

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

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES
ET AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES



Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master
Académique en Sciences Alimentaires
Spécialité : Agroalimentaire et control de qualité

Thème

**Analyse comparative des caractéristiques
physico-chimiques de l'huile d'olive selon les
procédés d'extraction, traditionnel et
moderne : cas de la région de Boghni**

Proposé et dirigé par :

M. SADOUDI R.

Réalisé par :

BELKACEM I Zahia

DRISSI Dyhia

Devant le jury :

Président : Mme GUERMAH D

Examineur : M. FACI M

MCA

MACB

UMMTO

UMMTO

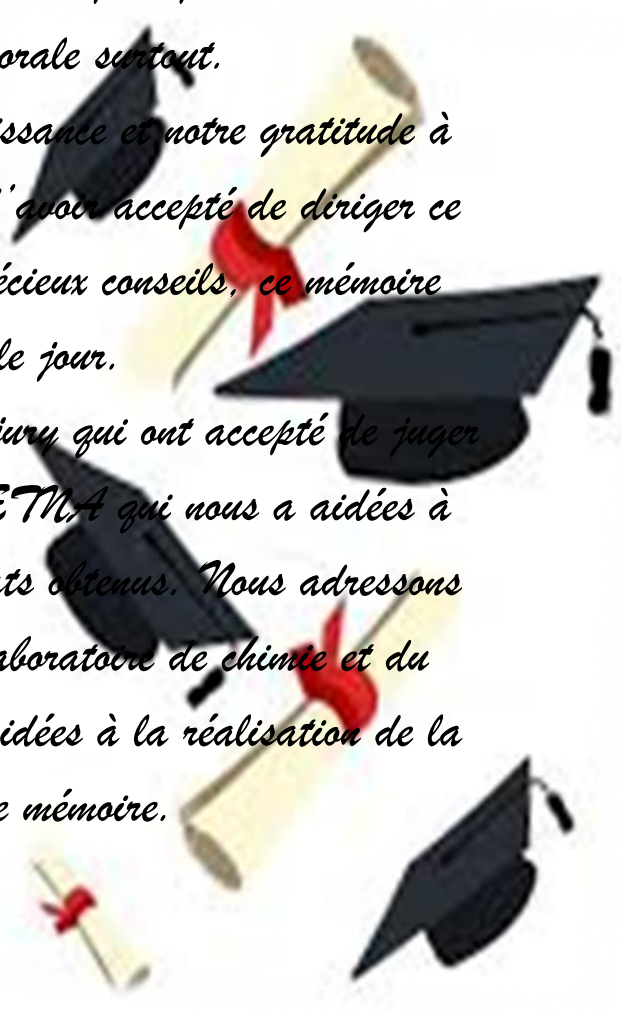
Promotion 2023/2024

Remerciements

Avant de débiter ce modeste travail, il nous est particulièrement agréable d'exprimer nos gratitudes et nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire. Au début nos remerciements vont en particulier à Dieu, le tout puissant, qui nous a donné la force et le courage pour poursuivre nos études. Un grand merci à nos parents, nos chères amies et camarades pour l'intérêt qu'ils ont accordé à notre travail et plus particulièrement pour leur précieuse aide morale surtout.

On tient à exprimer toute notre reconnaissance et notre gratitude à notre encadreur M. SADOUDI R. d'avoir accepté de diriger ce travail, sans ses orientations et ses précieux conseils, ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Merci également à tous les membres du jury qui ont accepté de juger ce travail ; merci également à M. METNA qui nous a aidées à réaliser l'analyse statistique des résultats obtenus. Nous adressons nos remerciements aux ingénieurs du laboratoire de chimie et du département d'agronomie qui nous ont aidées à la réalisation de la partie pratique de notre mémoire.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À MES chers PARENTS OUMZA & ALI

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie afin que je puisse un jour vous rendre ne serait-ce qu'un peu de ce que vous avez fait pour moi.

À MES CHERS FRÈRES ET SOEUR

Kamel sa femme Lydia , Said, Malika, Farida , Samira et leurs petits oiseaux : Benjamin, Amira, Kouceila, Aezki, Kamelia, Mayas . En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

À MES AMIES

À mes copines Zahra et TASSADIT et mon amie Dyhia je vous souhaite une vie pleine de réussite et de bonheur que le bon Dieu, vous protège et vous garde.

