d'abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale 01

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralité sur l'olivier

I. L'olivier 03

I.1. Origine et historique de l'olivier 03

I.2. Définition et classification botanique 04

I.3. Description de l'olive 04

I.4. Répartition géographique des oliviers 04

4.1. Répartition dans le monde 04

I.4.2. Répartition en Algérie..... 05

I.5. Les principales variétés d'olivier en Algérie 06

I.5.1. Variétés à l'huile 06

I.5.2. Variété table 06

I.6. Techniques de transformation de l'olive à l'huile 08

I.6.1. Récolte des olives 08

I.6.2. Effeuilage et lavage..... 09

I.6.3. Broyage	09
I.6.4. Le malaxage	09
I.6.5. Extraction de l'huile.....	10

Chapitre II : L'huile d'olive et sa qualité

II.1. L'huile d'olive.....	12
II.1.1. Définition.....	12
II.1.2. Composition chimique de l'huile d'olive	12
II.1.2.1. Fractions saponifiables	12
II.1.2.2. Fractions insaponifiables	13
II.2. Qualité de l'huile d'olive.....	15
II.2.1. Définition de la qualité	15
II.2.2. Les Catégories d'huile d'olive	15
II.2.3 Caractérisation de l'huile d'olive	16
II.3. Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive	18
II.4. Effet de procédé d'extraction	19
II.4.1. Les avantages et les inconvénients des systèmes d'extractions	20

Chapitre III. Altération de l'huile d'olive

III. Oxydation de L'huile d'olive	21
III.1. Différents types d'altération des lipides	21
III.1.1. Hydrolyse	21
III.1.2. Altération thermique.....	22
III.1.3 .Altération oxydative.....	23

III.1.3.1 Oxydation enzymatique	23
III.1.3.2. Auto-oxydation.....	24
III.1.3.3. Photo-oxydation	26
III.2. Facteurs influençant l'oxydation des lipides	27
III.2.1.Facteurs intrinsèques	27
III.2.2.Facteurs environnementaux.....	28
III.5.Conséquences de l'oxydation	28

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

I. Matériel	30
I.1. Description de la Sigoise.....	31
II. Méthodes	32
II.1. Analyse chimique	32
II.1.1. Détermination d'indice d'acide	32
II.1.2. Détermination d'indice de peroxyde	33
II.1.3. Détermination d'indice de saponification.....	34
II.1.4.Détermination de la teneur en composés phénoliques.....	35

Chapitre II : Résultats et discussions

I. Analyse chimique	37
I.1. Indice d'acide.....	37
I.2. Indice de peroxyde.....	39
I.3. Indice de saponification	40
I.4. Dosage des polyphénols.....	41

Conclusion..... 44

Références bibliographiques 46

Résumé

Partie bibliographique

Introduction

INTRODUCTION

L'olivier, l'arbre le plus important au monde est une richesse avérée du paysage agricole. Il fait partie intégrante de l'histoire du bassin méditerranéen. L'olive et son huile ont toujours été les composants clés du régime méditerranéen pendant très longtemps, en raison de leur haute qualité nutritionnelle et de leurs effets positifs sur la santé (**Muto et al., 2015**).

L'huile d'olive est obtenue du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions thermiques qui n'entraînent pas d'altérations et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration. Elles sont composées d'une fraction saponifiable et une fraction insaponifiable représentées principalement par des composés phénoliques (**Lama et al., 2017**).

En Algérie, L'oléiculture est l'un des secteurs stratégiques et l'huile d'olive est un trésor national d'utilité publique et un précieux carburant pour l'économie. De ce fait, c'est grâce aux efforts constants des pouvoirs publics qui ont déployé énormément de moyens pour développer la filière oléicole, et ce à partir des années 2000. A parti de là, la production de l'huile d'olive a été croissante pour enregistrer le niveau le plus élevé durant la décennie précédente et atteindre en 2020 les alentours de 125500 tonnes (**Zaidi et al., 2021**).

L'olivier de variété Sigoise est une variété originaire de Sig (Mascara). C'est la variété la plus connue en Algérie. Cet olivier est apprécié pour sa résistance aux conditions climatiques difficiles, notamment aux chaudes journées estivales et aux hivers doux de la région méditerranéenne. Ces olives sont souvent utilisées pour produire de l'huile d'olive de haute qualité, qui est appréciée pour son goût doux, légèrement fruité et sa faible acidité (**Gharbi., 2018**).

La qualité de l'huile d'olive est influencée par divers facteurs comme la variété, les conditions climatiques, le mode de trituration s'il est traditionnel ou industriel et ainsi que les conditions et la durée de stockage (**Ouedrhiri et al., 2017**).

L'objectif de notre travail est d'évaluer la qualité nutritionnelle de trois échantillons d'huile d'olive variété « Sigoise » de la région Mâatkas de la wilaya de Tizi-Ouzou, dont deux échantillons sont collectés dans des huileries modernes différentes et le troisième échantillon provient d'une huilerie traditionnelle, en leurs effectuent des analyses chimiques.

Pour cela notre travail sera réparti comme suit :

INTRODUCTION

La première partie, sera consacrée à une synthèse bibliographique dans laquelle nous rapportons des généralités sur l'olivier, l'huile d'olive, ainsi que sur sa qualité et son altération.

Dans la deuxième partie qui sera consacrée à la partie expérimentale, elle comprendra le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail.

Enfin, la troisième partie portera les résultats collectés et leur discussion et on terminera par une conclusion.



Chapitre I :
Généralité sur l'olivier



I.L'olivier

I.1. Origine et historique de l'olivier

La culture de l'olivier (*Olea europaea L*) est l'une des plus anciennes cultures de la région méditerranéenne où elle a occupée depuis la préhistoire une place importante. Les analyses de la diversité morphologique et génétique ont démontré que la ségrégation de la population sauvage de l'olivier s'étend sur un axe Est-Ouest ce qui reflète sa division biogéographique dans le bassin méditerranéen où les régions orientales et occidentales sont séparées par une ligne joignant la Mer Adriatique et le désert de Libye. En Afrique du nord, l'oléastre y existait probablement bien avant le XIIe millénaire.

Fabrer, 1984 confirme qu'*Olea europaea L* apparaît dans de nombreux sites sahariens, et les analyses de charbon et de pollens conservés dans certains gisements ibéromaurusiens (Taforalt, Grotte Rassel, Courbet) ou capsien (OuledDjellal, Relilaï) attestent que l'olivier existait en Afrique du Nord dès le XIIème millénaire (**Abdessemed et al., 2018**).

I.2. Définition et classification botanique

I.2.1. Définition

L'olivier est le roi des jardins méditerranéens. Ses tiges grises en zigzag et ses jolies feuilles vertes hypnotisent l'espace piscine et apportent l'ombre nécessaire au repos. Elle pousse facilement dans les régions du Sud, où le sol et le climat lui sont favorables, mais elle peut aussi être cultivée dans un jardin du Nord, à condition de respecter quelques règles certaines lors de sa plantation. (**Debrousaillez., 2021**).

I.2.2. Classification botanique

L'olive, *Olea europaea L*, appartient aux *Oleaceae*, une famille de taille moyenne comprenant environ 25 genres et 600 espèces réparties dans les régions tempérées et tropicales du monde (**Hava et Sebastiani., 2016**).

Règne Végétal
Embranchement : Spermaphytes
Sous embranchement : Angiospermes
Classe : Eudicotes
Sous classe : Asteridea I (gamopetales)
Ordre : Ligustrales
Famille : Oléacées
Genre : *Olea*
Espèce : *Olea Europea*

Figure 01 : Classification botanique de l'olivier (Baba Ahmed, Abdel Malek., 2017).

I.3. Description de l'olive

Olea Europea est un arbre fruitier oléicole qui produit l'une des principales huiles de cuisine {huile d'olive}. Il a une tête courte, large et tordue et parfois tortueuse, et large avec des branches de 4 ou 5 mètres de haut. Ses feuilles sont opposées, persistantes et complètement coriaces et elliptiques très étroites et pointues. Ils sont bleus et brillants par grappe. Les fleurs sont blanches, hermaphrodites et très petites et poussent en grappes à l'aisselle des feuilles (Moussouni I., 2016).

I.4. Répartition géographique des oliviers

I.4.1. Répartition dans le monde

Plusieurs études ont montré que le pool génétique mondial des olives est composé de plus de 2 600 variétés différentes. L'olivier a développé une base variétale propre à chaque région de culture, près de 1250 variétés cultivées dans 54 pays conservées dans près de 100 collections ont été inscrites dans la base de données de germes d'olive de la FAO, dont la plupart proviennent des pays d'Europe du Sud et du Nord Afrique : Italie avec 610 variétés, Espagne avec 280 variétés, France avec 100 variétés, Grèce avec 101 variétés, Tunisie avec 70 variétés (Metlef., 2021).

Les pays du sud de l'UE dominent le marché. L'Espagne est le premier producteur mondial d'huile d'olive, l'Italie est le deuxième (Metlef., 2021).

L'Union Européenne reste le premier producteur, avec 70% de la production mondiale (ONAGRI., 2020).

I.4.2. Répartition en Algérie

En Algérie, la culture de l'olivier joue un rôle économique, social et environnemental important. Le jardin national des oliviers couvre une superficie de plus de 400 000 hectares avec un nombre d'oliviers atteignant 61 millions d'arbres (Amrouni et al., 2021).

L'oléiculture est concentrée uniquement au niveau de 6 wilayas principales, trois wilayas dans la région du centre, qui représentent plus de 50% de la superficie oléicole nationale (Bejaia, Tizi-ouzou, Bouira) et trois dans la région orientale (Bordj Bouarréridj, Sétif et Jijel). Quant au reste de l'oliveraie, plutôt que pour la production d'olives de table, on le trouve principalement dans les trois wilayas de l'ouest (Tlemcen, Mascara et Relizane) (fig.02) (Lamani et Ilbert., 2016).

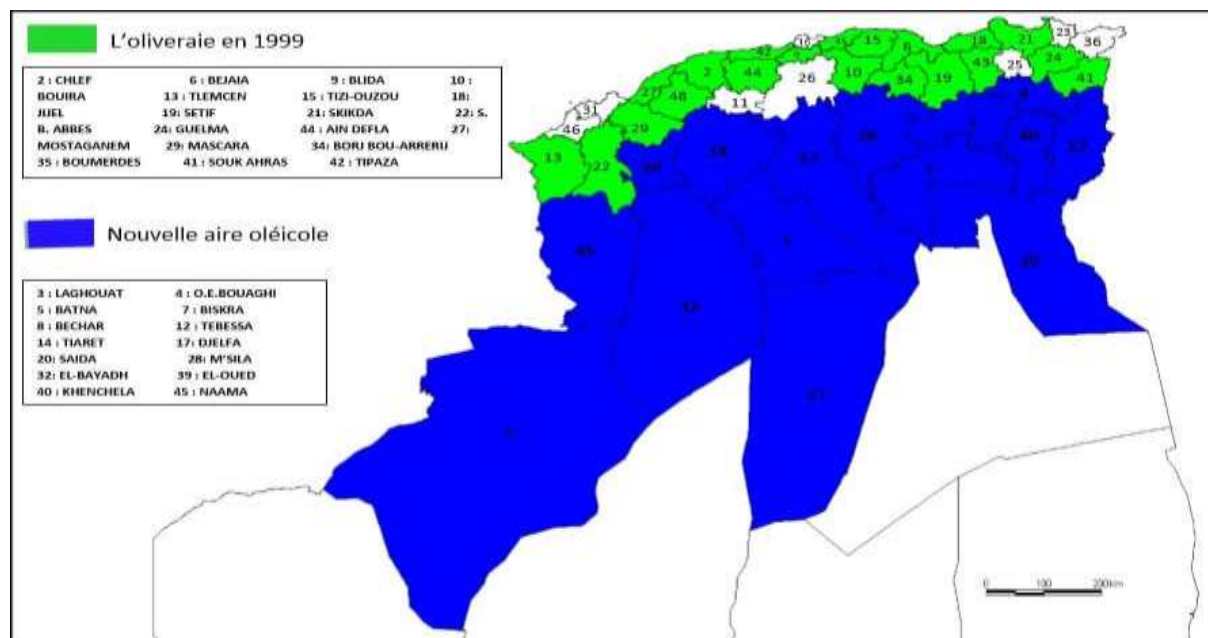


Figure 02 : Carte oléicole d'Algérie (ITAF., 2008)

I.5. Les principales variétés d'olivier en Algérie

I.5.1.Variétés à l'huile

- ❖ **Chemlal** : C'est la plus populaire en Algérie, c'est un arbre vigoureux et produit une huile de bonne qualité (C.O.I., 2015), son rendement est de 18 à 22% d'huile. Sa maturité est tardive et sa production est abondante. Cette variété est adaptée aux milieux arides, couvrant 40% de la superficie des oliveraies algériennes (Gharbi., 2018).

- ❖ **Limli:** Cette variété est située dans la vallée de l'Oued Soummam. Elle occupe 8% de la surface oléicole de l'Algérie. Son fruit est petit (1 g à 2 g) et la teneur en huile est de 15 %, on lui reproche son huile légèrement acide, mûre et plutôt prématurée (**Abdessemed., 2017**).

- ❖ **Azeradj :** Représente 10% des oliviers cultivés en Algérie. Il est localisé en Kabylie souvent mélangé avec la variété « Chemlal » dont il est un pollinisateur. La variété est autofécondée, autoreproductrice avec des fruits de taille (3 à 5 g) avec un rendement en huile de 24 à 28 %. Il existe également plusieurs variétés locales de cette variété : Azeradj de Seddouk, Azzerdj de Beni-Bou-Melek, Grosse Azzerdj d'Ali-Cherif (**Abdessemed., 2017**).

1.5.2.Variété à table

- ❖ **Sigoise :**

Appelée aussi olive de Tlemcen, Zeitoun beldi et piccholine marocaine, elle est originaire de la région de Sig dont elle tire son nom. Cultivé dans l'ouest du pays, en Oranie (plaine de Sig). Il représente 20% des oliviers cultivés en Algérie. Variété à double usage (conserve et huilé), autoreproductrice, fruit assez gros de 3 à 3,5g, riche en huile de 18 à 20% (**Gharbi., 2018**).

Cette variété est principalement utilisée pour la production d'olives de table vertes ou noires car elle est prisée pour sa production d'huile, est un cultivar avec une tolérance modérée au froid et à la sécheresse, et une tolérance à l'eau salée. C'est un bon pollinisateur pour Chemlal (**Gharbi., 2018**).