ZAHRA



Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À MES chers PARENTS adnyL & Rachid

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie afin que je puisse un jour vous rendre ne serait-ce qu'un peu de ce que vous avez fait pour moi.

Mon TRES CHER Mari Hilal, qui depuis toujours n'a pas cessé de me soutenir et de m'épauler, tout en partageant avec moi les moments les plus difficiles de ma vie. Je le remercie de ne m'avoir jamais déçu. Aucun mot ne pourrait t'exprimer ma gratitude, mon amour et mon respect. Puisse le bon dieunous procurer santé et longue vie

Sa tante Akila et ses enfants Chakib et Sarah

Mes Grands parents paternelles et maternelle.

Maa belle famille et ma belle sœur Cylia et sa famille, mon beau frère

Amine

À MES CHERS FRERES ET SOEUR

Amine, Sofiane, Nassima, Fatima et Lydia. En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

À MES AMIES et mes proches

A mes copines Sarah et Ghania et ma binome Zahia je vous souhaite une vie pleine de réussite et de bonheur que le bon Dieu, vous protège et vous garde

DUNA



Sommaire

Liste des abréviations
Liste des figures
Liste des tableaux

Introduction	3
I. Généralité sur l'olive et l'huile d'olive	4
I.1. Olive	4
I.1.1. Définition	4
I.1.2. Morphologie (composition physique d'olive).....	4
I.1.3. Composition chimique	5
I.2. Huile d'olive.....	6
I.2.1. Définition	6
I.2.2. Procédés d'extraction	6
I.2.2.1. La récolte des olives	6
I.2.2.2. Transport, réception et entreposage des olives.....	6
I.2.2.3. Trituration des olives	6
I.2.2.3.1. Processus d'effeuillage et de lavage des olives.....	6
I.2.2.3.2. Broyage.....	7
I.2.2.3.3. Malaxage	8
I.2.2.4. Extraction de l'huile	9
I.2.2.5. Conditionnement et stockage	11
I.3. Catégories d'huile d'olive	11
I.3.1. Huile d'olive vierge	11
I.3.1.1. Huile d'olive vierge propre à la consommation	12
I.3.1.2. Huile d'olive non propre à la consommation	12
I.3.2. Huile d'olive raffinée	12
I.4. Production de l'huile d'olive en Algérie	13
I.5. Production de l'huile d'olive dans la wilaya de Tizi-Ouzou.....	13
I.5. Production mondiale d'huile d'olive	14
I.6. Composition chimique de l'huile d'olive	14
I.6.1. Fraction saponifiable	15
I.6.1.1. Triglycérides.....	15
I.6.1.2. Acides gras	15

I.6.2. Fraction insaponifiable	16
I.6.2.1. Stérols	16
I.6.2.2. Tocophérols	17
I.6.2.3. Composés phénoliques	18
I.6.2.4. Composés aromatiques	18
I.6.2.5. Hydrocarbures	18
I.6.2.6. Pigments colorants	19
II. Qualité de l'huile d'olive	20
II.1. Critères de qualité	20
II.1.1. Acidité	20
II.1.2. Indice de peroxyde	20
II.1.3. Caractérisation organoleptique	20
II.2. Facteurs influencent la qualité de l'huile d'olive	21
II.2.2. Maturation des olives	21
II.2.3. Technologie d'extraction	21
II.2.3.1. Méthode traditionnelle	22
II.2.3.2. Méthode moderne	22
II.2.4. Stockage des olives	22
II.2.5. Incidence des conditions de stockage	23
II.2.6. Dégâts et maladies dans les oliveraies	23
III. Altération de l'huile d'olive	25
III.1. Facteurs d'altération dans l'huile d'olive	25
III.2. Oxydation des lipides	25
III.3. Types d'oxydations	25
III.3.1. Auto-oxydation	25
III.3.2. Photo-oxydation	27
III.3.3. Oxydation enzymatique	27
III.4. Produits formés lors de l'oxydation des lipides	28
III.5. Principaux facteurs influençant l'oxydation lipidique	28
III.5.1. Oxygène	28
III.5.2. Température	28
III.5.3. Influence de la lumière	28
III.6. Bienfaits de l'huile d'olive	29

I. Matériel et méthodes	31
I.1. Objectif de l'étude	31
I.2. Échantillonnage	31
I.3. Méthodes d'analyses physico-chimiques	32
I.3.1. Analyses chimiques	32
I.3.1.1. Détermination de l'acidité	32
I.3.1.2. Détermination de l'indice de peroxyde	32
I.3.1.3. Détermination de l'indice d'iode	33
I.3.2. Détermination des caractéristiques physiques	33
I.3.2.1. Teneur en composés phénoliques	33
I.3.2.2. Teneur en eau	33
I.3.2.2. Détermination de la densité	34
I.3.2.3. Viscosité :	34
II. Résultats et discussion	36
II.1. Analyses chimiques	36
II.1.1. Acidité	36
II.1.2. Indice de peroxyde	37
II.1.3. Indice d'iode	39
II.2. Analyses physiques	40
II.2.1. Composés phénoliques	40
II.2.2. Humidité	42
II.2.3. La densité	43
II.2.4. Viscosité	44
Conclusion générale :	47
Références bibliographiques :	48
Annexes :	56
Résumé	64
Abstract	64

Liste des figures

Figure 1: Olive	4
Figure 2 : Structure de l'huile d'olive.....	5
Figure 3 : Composition chimique d'olive	5
Figure 4 : Récolte à la main	6
Figure 5 : Effeillage et lavage des olives	7
Figure 6 : Broyeur à meule en pierre.	7
Figure 7 : Broyeur à marteaux.	8
Figure 7 : Malaxage des olives.	8
Figure 9 : Système d'extraction par presse	9
Figure 10 : Extraction avec centrifugation a trois phases	10
Figure 11 : Extraction avec centrifugation a deux phases	11
Figure 12 : Stockage des olives dans des sacs.....	11
Figure 13 : Classification de L'huile d'olive selon le critère d'acidité et la dénomination et définition établis par le COI	13
Figure 14 : Répartition des zones géographiques de l'oléiculture algérienne.....	13
Figure 15 :L'évolution de la production de l'huile d'olive et des olives au niveau de la wilaya	14
Figure 16 : Production et consommation mondiale d'huile d'olive de l'année 1990/91 à l'année 2018/2019	14
Figure 17 : Composition chimique de stérol dans l'huile d'olive.....	16
Figure 18 : Structure générale d'un tocophérol	17
Figure 19 : Principaux composés phénoliques de l'huile d'olive.	18
Figure 20 : Différents couleur d'huile d'olive	19
Figure 21 : Conditionnement de l'huile d'olive.....	22
Figure 22 : Ravageurs et maladies de l'olivier	23
Figure 23 : Schéma simplifié de l'auto-oxydation (<i>JUDDE, 2002</i>).	25
Figure 24 : schéma simplifié des stades primaires et secondaires de l'auto-oxydation d'une matière grasse insaturée (<i>JOAQUIN, 2002</i>)	26

Liste des tableaux

Tableau I : La composition physique de différentes parties de l'olive	1
Tableau II : Composition en triglycérides de l'huile d'olive (%) (RYAN <i>et al.</i> , 1998).	10
Tableau III : Composition de l'huile d'olive en acides gras (Codex alimentarius, 2017).	11
Tableau IV : Les teneurs en différents stérols de l'huile d'olive (OUAOUICH et CHIMI, 2007)	12
Tableau V : Principaux composés d'un tocophérol	12
Tableau VI : Caractéristiques physico-chimiques d'huile d'olive	15
Tableau VII : Caractéristiques organoleptiques d'huile d'olive.....	16

Liste des abréviations

A% : Acidité libre en pourcentage.

AFNOR : Association française de normalisation.

COI : Conseil oléicole international.

H(%) : Humidité en pourcentage.

IP : Indice de peroxyde.

ID: indice d'iode

ISO : International Standard Organisation.

d : épaisseur de la cuve en cm.

V : Volume.

Mm : millimètre.

ml : Millilitre

Meq : milliéquivalent

TG : triglycéride

°C : Degré Celsius.

UV : Ultra-violet.