Son arbre est fort, à large canopée, caractérisé par une riche végétation, doit être taillé avec soin pour atteindre la taille appropriée des fruits. Si cette variété s'adapte facilement, elle répond aussi très bien aux différentes pratiques culturales, notamment l'irrigation.

Elle se caractérise par une entrée en production moyenne et des rendements moyens et alternés. Quant à la qualité de la pulpe du fruit, elle est principalement utilisée pour la transformation des olives de table et son fruit mûrit rapidement.

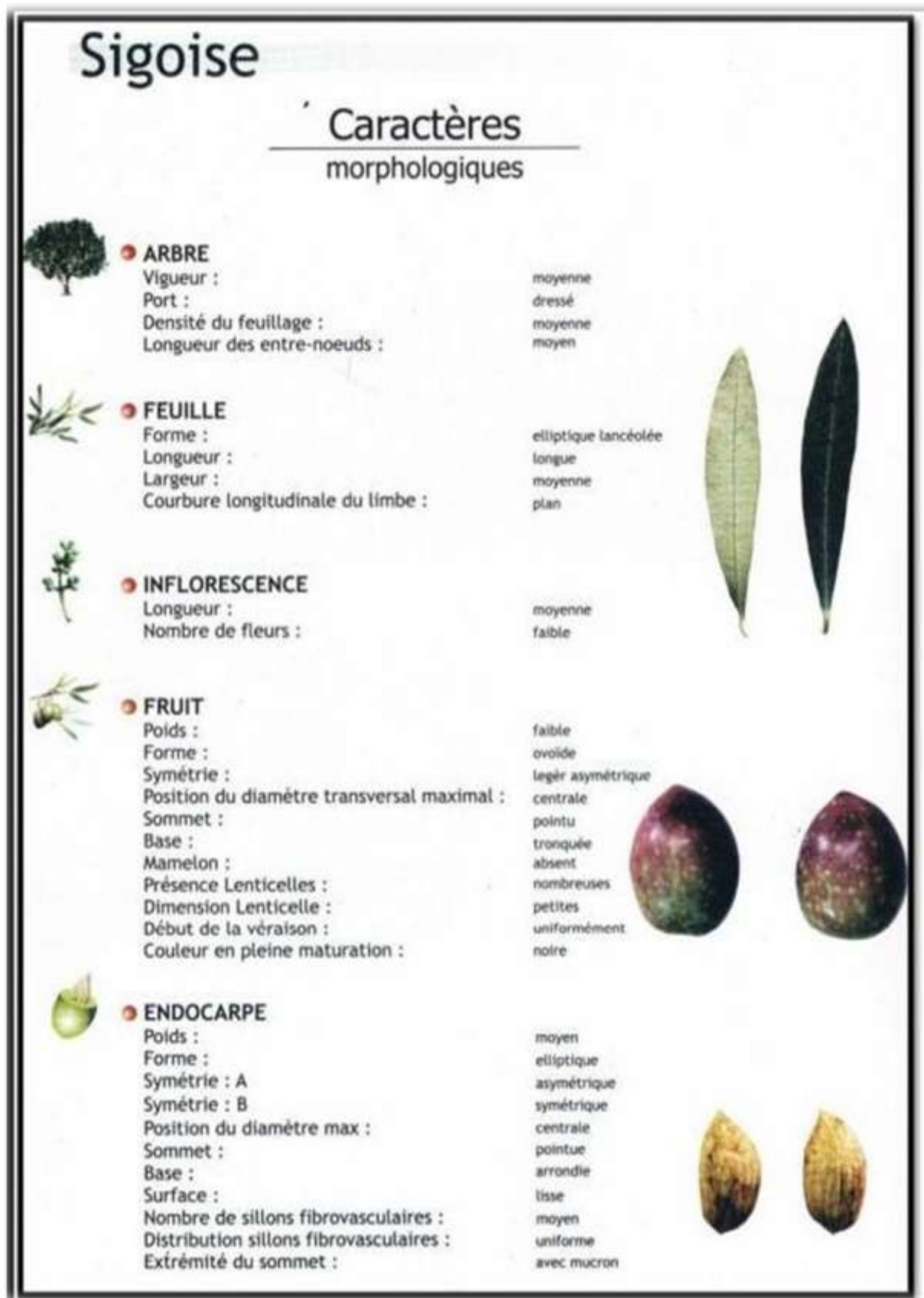


Figure 03: Description morphologique de la variété Sigoise (Anonyme., 2017).

I.6. Techniques de transformation de l'olive à l'huile

La production d'huile d'olive a toujours été l'objectif principal de l'oléiculture. Les méthodes d'extraction ont évolué, mais le processus d'extraction de l'huile d'olive est toujours resté le même. Il se compose de quatre activités principales : les opérations préliminaires (récolte, Effeuilage et lavage) le broyage, le malaxage et la séparation des phases liquides : huile et eau.

I.6.1. Récolte des olives

Il existe de nombreuses techniques de récolte des olives variant en fonction de la destination finale de ces olives, de la nature du sol et de la superficie de l'exploitation. La méthode traditionnelle est la récolte à la main, c'est la plus respectueuse de l'arbre mais la récolte est fastidieuse et très longue donc cette technique n'est plus utilisée que pour les olives de table (car elles ne doivent pas être abimées). La méthode la plus communément utilisée est la cueillette au peigne manuel (fig.04). Les oléiculteurs déposent un filet sur le sol et utilisent un peigne qui va arracher les olives de la branche et les faire tomber sur le filet (Achat., 2013).



Figure 04 : Récolte manuelle des olives (Anonyme., 2023).

I.7.2. Effeuilage et lavage

La première étape du cycle de production de l'huile consiste à trier les olives pour les séparer des corps étrangers (brindilles, terre, cailloux, feuilles, etc.). Après le tri, le tri se fera manuellement au moyen d'un tamis ou d'une machine adaptée et une opération de lavage devra être effectuée. Les olives au jet d'eau sont recyclables.

L'objectif principal du lavage des olives est d'éliminer toutes les impuretés susceptibles d'affecter négativement les qualités organoleptiques (couleur, odeur, goût) de l'huile et de la matière extraite. Cela peut être fait en trempant les olives dans un bain-marie ou un équipement moderne, c'est-à-dire en utilisant un joint spécial pour forcer les olives à se déplacer afin d'améliorer l'efficacité du travail. Afin d'obtenir une huile de haute qualité, il est important à ce stade que l'eau utilisée soit changée régulièrement pour la garder propre (**Hadji et Moussaoui., 2017**).

1.6.3. Broyage

Le but de cette opération est de libérer les tissus végétaux en écrasant immédiatement les olives avec des noix qui contiennent des antioxydants comme conservateurs naturels. Le broyeur métallique déchiquette les cellules pulpaire et écrase les noix, libérant ainsi l'huile de la cavité centrale. Forme un encens de plus grande taille, le séparant des autres phases (**Ghelloudj., 2019**).

1.6.4. Le malaxage

Le malaxage utilise des mitigeurs horizontaux à un ou plusieurs corps qui sont chauffés par de l'eau chaude circulant à travers la paroi extérieure du mitigeur. Température maximale de 25 à 27 degrés ; Des températures plus élevées peuvent réduire la viscosité de l'huile et ainsi perdre son arôme et ses antioxydants et former du peroxyde. Le temps de mélange doit être suffisamment long pour que l'huile sécrète mais pas trop long pour affecter la qualité de l'huile (**FAO/BERD., 2016**).

1.6.5. Extraction de l'huile

Une fois le mélange d'olives homogénéisé et le processus de collage effectué, l'étape suivante consiste à séparer les phases solides et liquides. Deux systèmes de séparation de phase sont utilisés : le système de pressage et le système de centrifugation horizontale (le décanteur centrifuge) (fig.05) (**Veillet., 2010**).

❖ Système d'extraction par pression (discontinu)

La pression est obtenue dans une presse hydraulique ouverte en plaçant une suspension d'huile en couches minces entrecoupées de disques fibreux, appelés scourtins, dans une tour mobile.

Les scourtins sont constitués d'un disque de fibre synthétique qui est enfilé au milieu pour pouvoir être enfilé dans l'aiguille. Sur la première couche de pâte posée sur le fond du plateau, on a une couche de pâte de 3 cm d'épaisseur, la deuxième couche de pâte se chevauche avec la deuxième couche de pâte, et ainsi de suite. Pour chaque trois couches de pâte, nous superposons une couche de pâte sans farine et un disque en acier pour répartir la pression uniformément (FAO., 2016).

❖ **Système d'extraction par centrifugation (continu)**

C'est le processus de conversion le plus courant et correspond à un système d'extraction en continu avec deux centrifugations horizontale et verticale. Ce dernier peut être biphasique sans injection d'eau ou même avec ajout de très petites quantités d'eau. Il peut également être triphasique, où l'ajout d'eau est indispensable (Labdaoui., 2017).

Le principe de séparation de ce système est basé sur l'augmentation de la densité des liquides non miscibles (huile et eau) des solides (marc) sous l'action d'une vitesse élevée dans une centrifugeuse horizontale. Cela signifie que l'extraction centrifuge tire parti de la différence qui existe entre les gravités spécifiques des grignons et des phases liquides (Aoukli et Chetouhe., 2019).

❖ **Systèmes continus à 2 phases**

Un décanteur et une centrifugation en deux étapes peuvent être utilisés pour séparer l'huile d'un mélange pâteux de grignons humides avec une teneur en humidité d'environ 65 à 72 % sans ajout d'eau. Dans ce système, une seule centrifugation suffit pour séparer l'huile du marc humidifié à l'eau de végétation sans liquéfier la masse d'olive (Aoukli et Chetouhe., 2019).

❖ **Systèmes continus à 3 phases**

Ce processus est effectué à l'aide de deux centrifugeuses. L'une est destinée à séparer les phases solide et liquide, l'autre consiste à ajouter une quantité variable d'eau (entre 50 et 70%) pour séparer la masse d'olive et séparer la phase liquide. Les températures varient de 25 à 35°C (Aoukli et Chetouhe., 2019).

Lors de cette extraction, la pâte d'olive obtenue est envoyée dans une centrifugeuse horizontale pour séparer le grignon de la phase liquide (huile et margine). Cette dernière est ensuite soumise à une centrifugeuse verticale pour séparer l'huile de l'eau de la plante, sans

oublier d'ajouter de l'eau chaude lors du mélange et de la centrifugation pour une meilleure séparation des phases huile et eau (Aoukli et Chetouhe., 2019)

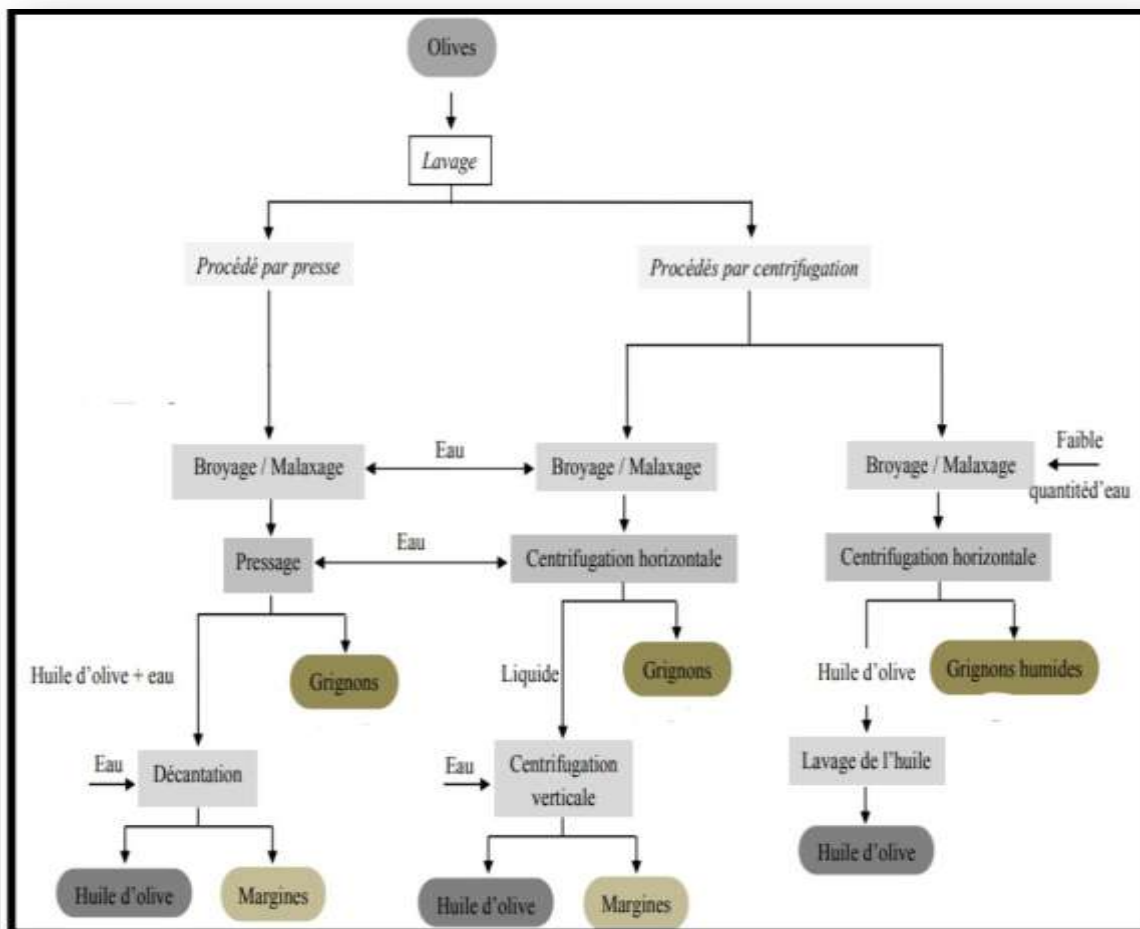


Figure 05: Principaux processus d'extraction de l'huile d'olive (Aggoun-Arhab M., 2016).



Chapitre II :
L'huile d'olive et sa qualité



II.1.L'huile d'olive

II.1.1. Définition

L'huile d'olive extra vierge est une huile obtenue à partir du fruit de l'olivier (*Olea Europea L*) uniquement par des procédés mécaniques ou physiques dans des conditions, notamment thermiques, qui n'entraînent aucune altération de l'huile ni aucun autre traitement. par rapport au lavage, à la décantation, à la centrifugation et à la filtration (C.O.I., 2018).

II.1.2. Composition chimique de l'huile d'olive

La composition chimique de l'huile d'olive (*Olea europea L.*) dépend en grande partie du type de fruit, des conditions agronomiques, de la maturité, de la procédure d'extraction et des conditions de stockage.

L'huile d'olive contient environ 99% de matières grasses. Le 1 % restant forme de petits composés ; sont essentiellement (par ordre d'importance) : le squalène, les alcools triterpéniques, les stérols (β -sitostérol), les phénols et les dérivés du tocophérol (TSN., 2020).

Les composants de l'huile d'olive sont généralement classés en deux catégories : les parties saponifiables et insaponifiables (Hamiroune et Fekrache., 2018).

II.1.2.1. Fractions saponifiables

Cette partie comprend essentiellement les triglycérides (98% à 99%), les acides gras libres (1% à 2%) ainsi que les petits composés de nature glycéridique comme les cires, les mono et di-glycérides et les phospholipides. (Jimenez-Lopez et al., 2020).

❖ Les acides gras

Les acides gras sont les constituants de base de la plupart des lipides, on les trouve généralement liés au glycérol pour former du triacylglycérol libre ou triacylglycérol. Les acides gras sont constitués d'une chaîne carbonée dont la longueur peut varier de 4 à 22 atomes de carbone. Dans les huiles végétales, les acides gras prédominants sont ceux à 16 et 18 atomes de carbone (Boulkroune., 2018).

Il est particulièrement riche en acides gras essentiels mono-insaturés (55 à 83% d'acide oléique) et en acides gras polyinsaturés (2,5 à 21% d'acide linoléique).

❖ Les triglycérides

L'huile d'olive est constituée à 95-99% de TAG (Triacylglycérol : acide gras carboxylique à longue chaîne). Le TAG le plus courant est celui qui contient trois unités d'acide oléique (oléique, oléique, oléique (OOO), représentant environ la moitié du total des TAG trouvés dans l'huile d'olive (**Jiménez-Lopez et al., 2020**).

D'autres triacylglycérols sont également présents : palmitique-oléique-oléique (POO), oléique-oléique-linoléique (OOL), palmitique-oléique-linoléique (POL) et stéarique-oléique-oléique (SOO). Le diacylglycérol et le monoacylglycérol ont été dosés dans l'huile d'olive extra vierge à des concentrations de 1-2,8 % et 0,25, respectivement (**Jimenez-Lopez et al., 2020**).

11.1.2.2. Fractions insaponifiables

La fraction des composés mineurs est constituée de composés aux caractéristiques chimiques très différentes. Ces composés ont un effet significatif sur la qualité de l'huile d'olive et sa conservation contre l'oxydation, bien que leurs concentrations soient faibles. De plus, la valeur nutritionnelle et les bienfaits pour la santé de ces composés sont importants et font l'objet d'études approfondies dans le monde entier (**Jozef., 2017**).

❖ Les tocophérols (Vitamine E)

Les tocophérols sont un groupe d'antioxydants naturels que l'on trouve en proportions plus élevées dans les huiles végétales et qui leur confèrent une grande stabilité oxydative en réagissant avec les radicaux peroxydes des acides gras (**Guclu et al., 2021**).

La teneur totale en tocophérols de l'huile d'olive varie considérablement puisqu'elle varie de 70 mg à 600 mg/kg d'huile (**Deiana et al., 2021**).

❖ Les pigments colorants

La couleur de l'huile d'olive est le résultat des teintes verte et jaune en raison de la présence de chlorophylles et caroténoïdes, respectivement. Elle est influencée par le cultivar d'olive, l'indice de maturation, la zone de production, le système d'extraction et les conditions de stockage. Par conséquent, la couleur est considérée comme un indice de qualité (**Boussila et Mayouf., 2017**).

❖ Les composés phénoliques

Les composés phénoliques font partie de la fraction polaire de l'huile d'olive extra vierge, et il est prouvé que la stabilité de l'huile à l'auto-oxydation est en partie due à leur teneur élevée, en particulier en ortho-diphénol.

L'une des raisons pour lesquelles l'huile d'olive extra vierge (EVOO) est si chère et prisée est qu'elle est reconnue pour être riche en polyphénols. Une portion de 16g apporte environ 10mg de polyphénols, qui sont variés et comprennent des composés phénoliques simples, comme le tyrosol, l'hydroxytyrosol, les acides gallique et caféique, ainsi que des composés plus complexes, comme les sécoiridoïdes (oleuropéine et ligstrosides) et les lignanes comme le 1-acétoxy-pinorésinol et pinorésinol (Issaoui et al., 2020).

❖ Autre composés mineurs

Il existe dans l'huile d'olive d'autres composés mineurs qui revêtent un intérêt biologique, nutritionnel et ceux qui, contribuent à la caractérisation et l'identification variétale notamment:

❖ **Hydrocarbures** : responsables de la couleur bleue caractéristique de l'huile d'olive, notamment le squalène (C₃₀H₅₀) qui peut représenter 32 à 50 % de l'insaponifiable total (C.O.I., 2015).

❖ **Alcool triterpénique** : L'huile d'olive contient beaucoup d'alcool (stérols, méthylstérols, alcool triterpénique, alcool aliphatique, ...) mais à très faible teneur (100 à 300 mg/100g) (Aissaoui Y., 2016).

❖ **Phospholipides** : Composants essentiels des cellules vivantes, ils sont présents en très faible quantité : 5 à 15 mg pour 100 g. en revanche, ils sont représentés par la phosphatidyl choline et l'aminophosphatidyl éthanol en faible quantité (Stéphanie., 2018).

II.2. Qualité de l'huile d'olive

II.2.1. Définition de la qualité

Le terme qualité est défini comme une combinaison d'attributs ou de caractéristiques d'un produit qui peuvent être importants pour déterminer le degré « d'acceptation » de ce produit par les consommateurs.

Pour l'huile d'olive, la qualité est déterminée à partir d'aspects commerciaux, nutritionnels et organoleptiques, essentiellement liés à la composition chimique de l'huile. La valeur nutritionnelle de l'huile d'olive augmente avec son pourcentage élevé d'acide oléique et de petits composés tels que les phénols et les stérols (**Boulkoune., 2018**).

II.2.2. Les Catégories d'huile d'olive

La classification de l'huile d'olive est basée sur les caractéristiques physicochimiques et organoleptiques (**C.O.I., 2019**).

Huile d'olive vierge propre à la consommation:

Huiles obtenues à partir du fruit de l'olivier (*Olea europaea L.*) uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions thermiques particulières, qui n'entraînent pas de changement d'huile et qui ne subissent aucun autre traitement que le lavage, la décantation, centrifugation et filtration (**C.O.I., 2019**).

Les huiles d'olive extra vierges, en fonction de leurs caractéristiques organoleptiques (goût et odeur) et analytiques (acidité et autres caractéristiques) ont été classées et nommées comme suit par (**C.O.I., 2019**) :

- ❖ **L'huile d'olive vierge extra** : huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,80 gramme pour 100 grammes et dont les autres caractéristiques correspondent à celles prévues pour cette catégorie ;
- ❖ **L'huile d'olive vierge** : huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 2,0 grammes pour 100 grammes et dont les autres caractéristiques correspondent à celles prévues pour cette catégorie ;
- ❖ **L'huile d'olive vierge courante** : huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3,3 grammes pour 100 grammes et dont les autres caractéristiques correspondent à celles prévues pour cette catégorie.

L'huile d'olive vierge non propre à la consommation : Les huiles d'olive vierges qui doivent faire l'objet d'un traitement avant leur consommation :

- ❖ **Huile d'olive vierge lampante :** est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3 grammes pour 100 grammes et/ou dont les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques correspondent à celles prévues pour cette catégorie. Elle est destinée aux industries du raffinage ou à des usages techniques ;
- ❖ **Huile de grignons d'olive :** est l'huile obtenue par traitement aux solvants ou d'autres procédés physiques, des grignons d'olive, à l'exclusion des huiles obtenues par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature.

II.2.3 Caractérisation de l'huile d'olive

Les huiles d'olives se classent en différentes catégories en fonction de leurs caractéristiques physique-chimique (Tableau I).

II.2.3.1. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive

Tableau I : critères physico-chimiques de l'huile d'olive (C.O.I., 2018)

Catégories d'huile d'olive	Densité relative (à 20°C)	Acidité (% acide oléique)	Indice peroxyde (meq O2/kg)	Extinction spécifique à 270 nm	Acides gras saturé en (%) position 2
Huile d'olive vierge extra	-	<0,8	<20	<0.25	<1.5
Huile d'olive vierge	-	< 2	<20	<0.3	<1.5
Huile d'olive Lampante	0.910	< 3.3	<20	<0.3	<1.5
Huile de grignon d'olive	0.916	<1.5	<15	<2.0	-
Huile d'olive	-	1.5	<15	<1.7	-

II.3. Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive

L'huile d'olive est un produit très polyvalent. Il présente des avantages exceptionnels dans le domaine de la santé et de la nutrition (**Gerber., 2016**).

Un changement d'huile d'olive est possible, puisque l'augmentation de son acidité suite à l'hydrolyse des triglycérides va permettre la libération des acides gras. L'huile d'olive dont l'acidité est supérieure à 3,3 % n'est pas comestible et doit être raffinée (**C.O.I., 2019**).

La qualité de l'huile d'olive est influencée par un certain nombre de facteurs (Tableau II). Parmi ces facteurs, on note les facteurs technologiques, agronomiques et climatiques.

Tableau II : Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive (Guissous M., 2019)

Type	les facteurs	L'influence
Pédoclimatique	<ul style="list-style-type: none"> -Sol -Climat et altitude -Irrigation 	<ul style="list-style-type: none"> -Les terres grises produisent comparativement des huiles aromatiques ; -Le climat influence sur la maturation des fruits et donc sur la composition chimique ; -Les olives mûrissent plus vite à des altitudes >700m ; -Influence la composition chimique et les caractéristiques sensorielles
Agricole	<ul style="list-style-type: none"> -Maturation -Variété -Maladies et ravageurs 	<ul style="list-style-type: none"> -Influence la synthèse des substances organiques (triglycérides) et d'autres activités enzymatiques ; -Une chute prématurée des fruits attaqués ; -Diminution de la qualité de la pulpe
Techniques culturale	<ul style="list-style-type: none"> -Récolte -Moyens de récolte -Le stockage -Durée du stockage 	<ul style="list-style-type: none"> -Au stade vert (maturité précoce) les olives sont peu riches en huile et donnent un produit fini très susceptible à l'oxydation ; -Au stade noir (maturité complète) il ya une influence sur le taux des composés mineurs de l'huile (composés aromatiques, polyphénols) ; -La cueillette à la main, c'est l'opération qui donne la meilleure qualité de l'huile ; -Le gaulage provoque la chute des brindilles qui doivent porter la fructification de l'année suivante ; -Les olives subissent des altérations selon la durée et les conditions de stockage (lipolyse) mais également au développement microbien durant la période de stockage ; -L'allongement de la durée de stockage crée une augmentation de l'acidité, de l'indice du peroxyde et à une détérioration des propriétés organoleptiques de l'huile ;
Trituration	<ul style="list-style-type: none"> -Effeillage -Lavage -Broyage et malaxage -Centrifugation -Stockage 	<ul style="list-style-type: none"> -Une interférence des terres avec la couleur et les autres propriétés organoleptiques (odeur, goût) d'huile ; -Un prolongement du broyage induit les polyphénols inhibiteurs de l'oxydation ; -Le système d'extraction à deux phases produit des huiles riches en polyphénols totaux et en o-diphénols que les autres systèmes ; -La lumière, la température et le type des matériaux induisent le rancissement de l'huile dû à l'oxydation qui entraîne la dégradation nutritionnelle de l'huile ;

II.4. Effet de procédé d'extraction

Lors de la séparation des phases avec les différents systèmes utilisés, la présence ou l'absence d'eau affecte la teneur finale de l'huile d'olive en composés phénoliques (**Aoukli et Chetouhe., 2019**).

Tout comme la dilution de la poudre d'olive avec de l'eau chaude réduit la teneur en antioxydants naturels (phénols totaux, odiphénols, alcools) en raison de leur solubilité dans l'eau (**Benariba et Azzouni., 2017**).

❖ Impacte du système d'extraction centrifuge triphasé

L'huile d'olive produite par le système triphasique est appauvrie en composés aromatiques et phénoliques (polyphénols, tocophérols et β carotène) qui réduisent la stabilité et la capacité antioxydante de l'huile. Ce problème est dû à la grande quantité d'eau (40% à 60% en poids de la pâte) utilisée avant de faire fonctionner la centrifugeuse.

En effet, les substances phénoliques hydrosolubles traversent partiellement l'eau de la plante. L'huile d'olive extraite par centrifugation contient 40 à 50% de polyphénols en moins que la même huile extraite par des systèmes sous pression ou par centrifugation bi-phasique. (**Ouzzani., 2017**).

❖ Impact du système d'extraction centrifuge à deux phases

Le système biphasique permet d'obtenir des huiles d'olive riches en composés phénoliques, notamment l'hydroxytyrosol. En fait, le processus nécessite très peu d'eau tiède pour diluer la pulpe d'olive, générant ainsi moins d'eaux usées. L'huile est riche en conservateurs naturels. Un système d'extraction centrifuge à deux phases assure donc à l'huile une teneur élevée en antioxydants naturels (hydroxytyrosol et tyrosol). (**Ouzzani., 2017**).

❖ Impact du système d'extraction par pression

La qualité d'huile d'olive produite par pression dépend de la propreté des courtins. En outre ; s'ils ne sont pas nettoyés et lavés régulièrement, ils causeront une acidification pour l'huile extraite (**Kheloui et Sid Ali., 2018**).

Mais aussi ce système conduit à l'obtention d'un produit plus riche en antioxydants (**Benariba et Azzouni., 2017**).