Introduction

L'olivier, *Olea Europaea*, une espèce emblématique de la Méditerranée, puise ses racines dans les profondeurs de l'histoire, s'inscrivant dans la mémoire collective des hommes. Sa culture caractérise les régions méditerranéennes, revêtant une importance capitale tant sur le plan économique que social. Dans de nombreux pays, l'olivier constitue la principale source de revenu agricole, occupant ainsi une position prépondérante dans l'économie nationale (VEILLET, 2010).

L'huile d'olive joue un rôle crucial dans le régime méditerranéen, étant largement utilisée dans la cuisine des pays méditerranéens et recommandée par de nombreux professionnels de la santé. Elle occupe une position centrale dans la recherche sur ses bienfaits médicaux et cosmétiques, grâce à ses propriétés uniques. En tant que l'une des plus anciennes huiles végétales, elle se distingue par sa capacité à être consommée directement sans nécessiter de traitement préalable (BOSKOU, 1996).

L'huile d'olive, issue du fruit de l'olivier, est traditionnellement extraite par des méthodes entièrement physiques et simples, telles que le lavage, le broyage, le malaxage, la décantation et la centrifugation, garantissant ainsi son intégrité et sa qualité, sans altération.

La qualité de l'huile d'olive vierge est le fruit d'une chaîne de production, commençant par la plantation spécifique des oliviers, traversant les diverses étapes de culture, de production et de distribution, jusqu'à son arrivée entre les mains du consommateur. Cette qualité est fondamentale pour positionner l'huile d'olive sur le marché mondial des lipides végétaux, en lui permettant de rivaliser avec d'autres huiles.

La demande croissante pour de l'huile d'olive vierge de haute qualité est motivée non seulement par ses bienfaits pour la santé, mais aussi par ses propriétés organoleptiques distinctes. Lorsqu'elle est produite selon des méthodes appropriées à partir de fruits frais et de qualité, sans défauts ni altérations, et à un stade de maturité optimal, l'huile d'olive affiche des caractéristiques remarquables en termes d'apparence, de parfum et de saveur. Elle demeure pratiquement la seule parmi les huiles végétales à pouvoir être consommée crue, préservant ainsi pleinement ses valeurs nutritionnelles en vitamines, acides gras et autres composés naturels essentiels (LUACES *et al.* 2003).

La production d'huile d'olive est soumise à l'influence de divers facteurs, qu'ils soient climatiques, génétiques ou agronomiques, et à leurs interactions mutuelles. Des recherches récentes ont mis en évidence l'impact des facteurs climatiques, tels que la température et les précipitations, sur le comportement physiologique de l'olivier et, par extension, sur les propriétés chimiques de l'huile produite. Les études menées par APARICIO *et al.* (1994) ; PANNELLI *et al.* (1994) ; RYAN *et al.* (1998), ont souligné que la composition chimique de l'huile d'olive vierge est influencée à la fois par des facteurs génétiques, tels que le cultivar, et par des conditions environnementales, comprenant les caractéristiques du sol et les conditions climatiques. Ainsi, les olives produites dans une région donnée jouent un rôle prépondérant dans les caractéristiques spécifiques de l'huile d'olive qui en est issue.

Notre étude se concentre sur une analyse expérimentale des propriétés physico-chimiques des huiles d'olive produites dans la région de la wilaya de Tizi-Ouzou, à Boghni, au cours de la campagne oléicole 2023-2024. Ces huiles proviennent de deux systèmes d'extraction différents, à savoir l'huilerie moderne et traditionnelle

I. Généralité sur l'olive et l'huile d'olive

I.1. Olive

I.1.1. Définition

D'un point de vue botanique, l'olive est catégorisée comme une drupe, un fruit charnu à noyau. Ses parties comprennent l'épicarpe (ou peau), le mésocarpe (ou chair) et l'endocarpe (ou noyau), qui abrite une coque ligneuse contenant généralement une seule graine, parfois deux. (SONI *et al.*, 2006).

Au cours de leur développement, les olives subissent des changements de taille, de composition, de couleur, de texture, de saveur et de sensibilité aux agents pathogènes.



Figure 1: Olive

I.1.2. Morphologie (composition euqisyhp d'olive)

D'après ROEHLLY (2000), l'olive est constituée de trois éléments principaux : la pulpe du mésocarpe, qui représente entre 66 et 85 % du poids du fruit, la cuticule de l'épicarpe, qui représente entre 1,5 et 3 % du poids du fruit, et enfin l'endocarpe (le noyau), qui représente environ 13 à 14 % du poids total.