II.4.1. Les avantages et les inconvénients des systèmes d'extractions

Tableau III : Les avantages et les inconvénients des systèmes d'extractions (Guissous M., 2019)

Méthodes d'extractions	Avantages	Inconvénients
Système discontinu d'extraction d'huile par presse	<ul style="list-style-type: none"> -Meilleur rendement en huile -Faible consommation d'eau et d'énergie ; -Moindre quantité d'eau de végétation à éliminer. -Faible coût d'investissement -Faible capacité de traitement 	<ul style="list-style-type: none"> -Coûts de main d'œuvre élevés -Charges liées à la difficulté de nettoyage des scourtins -Fonctionnement en cycle discontinu ; -Risques de dégradation de la qualité en cas de défaut de propreté des scourtins -Difficultés, à extraire l'huile des pâtes à haute teneur en eau (début de saison) ;
Système continu d'extraction à trois phases Et Système continu d'extraction à deux phases	<ul style="list-style-type: none"> -Grande capacité de traitement - Moindre besoin de main d'œuvre; - Faible degré d'oxydation et à la facilité de nettoyage -Encombrement limité des installations 	<ul style="list-style-type: none"> - Consommation énergétique élevée - Consommation d'eau élevée ; - Coûts d'élimination des effluents du fait de la quantité d'eau de végétation produite plus élevée - Les polyphénols, et les tocophérols et le β carotène étant relativement hydrosoluble passent partiellement dans les margines



Chapitre III :
Altération de l'huile d'olive



III. Oxydation de l'huile d'olive

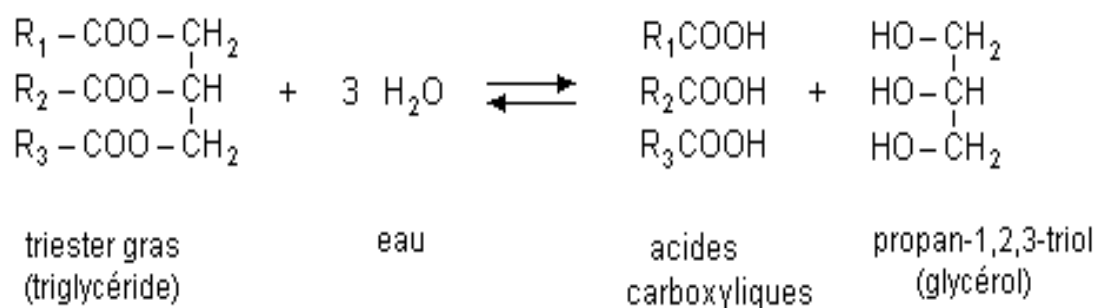
Dans la conservation des huiles comestibles, les processus oxydatifs, en particulier dans les acides gras triglycérides, sont connus pour favoriser l'accumulation de radicaux libres et la formation d'arômes indésirables. L'oxydation conduit également à l'épuisement des antioxydants et à la perte des propriétés sensorielles, entraînant des effets bénéfiques sur la santé et affectant la qualité, la valeur du produit et l'acceptabilité par le consommateur (C.O.I., 2018).

III.1. Différents types d'altération des lipides

L'hydrolyse et l'oxydation sont les principales voies de modification des lipides dans la production, le stockage et le traitement de l'huile. Ces changements affectent la durée de conservation, la qualité sensorielle et nutritionnelle, et la sécurité alimentaire de ces derniers (Selamia., 2018).

II.1.1. Hydrolyse

L'hydrolyse des lipides se produit principalement par des enzymes lipolytiques. Les acides gras peuvent être produits par hydrolyse, convertis en alcools gras ou utilisés dans des réactions d'estérification ou de trans-estérification. Les acides gras libres formés servent de substrats aux réactions d'oxydation (Selamia., 2018).



Il existe deux types de réaction d'hydrolyse

❖ Hydrolyse chimique

Elle a lieu lors du stockage et du traitement thermique des huiles, elle est favorisée par la présence d'acides gras libres et le pourcentage d'humidité. Cette hydrolyse s'accompagne d'une oxydation, les acides gras libres étant oxydés 10 fois plus vite que les triglycérides (Nekrouf *et al.*, 2019).

❖ Hydrolyse enzymatique

Cette réaction n'a lieu que dans l'huile, pendant le stockage et le transport des matières premières. L'enzyme responsable de cette hydrolyse est la lipase (Nerkhouf *et al.*, 2019).

II.1.2. Altération thermique (Polymérisation)

Le chauffage des lipides à des températures supérieures à 100 voire 150°C conduit à la formation de polymères, de composés cycliques ou d'isomères (Chlouche et Smail., 2017).

La température est l'un des principaux facteurs impliqués dans l'oxydation des lipides lors de la transformation et de la conservation des aliments. Elle affecte à la fois la période d'induction et la teneur en hydroperoxyde. Ainsi, lorsque la température est basse ou modérée, la formation des produits d'oxydation est lente, correspondant à la phase d'induction lente (Dridi., 2016).

III.1.3 .Altération oxydative

Les principaux déterminants de la durée de conservation des lipides sont les réactions d'oxydation qui peuvent être classées, selon leur mécanisme, en : auto-oxydation, photo-oxydation et oxydation enzymatique. Les substrats de la réaction d'oxydation sont principalement des acides gras insaturés. Ils s'oxydent généralement plus rapidement lorsqu'ils sont plus libres et plus insaturés. Les acides gras saturés ne sont oxydés qu'à des températures supérieures à 60°C, tandis que les acides gras polyinsaturés sont oxydés même lorsque l'aliment est congelé. Le principal problème causé par ces réactions réside dans la formation de composés volatils aux odeurs désagréables (rances) et la formation de peroxydes qui sont des molécules cancérigènes (Chelouche et Smail., 2017).

III.1.3.1 Oxydation enzymatique

Parallèlement à ce mécanisme réactionnel, l'atome de fer au site actif de l'enzyme participe au cycle redox, sous la forme inactive de la lipoxygénase, l'atome de fer est réduit (Fe^{2+}). L'oxydation de l'atome de fer en fer (Fe^{3+}) est nécessaire pour que la catalyse commence. Ensuite, le retrait d'hydrogène du groupe méthylène allylique entraîne la formation d'un radical pentadiényle et d'un proton. Parallèlement à l'abstraction du proton, se produit l'abstraction d'un électron. L'électron réduit l'atome de fer à la forme Fe^{2+} . L'insertion d'une molécule d'oxygène produit un radical hydroperoxyde qui est réduit en anion par l'oxydation simultanée de l'atome de fer en sa forme ferrique.

Un proton est capturé pour former un hydroperoxyde, qui peut alors relancer le cycle de réaction (**Dridi., 2016**).

L'oxydation enzymatique par la lipoxygénase a été utilisée dans certaines études pour synthétiser des molécules d'arôme à partir d'huiles végétales riches en acides gras insaturés (Les molécules d'arôme sont des aldéhydes et des alcools tels que l'hexanal et les phénols volatils) légèrement (**Dridi., 2016**).

III.1.3.2. Auto-oxydation

L'auto-oxydation dépend de plusieurs facteurs comme la composition initiale de l'huile, la présence et la teneur en petits composés à activité pro ou antioxydante (minéraux, tocophérol, carotène, chlorophylle) et les conditions de stockage. Elle est également liée à la structure chimique des graisses, au fait que les triesters peuvent s'hydrolyser et donner du glycérol partiel et des acides gras libres. Les chaînes saturées réagissent avec l'oxygène de l'air pour former des produits. L'oxydation provoque le rancissement des graisses (**Chelouche et Smail., 2017**).

L'auto-oxydation conduit à la formation d'une variété de composés allant de la formation de produits majeurs tels que les hydroperoxydes aux produits finaux (aldéhydes, composés cycliques, composés polaires et polymères) (fig.06) (**Chelouche et Smail., 2017**).

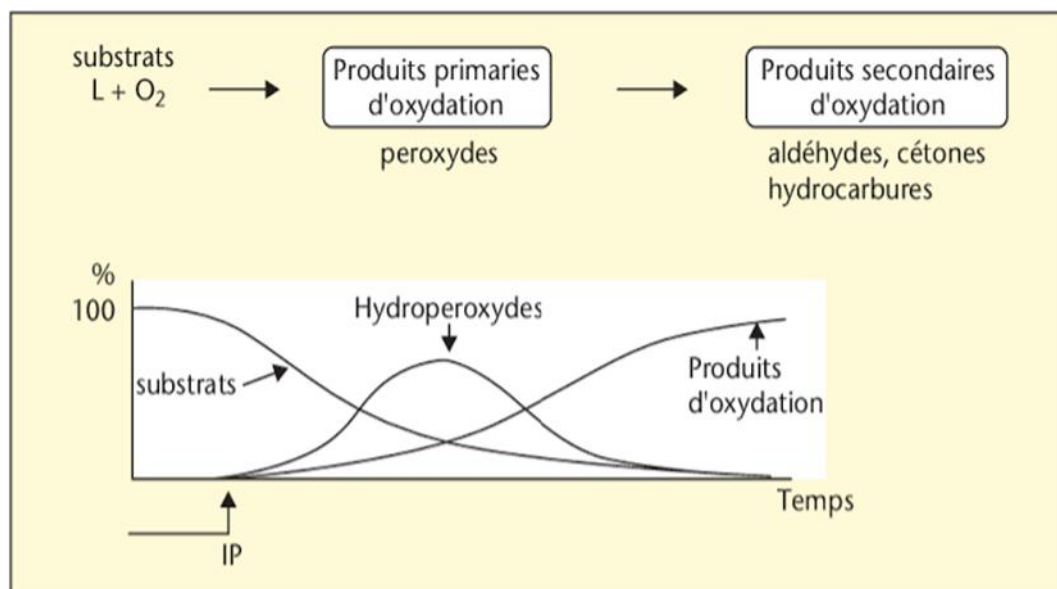
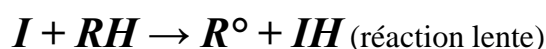


Figure 06: représentation simplifiée de la formation et de la décomposition des hydroperoxydes et de la cinétique de formation des produits secondaires d'oxydation.

❖ Initiation

L'initiation ou l'initiation de l'oxydation correspond à la formation de radicaux libres lipidiques par clivage homogène d'un atome d'hydrogène adjacent à une double liaison allylique ou bisallylique. L'initiation peut avoir lieu en agissant directement sur les acides gras insaturés. Dans ce cas, le lipide LH perd un atome d'hydrogène pour former un radical libre. Cette réaction a lieu en présence d'un catalyseur oxydant. (Dridi., 2016).



❖ Propagation

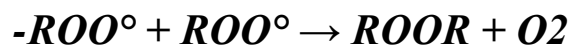
Ainsi, les radicaux d'acides gras formés vont réagir avec l'oxygène triplet dissous dans la phase lipidique ou l'atmosphère après diffusion. La réaction d'un radical libre avec une molécule d'oxygène est très rapide lorsque la teneur en oxygène est illimitée. L'interaction conduit à la formation de radicaux peroxyde (ROO°)



Ce dernier stabilise sa structure en séparant un atome d'hydrogène d'une autre chaîne d'acide gras (RH). Ainsi, le radical libre d'acide gras (R°) formé peut continuer à réagir selon le même principe, c'est la phase de propagation. (Selaimia., 2018)

❖ Terminaison

Lorsque la concentration de radicaux libres est suffisamment élevée, ils peuvent se combiner pour compléter la réaction. Toutes ces réactions produisent des polymères sans radicaux libres.



Le peroxyde d'hydrogène, premier produit d'oxydation instable des lipides. En conséquence, ils participeront à une série de réactions complexes, aboutissant à une multitude de composés de poids moléculaires différents (fig.07). À ce stade, le goût et la qualité de la graisse sont altérés, réduisant sa facilité d'utilisation et réduisant directement la durée de conservation de la graisse. (Selaimia., 2018).

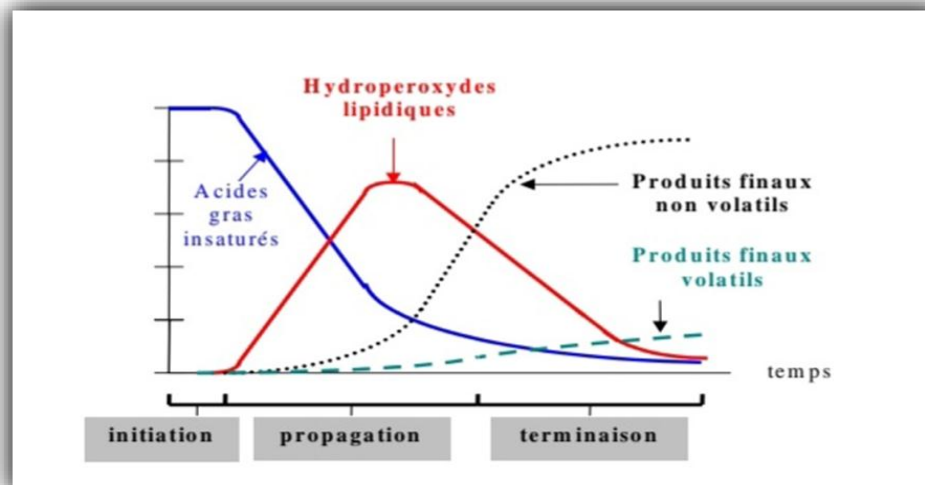


Figure 07: Schématisation de la cinétique d'oxydation des acides gras insaturés.

III.1.3.3. Photo-oxydation

La photo-oxydation est une voie de peroxydation des lipides initiée par des substances photosensibles. La photo-oxydation est la dégradation oxydative des lipides en présence d'oxygène, d'énergie lumineuse et de photo-sensibilisateurs. Dans les aliments, les photo-

sensibilisateurs sont des molécules telles que les hémoprotéines, la riboflavine ou d'autres pigments. En présence de photo-sensibilisateurs, l'énergie lumineuse convertit l'oxygène triplet ($3O_2$) en oxygène singulet ($1O_2$), qui peut réagir directement sur les doubles liaisons insaturées des chaînes grasses (Dridi., 2016).

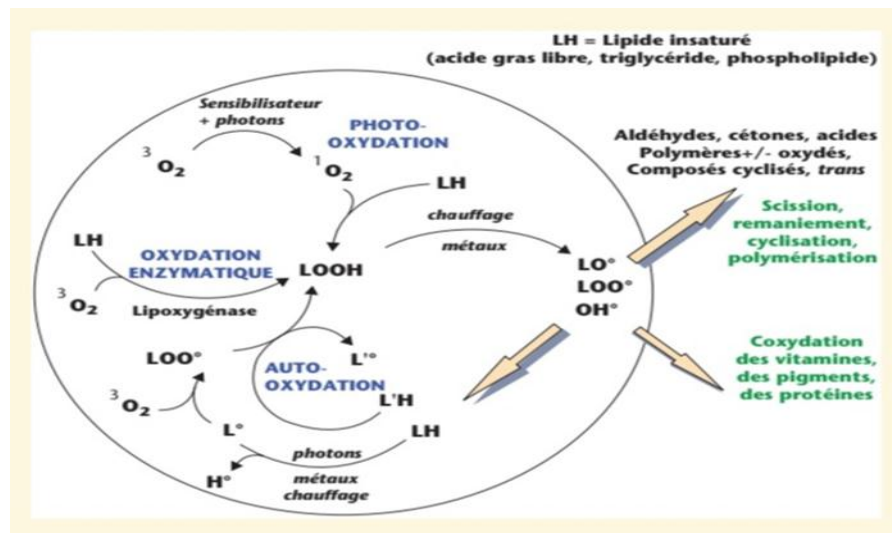


Figure 08 : Schéma des réactions d'oxydation des lipides.

III.2. Facteurs influençant l'oxydation des lipides

L'oxydation des lipides est une réaction lente, particulièrement à basse température. La phase d'initiation de l'oxydation des lipides peut être déclenchée par plusieurs facteurs tels que l'oxygène activé, le degré d'insaturation, les enzymes, la température, la lumière ou les traces de métaux (Nekrouf et al., 2019).

III.2.1. Facteurs intrinsèques

III.2.1.1. Nature des acides gras

Les acides gras libres ou estérifiés sous forme mono ou diglycéride seront oxydés à des vitesses lente et toujours plus rapides que les triglycérides. Dans les triglycérides, l'oxydation des AGPI dépend également de leur position sur le glycérol et des longueurs de chaîne des acides gras voisins (Chelouche et Smail., 2017).

III.2.1.2. L'activité de l'eau (A_w)

L'activité de l'eau et l'état physique de l'eau influencent fortement la stabilité oxydative des aliments (fig.09).

L'effet de l'activité de l'eau est complexe car il fait intervenir plusieurs mécanismes. L'eau peut augmenter le taux d'oxydation des lipides en augmentant la mobilité des réactifs (Meridji, 2019).

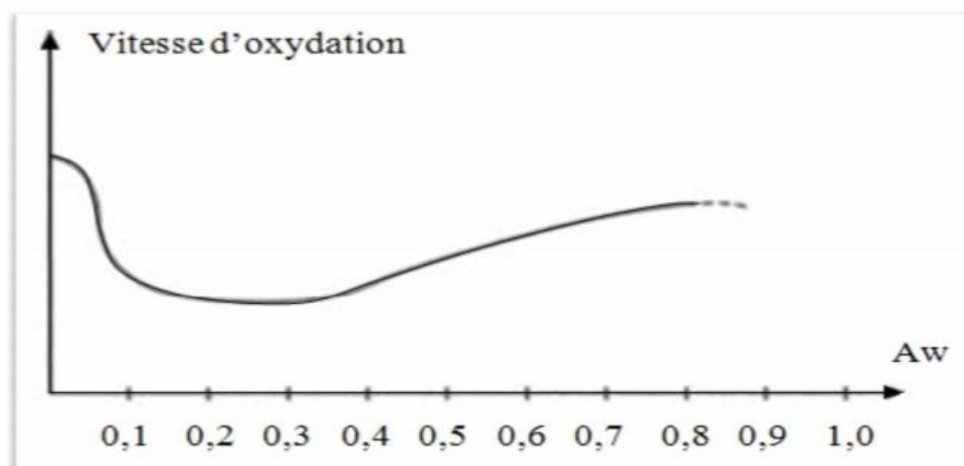


Figure 09: évolution de la vitesse d'oxydation en fonction de l'activité de l'eau.

III.2.1.3. Présence d'agents pro-oxydant (les métaux)

D'un point de vue cinétique, le cuivre est plus oxydant que le fer vis-à-vis de l'huile, ce qui est l'une des raisons pour lesquelles la dose maximale tolérée de fer dans l'huile est supérieure à celle du cuivre (1,5 mg/kg de fer contre 0,1 mg/kg cuivre, dans l'huile raffinée) (Dridi., 2016).

III.2.1.4. Teneurs en antioxydants

Les antioxydants sont des composés capables de retarder ou empêcher des processus oxydatifs ; ils peuvent être définis soit comme des substances capables d'interrompre la chaîne radicalaire (antioxydants primaires, soit comme des antioxydants préventifs (Chelouche et Smail., 2017).

III.2.2. Facteurs environnementaux

III.2.2.1. La température

L'oxydation de lipides est complexe et dépend de la concentration en oxygène dans le milieu. Lorsque celle-ci n'est pas limitant la vitesse d'oxydation des lipides est de façon générale et augmente avec la température. Lors de la cristallisation de la fonction lipidique a

plus haut point de fusion baisse la température exclue l'oxygène des zones cristallisées (Meridji., 2019).

III.2.2.2.La lumière

L'exposition de l'huile de l'olive à la lumière initie l'auto-oxydation et entraîne une photo-oxydation de l'huile. Les huiles exposées à la lumière, même sous un faible rayonnement UV, sont moins stables que celles conservées à l'abri de la lumière, il existe une différence de comportement entre la chlorophylle a et les phéophytines (a et b) après huit heures d'illumination de l'huile d'olive : les peroxydes se forment en plus grande quantité en présence de phéophytines. De plus, l'huile enrichie en chlorophylles devient incolore, preuve de la dégradation de ceux-ci, alors que celle contenant les phéophytines conserve sa couleur (Drici., 2019).

III.4.2.3. Oxygène

L'incidence de l'oxygène est à la fois sur la durée de conservation du produit et sur la nature des odeurs perçues quand le produit est oxydé. Plus l'huile est aérée c'est-à-dire la surface de contact est accrue, plus la réaction d'oxydation est avancée (Amimer et Yazid., 2021)

III.4.2.4. Les traces métalliques

La décomposition des lipides peut être accélérée de manière significative par la présence des métaux lourds tels que le cuivre, le fer et le cobalt (Amimer et Yazid., 2021)

III.5.Conséquences de l'oxydation

L'oxydation des lipides a des conséquences néfastes sur la fonctionnalité des matières premières, la qualité sensorielle et nutritionnelle des aliments, et engendre des pertes économiques. La conséquence la plus perceptible de l'oxydation des lipides est l'apparition d'une flaveur désagréable souvent qualifiée de rance, qui modifie les caractéristiques sensorielle des aliments, donc son appréciation par le consommateur. L'oxydation des lipides conduit également à une modification de la couleur et parfois de la texture, ainsi qu'à des pertes en nutriments et micronutriments essentielles (Chelouche et Smail., 2017).

Partie expérimentale

Matériels et méthodes



L'objectif de cette étude est de déterminer l'effet des différents procédés d'extraction sur la qualité de l'huile d'olive, extraite selon les technologies moderne et traditionnelle.

La variété d'olivier utiliser est la variété « Sigoise » de la région de Mâatkas, les paramètres analyses sont : les caractéristiques chimiques de chacune des huiles analysées.

Situation géographique de la région d'étude

Mâatkas

Mâatkas est à 30 km de la ville de Tizi-Ouzou, se caractérise par un climattypiquement méditerranéen, en été, chaud, sec et doux, humide et pluvieux en hiver. Les précipitations annuelles varient entre 800 et 1100 mm La commune de Mâatkas est située au Sud-ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou, d'une altitude de 543 m.

Elle est délimitée géographiquement comme suit:

- ❖ Au Nord: par les communes de Tizi-Ouzou et Tirmatine;
- ❖ Au Sud: par les communes de Mechtras et Boghni;
- ❖ Au l'Est: par les communes de Beni Zmenzer, Beni Douala et Tizi N'Tlata;
- ❖ A l'Ouest: par la commune d'Aïn Zaouia

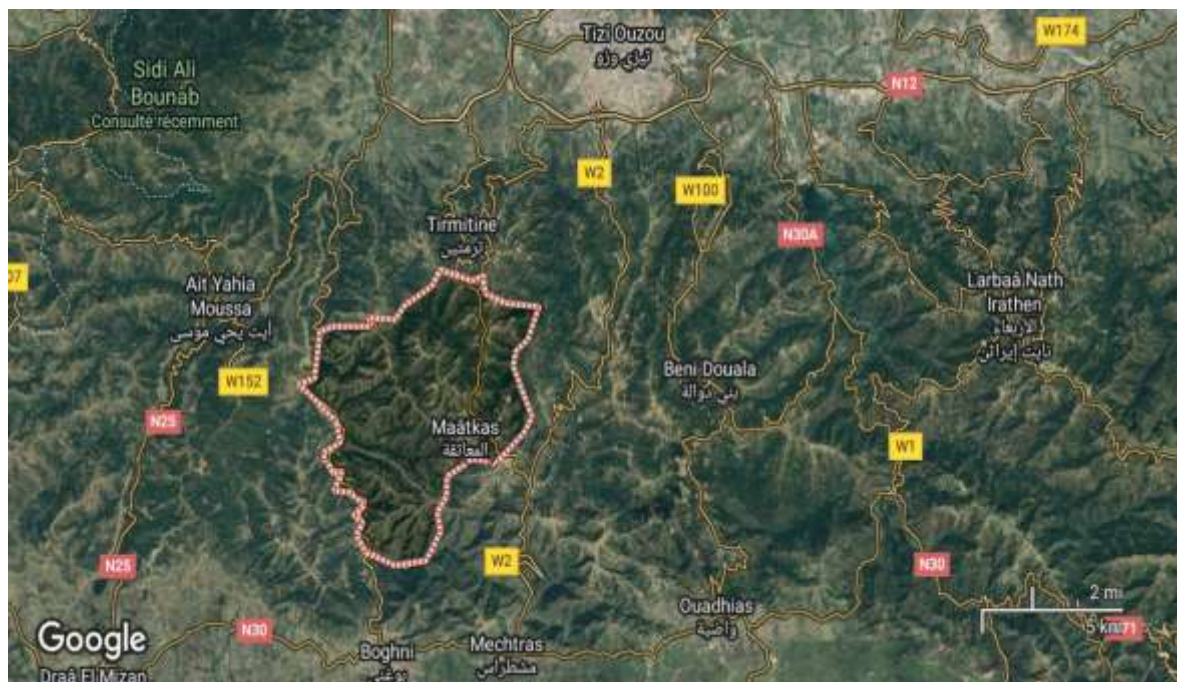


Figure 10: la localisation de la région de Mâatkas.

I. Matériel

Les trois échantillons d'huile d'olive utilisés dans notre étude, proviennent d'olives de variété « Sigoise » récoltées de notre jardin, l'huile de ces derniers a été extraite de 3 huileries différentes une traditionnelle et deux modernes, notre travail expérimental est réalisé au niveau du laboratoire commun physico-chimique II, département biochimie et de microbiologie à l'Université Mouloud Mammri Tizi Ouzou, où nous avons effectué les différentes analyses chimiques.

- ❖ Échantillon 1 : Huile-T est une huile collectée d'une huilerie traditionnelle ou en utilisant le système d'extraction par pression.
- ❖ Échantillon 2 : Huile-A cette huile est obtenue à partir d'une huilerie moderne où l'extraction est effectuée avec un système d'extraction par centrifugation à 3 phases.
- ❖ Échantillon 3 : Huile-B cet échantillon est obtenu à partir d'une huilerie moderne où l'extraction est effectuée avec un système d'extraction par centrifugation à 2 phases.



Figure 11 : représentation des échantillons d'étude.

I.1. Description de la Sigoise

La Sigoise est une variété mixte (huile et olive de table) originaire de Sig (Mascara). C'est la variété la plus connue en Algérie, les caractéristiques de la variété étudiée sont présentées dans le (tableau IV).

Tableau IV: caractéristiques de la variété Sigoise.

Origine	plaine de Sig (Mascara)
Productivité	moyenne et altérante
Synonymes	olive de Tlemcen, olive de Tell
Diffusion	occupe 25 % du verger oléicole Algérien
Taux d'enracinement	moyen
Utilisation	double aptitude (huile et olive de table)
Le rendement en huile	18 à 22 %
Le taux de nouaison faible	0.7%
Le rapport pulpe/noyau moyen	6.44
Caractéristiques	Variété saisonnière, tolérante au sel, tolérante au froid modéré et à la sécheresse, floraison précoce d'intensité moyenne, facile à cueillir, réalisée presque entièrement à la main. Diversifié sur tout le territoire, Peau fine, élastique et résistante aux basses températures, Forte teneur en sucre (plus de 4%).

II. Méthodes

L'analyse chimique et organoleptique sont nécessaires pour définir la qualité et l'authenticité de l'huile à partir de sa composition en(glycérides, acides gras, stérols,polyphénols....).

II.1.analyse chimique

II.1.1.Détermination d'indice d'acide

❖ Principe

Le principe repose sur la neutralisation des acides gras à l'aide d'une solution éthanol/hexane d'hydroxyde de potassium de normalité 0,1 mol/L.

❖ Mode opératoire

- Remplir la burette gradue avec l'hydroxyde de potassium.
- Peser environ 2 g de l'huile d'olive dans un erlenmeyer.
- Ajouter 30 ml du mélange éthanol-hexane (V/V)
- Ajouter 0.3ml de phénol phtaléine pour 100ml de mélange.
- Mettre l'erlenmeyer sur l'agitateur magnétique.
- Titrer avec KOH Le mélange est ensuite titré, en agitant, avec la solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 0,1 mol/ L, jusqu'au virage de l'indicateur (coloration rose de la phénolphtaléine persistant durant au moins 10s).

❖ Expression des résultats

L'acidité oléique est exprimée en pourcentage en masse selon la formule suivante:

$$A\% = \frac{V \text{ (KOH)} \times N \times M}{P}$$

Où :

V : volume, en millilitres, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée ;

C : concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée ;

M : masse molaire, de l'acide oleique pour l'expression du résultat (=282) ;

m : poids en grammes, de la prise d'essai.

II.1.2. Détermination d'indice de peroxyde :

❖ Principe

Il est exprimé en milliéquivalents d'oxygène actif par Kg de matière grasse pouvant oxyder l'iodure de potassium en présence d'acide acétique et de chloroforme (**Bouzidi., 2018**).

❖ Mode opératoire

- Dans un flacon peser exactement 2 grammes d'huile.
- Ajouter 10 ml du chloroforme et dissoudre rapidement la prise d'essai en agitant.
- Ajouter 15 ml d'acide acétique, puis 1 ml de la solution d'iodure de potassium (5%).
- Boucher aussitôt le flacon, l'agiter durant 1 mn et le laisser 5 mn exactement à l'abri de la lumière et à une température comprise entre 15°C et 25°C.
- Ajouter ensuite 75 ml d'eau distillée.
- Titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate en agitant vigoureusement en présence de quelques gouttes d'amidon comme indicateur.
- Effectuer de la même façon un essai à blanc.

❖ Expression des résultats

L'indice de peroxyde est calculé selon la formule suivant

$$\text{IP (m.équ O}_2\text{/Kg)} = (V - V_0) \cdot 1000 \cdot T / PE$$

Où :

T : Titre ou normalité de la solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) ;

V_0 : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour un essai à blanc (en ml) ;

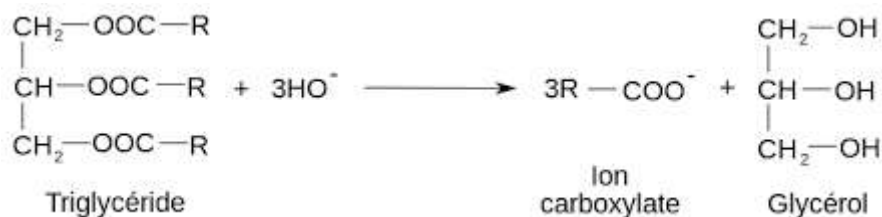
V : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour la prise d'essai (en ml) ;

PE : prise d'essai en gramme.

II.1.3. Détermination de l'indice de saponification (ISO 3657., 2009)

❖ Principe

Si l'on traite un ester par de la potasse suffisamment concentrée à chaud, on régénère suivant une réaction totale d'alcool et de sel de potassium de l'acide puis on donne naissance à l'ester :



❖ Mode opératoire

- Peser 2 grammes d'huiles dans un ballon puis ajouter 25 ml de potasse alcoolique de concentration 0,5 mol/l ;
- Après une heure d'ébullition, le ballon est refroidi sous l'eau de robinet ;
- Ajouter 2 à 3 gouttes de phénophtaléine, titrer par une solution préparé de HCl 0,5 N jusqu'à la disparition de la couleur rose et réapparition de la couleur initiale du mélange ;
- Utiliser un témoin selon le même procédé avec une prise d'essai et 2 ml d'eau distillée.

❖ Expression des résultats

L'indice de saponification est donné par la formule établie ci-dessous

$$\text{IS mg de KOH/g} = ((V_0 - V) \cdot N / m) \times 56,11$$

V : volume en ml de HCl utilisé pour l'essai à blanc. ;

V : volume en ml de HCl utilisé pour l'échantillon à analyser ;

P : prise d'essai en gramme ;

N : normalité de KOH(0,5) ;

56,11 : poids moléculaire de KOH.

I1.1.4. Détermination de la teneur en composés phénoliques dans l'huile d'olive

❖ Principe

La teneur phénolique totale est habituellement déterminée colorimétriquement avec la spectroscopie UV-Vis en utilisant l'essai de folin ciocalteu. Ces essais sont basés principalement sur la réduction du réactif acide phosphotungstique phosphomolybdique (réactif de folin) dans une solution alcaline (Smith B *et al.*, 2006).

❖ Appareillage

Nous avons utilisé un Spectrophotomètre UV/visible de type : UV-6300PC.

❖ Mode opératoires

A 125 µl de l'huile d'olive sont ajoutés 125 µl de folin-ciocalteu, après 5 min de repos, 1250 µl de carbonate de sodium (7 %) est additionné, et finalement ajouter 3 ml d'eau distillée.

Après une heure de la réaction, à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 760 nm, la teneur en composés phénolique est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par 100 grammes d'échantillon.

❖ Préparation de la gamme d'étalonnage

- Peser 0.5 mg d'acide gallique.
- Dissoudre cette quantité dans 50 ml d'éthanol, soit une solution (S0) avec une concentration de 0.01 mg/ml.
- Diluer la solution mère comme suit :
- Prélever 5 ml de la solution mère puis ajouter 5 ml d'eau distillée et l'on obtient la dilution S0/2 de la solution S1.
- Prélever 5 ml de la solution S puis ajouter 5 ml d'eau distillée et l'on obtient la dilution S0/4 de la solution S2.
- Refaire la même procédure pour les autres dilutions.

❖ Traçage se la courbe d'étalonnage de l'acide gallique

- Prélever 125 µl de chaque dilution d'échantillon dans des tubes à essais.
- Ajouter 125 µl de réactif de folin-ciocalteu.
- Après 5 min de repos, ajouter 1250 µl de carbonate de sodium à 7 %.
- Rajouter 3 ml d'eau distillée.
- Laisser incuber pendant une heure à température ambiante et à l'abri de la lumière.
- Le blanc est représenté par 125 µl d'eau distillée additionnée de 125 µl de réactif de folin-ciocalteu et 1250 µl de carbonate de sodium à 7 % puis ajouter 3 ml d'eau distillée.
- La lecture des absorbances est faite à 760 nm, après agitation et repos d'une heure.

❖ Expression des résultats

La concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard d'étalonnage.



Résultats et discussion

I. Analyses chimique

I.1. Indice d'acide

Les niveaux d'AG libres sont un indicateur de l'activité de la lipase, de la qualité et de la fraîcheur des fruits, de la durée de conservation et de la stabilité de l'huile (C.O.I., 2019).

La teneur en acides libres des corps gras augmentant avec le temps, leur état de dégradation peut être évalué. Les valeurs d'acidité enregistrées dans la courbe ci-dessous montrent la variabilité de cette norme d'un système d'extraction à un autre. L'acidité libre, exprimée en équivalents d'acide oléique, permet de contrôler les niveaux d'hydrolyse (enzymatique ou chimique) des triglycérides au cours de divers processus de production d'huile d'olive (Tanouti *et al.*, 2011)

❖ A travers cette courbe, on remarque ce qui suit :

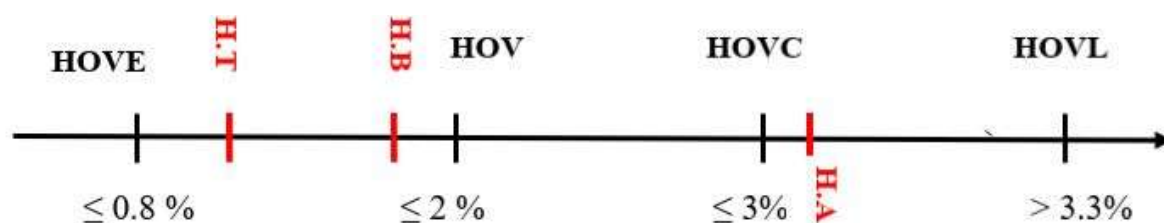


Figure 12 : Courbe de classification de l'huile selon son acidité

L'huile obtenue à partir du système d'extraction à 3 phase (Huile-A) est considérée comme une huile d'olive courante avec une acidité de 3.03 %, par contre l'huile-B issue du système de centrifugation à 2 phase, selon les résultats fait partie des huiles d'olives vierge propre à la consommation.

L'huile obtenue à partir du système d'extraction par pression (discontinu) connu pour être un procédé traditionnelle (Huile-T), elle est classée comme une huile vierge propre à la consommation (acidité $< 2\%$) (C.O.I., 2019).

La figure ci-dessous illustre les résultats obtenus lors de l'analyse des trois échantillons.

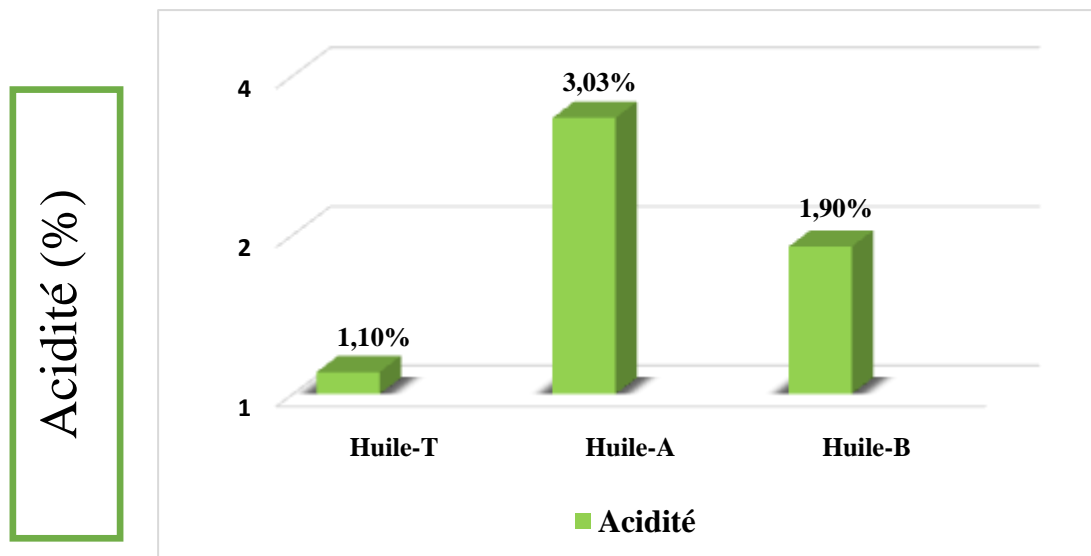


Figure 13 : Valeurs moyennes du taux d'acidité des huiles étudiés.

Selon le C.O.I, les huiles obtenues à partir des systèmes d'extraction traditionnels sont classées comme des huiles généralement vierges propres à la consommation.

Une acidité élevée peut être associées au non-respect de bonnes pratiques de récolte et de production de l'huile.

Cette augmentation d'acidité est due à l'ajout de l'eau chaude lors de l'extraction, qui est le cas pour le système de centrifugation à 3 phases ou l'ajout d'eau chaud est l'étape qui la distingue des autres systèmes, le chauffage excessif de la chambre des bassins de décantation et la lenteur de cette opération qui dépassent parfois les trois jours.

L'hydrolyse des triglycérides se produit lorsque le fruit est endommagé. Les facteurs d'altération sont : la moisissure, la fermentation, la sur-maturation, les mouches de l'olive : un phénomène qui conduit à la lyse cellulaire de la pulpe d'olive et expose ainsi l'huile à son altération.

Pour produire une huile de faible acidité, il est nécessaire de broyer des olives saines immédiatement après la récolte.

I.2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est utilisé pour évaluer l'état d'oxydation de l'huile. La modification chimique de l'huile est due à l'oxydation par l'air (O₂) conduisant à la formation de peroxyde. La norme commerciale C.O.I fixe la valeur de cet indicateur à 20 meq O₂ par kg d'huile d'olive.

Les valeurs de l'indice de peroxydes de tous les échantillons étudiés sont inférieures à la limite établie par la norme commerciale Codex Alimentarius Oléicole International (2021).

La moyenne la plus élevée (16,5 meqO₂/kg) a été enregistrée pour Huile-A et la moyenne la plus basse (10,875 meqO₂/kg) a été enregistrée pour Huile-T.

Les résultats des valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des huiles étudiées sont, illustrés dans la figure

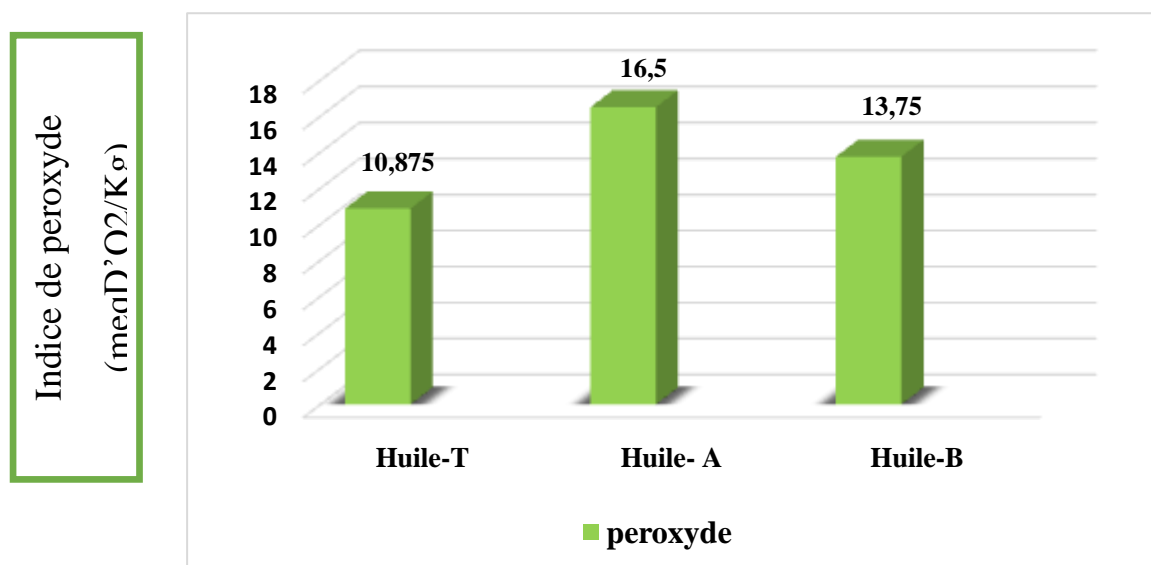


Figure 14: Valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des échantillons analysés (meqO₂ /kg).

Nous avons observé une légère variation de cet indice pour les trois huiles. Cet indicateur peut être utilisé pour contrôler la qualité de l'huile ; car elle dépend d'éventuels facteurs post-récolte (mode de transport et de stockage des fruits avant emboutissage et pendant la transformation).

En effet, les lipides peuvent être oxydés en présence d'oxygène et de certains facteurs favorables (température élevée, eau, enzymes, métaux Cu, Fe, etc), qui se décomposent

ensuite en dérivés carbonylés, aldéhydes, hydrogénéocétones (provoquant des odeurs de rance) et divers produits d'oxydation (alcools, acides, etc.) (Tanouti *et al.*, 2011).

L'oxydation des acides gras entraîne des modifications des propriétés organoleptiques, chimiques et nutritionnelles. Ces changements affectent la qualité marchande du produit. A noter que l'IP augmente avec la maturité des olives et surtout après un choc thermique, un gel ou un défaut de fabrication. Un stockage inapproprié ou prolongé est également une des causes de cette augmentation (CHERNAI *et al.*, 2021).

I.3. Indice de saponification

La détermination de l'indice de saponification permet de caractériser le poids moléculaire et la longueur moyenne des chaînes grasses au il est inversement proportionnel (plus la longueur de la chaîne augmente, moins sera l'indice de saponification).

Les valeurs obtenues sont conformes a la norme C.O.I (184-196 mg/g) pour les 3 l'huiles, ce qui explique leur richesse en acides gras à chaîne courte (C.O.I., 2019).

Les résultats des valeurs moyennes de l'indice de saponification des huiles étudiées sont illustrés dans la figure ci dessous.

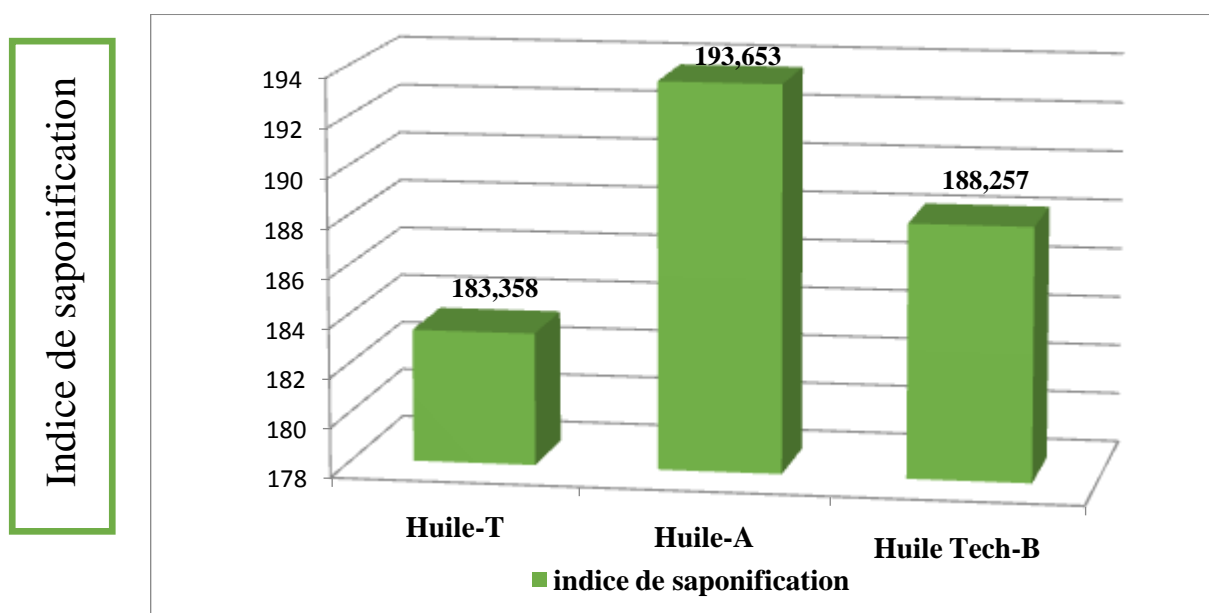


Figure 15: Valeurs moyennes (mg/g) de l'indice de saponification des échantillons étudiés.

Selon le Conseil Oléicole International la valeur moyenne de l'indice de saponification varie selon l'oléagineux. Cela signifie que les systèmes d'extractions ont une

influence sur ce critère. Des valeurs élevées ont également été observées dans l'huilerie moderne (Huile-A) avec une moyenne de 193,653 mg/g par rapport aux autres huiles testées.

Le niveau moyen le plus bas a été enregistré pour Huile-T (183,358 mg/g), qui est conforme aux normes établies par le C.O.I.

Ces valeurs se situent dans la fourchette donnée par le Codex Alimentarius et le Conseil oléicole international, ce qui explique la richesse de nos échantillons en acides gras à chaîne courte. La valeur de l'indice de saponification est élevée lorsque les acides gras sont de faible poids moléculaire (chaîne courte). Selon ces résultats nos trois produits sont conformes aux normes internationales.

I.4. Dosage des polyphénols

Les POH sont des antioxydants naturels et des molécules bioactives intégrales d'une huile ou d'une graisse. Les POH agissent comme des piègeurs de radicaux libres et des chélateurs de métaux (**Banerjee et al., 2017**).

L'acide gallique est le standard (courbe d'étalonnage, Figure 16) le plus souvent employé dans la méthode de Folin-Ciocalteu.

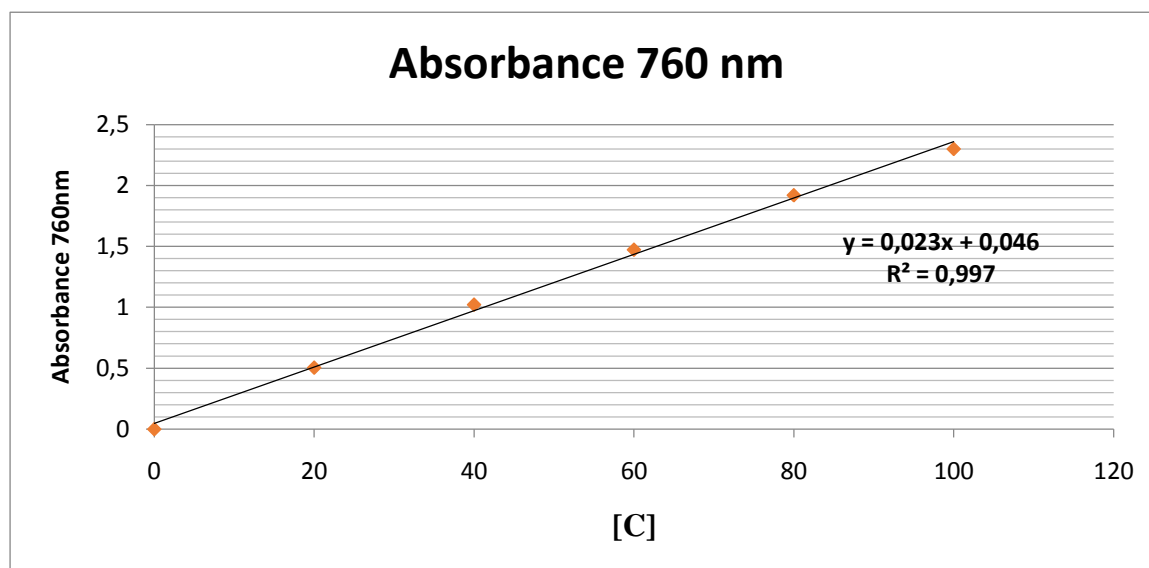


Figure 16: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

La courbe d'étalonnage obtenue présente une bonne linéarité ($y = 0.023x + 0.46$) avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0.997$.

Les concentrations des polyphénols totaux présents dans nos échantillons exprimés en ppm ont été calculées en se référant à la courbe d'étalonnage.

Les résultats des valeurs moyennes en composés phénoliques des huiles étudiées sont illustrés dans le tableau V :

Tableau V : teneur en composé phénoliques des échantillons analysés.

	Moderne (Huile-A)	Moderne (Huile-B)	Traditionnel (Huile-T)	Normes C.O.I(2019)
Résultats	99.54	111.80	230.07	50-1000(ppm)

La qualité de l'huile d'olive est étroitement liée à la teneur en polyphénols (**Benlemlih et Ghanam., 2016**).

La concentration des composés phénoliques est liée à l'acidité et surtout à l'indice de peroxyde, plus les deux indices augmentent (oxydation élevée), plus les polyphénols qui sont des antioxydants naturels diminuent, soulignant le rôle de ces composés dans la stabilité de l'huile (**Ararbi et Rahmani., 2017**)

La teneur totale en composés phénoliques de l'huile d'olive variait de 99,54 à 230,07 mg/kg (tableau V). L'huile issue du système d'extraction sous pression (Huile-T) était plus riche en polyphénols que les deux échantillons (Huile-A et B) issus des deux huileries modernes différents extraits par le système de centrifugation à 3 phases.

D'après (**Nowak et al., 2021**), les huiles d'olives peuvent être classées selon leurs teneurs en polyphénols totaux :

- Variétés à faible teneur en polyphénols totaux 50-200 ppm
- Variétés à teneur moyenne en polyphénols totaux 200-500 ppm
- Variétés à teneur élevée en polyphénols totaux 500-1000 ppm.

Cette classification permet de classer nos échantillons dans la catégorie des « huiles à teneur faible en polyphénols » et « huiles à teneur moyenne en polyphénols ».

Cette faible concentration est probablement due au processus d'extraction de l'huile d'olive, dans lequel la plupart des huileries utilisent des centrifugeuses conventionnelles à trois phases, où une petite quantité d'eau a été ajoutée lors de l'extraction entraînant une perte de jus et une libération de composés phénoliques, de vitamines et de composants aromatiques.

Il a été rapporté que le décanteur à deux phases fournit une huile riche en polyphénols totaux, ayant une acidité plus faible et de meilleures qualités organoleptiques que le décanteur à trois phases retiré dans le jus végétal.

En plus du cultivar, la maturité de l'olive et les conditions environnementales affectent également la concentration en composés phénoliques (**M. Douzane et al., 2023**)

Les conditions saisonnières et climatiques peuvent affecter les niveaux de polyphénols dans l'huile. Les composants phénoliques rendent également l'huile d'olive plus stable pendant le stockage. (**CHERNAI et al., 2021**).

L'huile d'olive contient des quantités importantes de composés phénoliques. Ceux-ci sont considérés comme des antioxydants naturels qui aident à protéger l'huile de l'oxydation et à prolonger sa durée de conservation. Une huile d'olive de bonne qualité contient plus de 200 ppm de polyphénols (**CHERNAI et al., 2021**).

Conclusion

Conclusion

La qualité de l'huile d'olive est un ensemble de propriétés physico-chimiques et organoleptiques qui permet de la classer en différentes catégories. Cette qualité est influencée par un certain nombre de facteurs, tels que les techniques de culture, l'approvisionnement en eau, le moment de la récolte, les conditions de stockage et les techniques d'extraction. Tous ces paramètres nécessitent une étude approfondie et une maîtrise pour obtenir une bonne huile.

Au cours de notre travail nous avons réalisé une étude sur l'effet des trois systèmes d'extractions qui sont les systèmes continus à 3 phases et 2 phases (moderne) et le système discontinu par pression (traditionnelle) sur la qualité l'huile d'olive de la variété Sigoise cultivée et produites au niveau de la région de Mâatkas.

L'étude a porté essentiellement sur les caractères chimiques de ces huiles notamment l'acidité libre, l'indice de peroxyde, l'indice de saponification, la teneur en polyphénols.

Le taux moyen d'acidité enregistré indique que les échantillons (Huile-T et Huile- B) sont classés dans la catégorie des huiles vierges propre à la consommation (>3,3%) alors que l'échantillon (Huile-A) est classé dans la catégorie des huiles courantes.

L'indice de peroxyde, pour la totalité des échantillons d'huiles issues des systèmes d'extractions moderne et traditionnelle sont conformes à la norme du COI, avec des valeurs inférieures 20 meq O₂ / Kg d'huile.

Les résultats de l'indice de saponification des huiles d'olives analysées sont conformes aux normes de Conseil oléicole international (2019), avec des valeurs moyennes de 184-196 mg/g.

Par contre nos huiles contiennent une quantité faible en polyphénols toute en restants dans la norme COI avec des valeurs moyenne 50-1000 (ppm). Elle joue le rôle d'antioxydant aidant à protéger l'huile et à prolonger sa durée de conservation.

L'ensemble des études et des travaux réalisés dans le cadre de la caractérisation et l'amélioration de la qualité de l'huile d'olive ont conclu que l'élaboration d'une bonne huile d'olive vierge n'est pas une chose facile et demande surtout une bonne maîtrise de toutes les étapes de production.

Une fois extraite, l'huile d'olive doit être conservée soigneusement à tous les stades, jusqu'au moment où elle est mise à la consommation. Les conditions de stockage, les méthodes d'extraction et la variété ont une influence sur l'acidité, l'indice de peroxyde, la composition chimique de l'huile.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- ❖ **Abdessemed, S., Abdessemed, A., Boudchicha, R. H., Benbouza, H., (2017).** Caractéristique et identification écotype d'olivier *Olea europaea* L en algérie pp 26-43.
- ❖ **Abdessemed, S., Abdessemed, A., Boudchicha, R. H., Benbouza, H., (2018).** Caractérisation et identification de quelques écotypes d'olivier (*Olea europaea* L.) en Algérie. Agriculture Journal, 8(2), 26-43p. Maîtrise de l'aptitude technologique de la matière végétale dans les opérations d'extraction de principes actifs: texturation par détente instantanée contrôlée (DIC) (Doctoral dissertation, Université de La Rochelle).
- ❖ **Achat S., (2013).** Polyphénols de l'alimentation: extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques. Avignon.
- ❖ **Aggoun-Arhab M., (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. Thèse de doctorat. Université Frères Mentouri-Constantine. 209p.
- ❖ **Amimer, L., Yazid, A. (2021).** Effet du traitement thermique sur les caractéristiques physico-chimiques d'huile d'olive "moderne". Mémoire de fin d'étude. Sécurité Agro-alimentaire et Assurance Qualité. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou-P31.
- ❖ **Aoukli, M. N., Chetouhe, S., (2019).** Etude qualitative des huiles d'olives de la région de Djaafra. Mémoire de Master 2 : Qualité des produits et sécurité alimentaire. Université B.B.A ; p11-22.
- ❖ **Ararbi S, Rahmani G., (2017).** Étude comparative des caractéristiques physico-chimiques des deux variétés d'huile d'olive Azeradj et Chemlal dans deux régions de la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de fin d'étude. Oléiculture et Oléotechnie, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, p52-53.

B

- ❖ **Baba Ahmed, Abdel Malek., (2017).** effet des facteurs agro-écologiques sur le rendement et la qualité d'huile d'olive.

- ❖ **Baghdadi, S., Mecharki I., (2021).** Etude de quelques caractéristiques physico-chimiques de quatre échantillons d'huile d'olive de la wilaya de Tizi-Ouzou, Mémoire de fin d'étude, Cultures pérennes, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou ,p36-37.
- ❖ **Banerjee, R., Verma, A.K., Siddiqui, M.W., (2017).** Natural antioxidants Applications in Foods of Animal Origin. Canada, USA : Apple Academic Press. 393 p.
- ❖ **Bechani H., (2019).** Analyse sensorielle des huiles d'olives, Mémoire de Fin de Cycle, Sciences des Corps Gras, Université A. MIRA – Bejaïa, p26-27-28-29-30.
- ❖ **Benariba K., (2017).** Comparaison Physico-chimique Et Organoleptique De Quelques Huiles D'olives De La Région De Tlemcen. Mémoire De Master., Université De Tlemcen. Algérie.73p.
- ❖ **Benlemlih M. et Ghanem J., (2016).** Polyphénols d'huile d'olive, trésors santé ! Imprimé en France (Nouvelle Imprimerie Laballery) © marcopietteur, Pp 43-60.
- ❖ **Bouchama M, Boukhama B, Chader I, Djahel S., (2022).** Etude qualitative des huiles d'olive de la région de Guelma. Mémoire de fin d'étude. Biochimie Appliquée. Université 8 Mai 1945 Guelma –p23.
- ❖ **Boulkouneh., (2018).** L'oléiculture en petite Kabylie : améliorer la qualité des produits participe au développement durable de la filière. Doctoral dissertation, Université de Ferhat Abbas. Sétif 1, Alger, 186 p.
- ❖ **Bouassila L., Mayouf M., (2017) -** Etude Physicochimique Et Evaluation 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. Mémoire Master. Algérie.61p.
- ❖ **Bouzidi H., (2018).** Evaluation de la qualité physico-chimique d'huile d'olive aromatisé. Mémoire de fin d'étude .Université A. Mira - Bejaïa .P23.

C

- ❖ **Capurso A., Crepaldi G., Capurso C., (2018).** Benefits of the Mediterranean Diet in the Elderly Patient: Springer.

- ❖ **Chelouche F, Smail L., (2017).**Effet de la lumière sur la qualité de deux huiles commercialisées en Algérie, Mémoire de fin d'étude, Université Mouloud MAMMERRI Tizi-Ouzou-p15- 16-20-22- 23.
- ❖ **Chernai Khadidja Amilia , Choubane Kaissa., (2021).**Evaluation de la qualité de l'huile d'olive de quelques régions de la wilaya de Tizi-Ouzou,Mémoire de fin d'étude,Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou-page 46-47.
- ❖ **Codex Alimentarius., (2017).** Norme pour les huiles d'olive et les huiles de grignons d'olive -P02- .
- ❖ **Communauté Economique Européenne., (1991).** Règlement (CEE) N°2568/91 de la commission du 11 juillet 1991 .Relatif aux caractéristiques des huiles d'olive et des huiles de grignons d'olive ainsi qu'aux méthodes d'analyse y afférent : 27-30.
- ❖ **Conseil Oléicole International.,(2015).** Norme commerciale applicable aux huiles d'olive étaux huiles de grignons d'olive. COI/T.15/NC n°3/Rév.8.
- ❖ **Conseil Oléicole International.,(2018a).** Norme commerciale applicable aux huiles d'olives étaux huiles de grignons d'olive. COI/T.15/NC no 3/Rév. 12. Juin 2018.
- ❖ **Conseil Oléicole International, (2018b).** Analyse sensorielle de l'huile d'olive : methoded'évaluation organoleptique de l'huile d'olive vierge. COI/T.20/Doc.n°15/Rév.10.
- ❖ **Conseil Oléicole International., (2019).** Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. COI/T.15/NC N°3/Rév. 14 novembre 2019.

D

- ❖ **Debrousallez.** (Page consultée le 22 Mai 2023)- Planter Un Olivier: Comment Faire, Dans Quel Sol Et Quand Récolter Les Olives ?, [En Ligne]. Adresse URT:<https://www.debrousaillez.fr/planter-un-olivier-comment-faire-dans-quel-sol-etquand-recolter-les-olives>.
- ❖ **Deiana P., Filigheddu M. R., Dettori S., Culeddu N., Dore A., Molinu M. G. et al. (2021).**The chemical composition of Italian virgin olive oils. In: Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention (2 nd Ed). AcademicPress. Pp 51-62.
- ❖ **Drici S, Drici A. (2019).**Etude de qualité de l'huile d'olive algérienne : effet des conditions de stockage.Mémoire de fin d'étude, Université 8 mai 1945 Guelma-p29.

- ❖ **Dridi W. (2016).** Influence de la formulation sur l'oxydation des huiles végétales en emulsion eau dans huile. Thèse. Chimie-physique. Université de Bordeaux .<https://tel.archivesouvertes.fr/tel-01376766>.

E

- ❖ **Elias L, Lezoul N. (2017).** Impact de la durée du stockage des olives sur la qualité d'huile. Mémoire de fin d'étude. Université de Tizi-Ouzoup. Page 22.

F

- ❖ **FAO/BERD Programme D'Appui A La Filière Oléicole En Tunisie (Béja), (2016).** Extraction de l'huile d'olive Industrialisation. 58 p.
- ❖ **Franco M, N., Sanchez J. (2015).** Influence of the fruit's Ripeness on Virgin olive oil quality -P264.

G

- ❖ **Gerber M. (2016).** L'huile d'olive, des bénéfices reconnus. Pratiques en nutrition: santé et alimentation, (47), 13.
- ❖ **Gharbi D. (2018).** Effet du stress salin sur le comportement physiologique et morphobiochimique de jeunes plants de variétés d'olivier cultivé (*Olea-europaea*) locales et introduites non greffés et greffés sur oléastre. Thèse de doctorat. Université DjillaliLiabes de Sidi Bel Abbes. P 30-31.
- ❖ **Gheloudj, Meriem. (2019).** Etude des Caractéristiques Physico-chimiques de deux variétés de l'huile d'olive (Chemlal et Tabelout) Issue de la région de Biskra et références bibliographiques 52 l'évaluation de ses effets sur l'activité antibactériennes. Mémoire de master, Université Mohamed Khider, Biskra, page-15.
- ❖ **Guclu G., Kelebek H. et Selli S. (2021).** Antioxidant activity in olive oils. In : Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention. AcademicPress.Pp. 313-325.
- ❖ **Guissois M. (2019).** La filière oléicole en petite Kabylie: quelles innovations pour un développement durable? PRODUCTION VEGETALE, Université Ferhat Abbas Sétif 1- p130, 131.

H

- ❖ **H. Amrouni , R. Fethallah, M. Fahas. (2021).**Les exploitations oléicoles en Algérie ; quelle performance économique ?, INRAA - Division de Recherche Economie agricole, Agroalimentaire et Rural, Recherche Agronomique, Vol. 19, N° 1, p. 65-76.

- ❖ **Hadji, Hichem., Moussaoui, Amine. (2017).** Etude comparative de la consommation de l'huile d'olive : BOUIRA / TIZI-OUZOU. Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, p 16.

- ❖ **Hamiroune A., Fekrache M. (2018).**- Caractérisation Physico-Chimique De L'huile D'olive Variété Chemlal Des Différentes Wilayas De L'algérie. Mémoire Master. Université A.Mira- Béjaia, Algérie, 78p.

- ❖ **Hava et Sebastiani. (2016).** The Olive Tree Genome.

I

- ❖ **ISO : International Standard Organization. (2009).** Méthode ISO/3960. Corps gras d'origines animales et végétale-détermination de l'indice de peroxyde. Editions 4.

- ❖ **Issaoui, M., Martins Delgado, A., Iommi, C., Chammem, N., (2020).** Polyphenols and the Mediterranean Diet.Chemistry, Sensorial Properties and Natural Sources. SpringerBriefs in Molecular Science Polyphenols and the MediterraneanDiet, 1-17.

J

- ❖ **Jimenez-Lopez, C., Carpena, M., Lourenço-Lopes, C., Gallardo-Gomez, M., Lorenzo, J. M., et al. (2020).** Bioactive Compounds and Quality of Extra Virgin Olive Oil. Foods, 9 (8), 1014: 1-31.

- ❖ **Jozef, M., (2017).** Olive varieties and phenolic compounds in olive oils.In: Phenolic compounds, production and health benefits. New York: Nova Science Publishers. Pp.19-46.

K

- ❖ **Kheloui Tinhinane; Sid Ali Noura., (2018).**Enquête sur les habitudes de consommation de l'huile d'olive vierge dans la wilaya de Tizi-Ouzou .Mémoire de master : Oleicultureoleiotechnie. Université de Tizi-Ouzou, p 18,19,20.

L

- ❖ **Labdaoui Djamel., (2017).**Impacts 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).Thèse de doctorat: Technologie agro-alimentaire .Université de Mostaganem, pp 22 31.
- ❖ **Lama A., Pirozzi C., Pia Mollica M., Trinchese G., Di Guida F., Cavaliere G., et al. (2017).**Polyphenol- rich virgin olive oil reduces insulin resistance and liver inflammation and improves mitochondrial dysfunction in high- fat diet fed rats. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61 (3), 1600418.
- ❖ **Lamani O., Ilbert H., (2016).** La segmentation du marché oléicole. Quelles politiques de régulation du marché d'huile d'olive en Algérie? In *Revue NewMedit*, n°3.2016. p. 19-28.

M

- ❖ **M. Douzane, M.S. Daas, A. Ait Ouazou, C. Anane, S. Moussi, A. Abdi, F.I. et al. (2023).** Étude de la variabilité physico-chimique de l'huile d'olive de différents cultivars introduits et un cultivar local, *Recherche Agronomique*, Vol. 21, N° 1, p. 5-23.
- ❖ **Mele A., Zahirul M, I., (2018).** Pre-and post-harvest factors and their impact on oil composition and quality of olive fruit -P593-, -P595-, -P597-et-P 598-, - P599- e-Pt600.
- ❖ **Metlef S., (2021).** Caractérisation et étude des activités antioxydantes et antibactériennes de l'huile d'olive algérienne (Doctoral dissertation).
- ❖ **Meridji., (2019).**Effet de la cuisson sur la qualité des huiles d'olives, étude comparative avant et après cuisson. Cas : Des échantillons prélevés de la région de Bejaia et de Bordj Bou Arreridj. (Algérie). Mémoire de fin d'étude. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem P61-62.
- ❖ **Moussouni I., (2016).** contribution à l'étude physico-chimique des échantillons d'huile d'olive et leur mélange.
- ❖ **Muto E., Dell'Agli M., Sangiovanni E., Mitro., Fumagalli M., Crestani De Fabiani E., et al., (2015).**Olive oil phenolic extract regulates interleukin- 8 expression by transcriptional and post transcriptional mechanisms in Caco- 2 cells. *Molecular Nutrition and Food Research*, 59 (6), 1217-1221.

N

- ❖ **Nekrouf C, Mendaci N, Berkoune O., (2019).**Contrôle qualité de l'huile d'olive de la wilaya. FACULTE DE MEDECINE. Université Mouloud MAMMERRI Tizi-Ouzou-p16-17-18.
- ❖ **Nowak D., Gośliński M. et Popławski C., (2021).**Antioxidant Properties and Fatty Acid Profile of Cretan Extra Virgin Bioolive Oils: A Pilot Study. International Journal of Food Science, 2021.

O

- ❖ **Observatoire National De L'Agriculture (ONAGRI) (2020).**Le marché de l'huile d'olive au niveau national et mondial et mécanismes de régulation. 6 p.
- ❖ **Onagri, (2019).**Observatoire National de l'Agriculture.
- ❖ **Ouedrhiri M., Benismail C, El Mohtadif A, Achkari-Begdouri A., (2017).**Évaluation de la qualité de l'huile de pulpe d'olive vierge de la variété Picholine marocaine. Journal of chromatographie, 183-190.

R

- ❖ **Rouas S., Rahmani M., Elantari A., Idrissi D. J., Souizi A., Maata N., (2016).** Effect of geographical conditions (altitude and pedology) and age of olive plantations on the typicality of olive oil in Moulay Driss Zahroun. Mediterranean Journal of Biosciences. 1(3): 128-137.

S

- ❖ **Sebastien Veillet., (2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : entre tradition et innovation (Doctoral dissertation, Université d'Avignon).
- ❖ **Selamia R., (2018).** Etude de l'huile d'olive d'Algérie. Thèse de doctorat. Chimie Industrielle. Université 8 Mai 1945 Guelma.
- ❖ **Smith B., Li B., Hossain M., (2006).** Separation Purification Technology 48 :182-188
- ❖ **Stéphanie H., (2018).** L'huile d'olive : son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique. Thèse de doctorat. Université lorraine. de P31.

T

- ❖ **Tanouti K., Serghini-Caid H., Chaieb E., Benali A., Harkous M. et Elamrani A., (2011).** Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. Les Technologies de Laboratoire, 6, 58-63.

- ❖ **TSN.** (Page Consultée le 02 Mai 2023)- Huile D'olive (Définition et Explication), [En Ligne]. Adresse URT : [Huile d'olive - Définition et Explications \(techno-science.net\)](http://techno-science.net).

V

- ❖ **Veillet, S., (2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive: Entre Tradition et Innovation (Doctoral dissertation, Université d'Avignon).
- ❖ **Vidal, A.M., Alcalá, S., Torres, A., Moya, M., Espínola, F., (2019).**Centrifugation, Storage, and Filtration of Olive Oil in an Oil Mill: Effect on the Quality and Content of Minority Compounds. *Journal of Food Quality*, 7381761, 9p.

Z

- ❖ **Zaidi H., Meradi O. et Bouznit M., (2021).** La filière oléicole à Bejaia État des lieux, contraintes et perspectives The olive sector in Bejaia : Inventory, constraints and prospects. *Journal des Etudes Economiques Contemporaines*, 6 (02), 601-624.

Résumé

Résumé

L'huile d'olive est un excellent produit végétal dont sa qualité est influencée par plusieurs facteurs, tels que les systèmes d'extractions, et la variété d'olivier utilisée qui ont un effet direct sur les caractéristiques chimiques de cette denrée alimentaire. Pour assurer la qualité de l'huile d'olive une combinaison de méthodes chimiques est indispensable.

Pour illustrer cette démonstration nous avons choisi trois échantillons d'huile d'olive de la variété nommée Sigoise de deux systèmes d'extractions différents (moderne et traditionnelle) sur lesquels nous avons effectués certains paramètres chimiques (acidité, indice de peroxyde, indice de saponification et le dosage des polyphénols).

On se basant sur les résultats des analyses chimiques obtenus, on peut classer l'ensemble des échantillons des huiles étudiées dans la catégorie des huiles d'olive vierge propre à la consommation.

Mots clés : huile d'olive, qualité, Sigoise, système d'extraction.

Abstract

Olive oil is an excellent vegetable product whose quality is influenced by several factors, such as extraction systems and the variety of olive tree used, which have a direct effect on the chemical characteristics of this foodstuff. To ensure the quality of olive oil, a combination of chemical methods is essential.

To illustrate this point, we chose three samples of olive oil of the Sigoise variety from two different extraction systems (modern and traditional), on which we carried out a number of chemical parameters (acidity, peroxide value, desaponification value and polyphenol content).

On the basis of the results of the chemical analyses obtained, we can classify all the oil samples studied in the category of virgin olive oils suitable for consumption.

Key words: olive oil, quality, Sigoise, extraction system.

Résumé

الملخص

يعتبر زيت الزيتون منتجًا نباتيًا ممتازًا تتأثر جودته بعدة عوامل، مثل أنظمة الاستخلاص، وتنوع أشجار الزيتون المستخدمة، والتي لها تأثير مباشر على الخصائص الكيميائية لهذه المادة الغذائية. لضمان جودة زيت الزيتون، من الضروري الجمع الطرق الكيميائية.

لتوضيح هذا العرض، اخترنا ثلاث عينات من زيت الزيتون من الصنف المسمى السيجو من نظامي استخلاص مختلفين (حديث وتقليدي) أجرينا عليهما معاملات كيميائية معينة (الحموضة، مؤشر البيروكسيد، التصبن ومقاييس البوليفي نول).

بناءً على نتائج التحاليل الكيميائية التي تم الحصول عليها، يمكن تصنيف جميع عينات الزيوت المدروسة في فئة زيوت الزيتون البكر الصالحة للاستهلاك.

الكلمات المفتاحية: زيت الزيتون، الجودة، السيجو، نظام الاستخلاص.