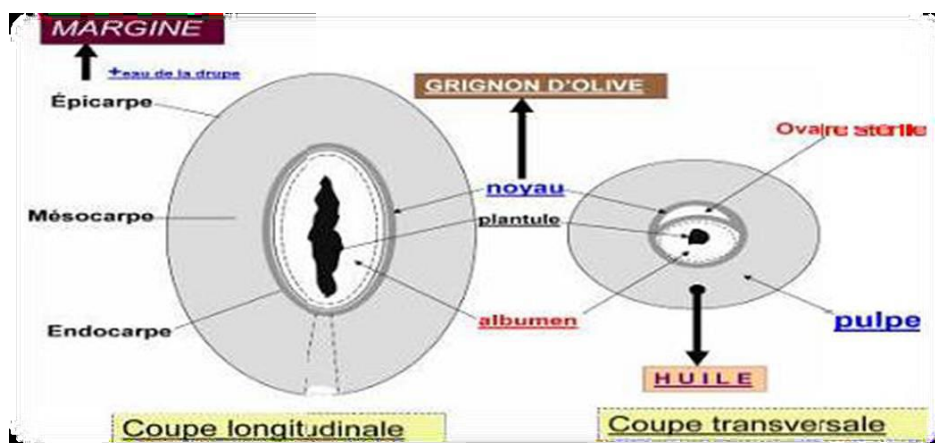


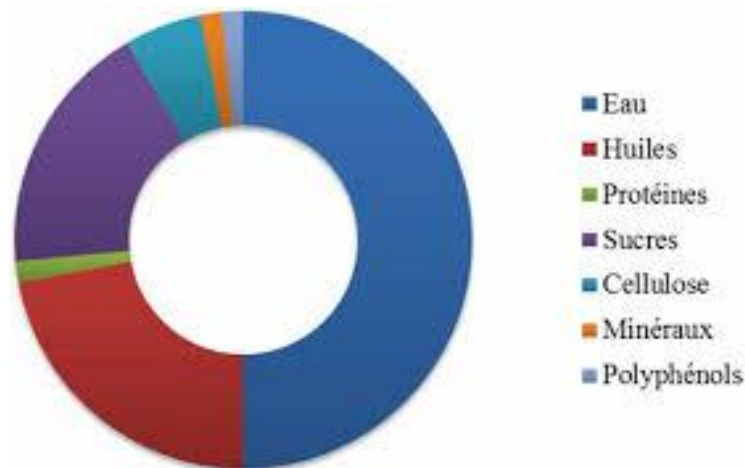
Figure 2 : Structure de l'huile d'olive

Tableau I : La composition physique de différentes parties de l'olive

La partie d'olive	Le pourcentage %
Epicarpe	2,0 – 2,5
Mésocarpe	71,5 – 80,5
Endocarpe	17,3 – 23,0
Amandon	2,0 – 5,5

I.1.3. Composition chimique

Le fruit d'olive est composé principalement 70% d'eau, 5% à 30% d'huile, 1,5 % de protéines, 1,5% de minéraux (cendres), des composés hydrosolubles (sucres, phénols) et constitué en outre d'une fraction colloïdale insoluble (hémicellulose, celluloses) KAILIS (2017).

**Figure 3** : Composition chimique d'olive

I.2. Huile d'olive

I.2.1. Définition

L'huile d'olive est un liquide gras extrait des olives, le fruit de l'olivier (*Olea europaea*). Elle est produite principalement par pression mécanique ou centrifugation des olives, sans recours à des solvants ou à des procédés de ré-estérification, et sans aucun mélange avec d'autres types d'huiles COI. (2013). Cette huile est largement utilisée en cuisine pour sa saveur caractéristique et ses propriétés nutritionnelles bénéfiques.

I.2.2. Procédés d'extraction

I.2.2.1. La récolte des olives

La récolte peut être manuelle, ce qui est optimal pour garantir une huile de meilleure qualité. Elle peut également impliquer l'utilisation de gaules pour faire tomber les fruits, ou encore laisser les fruits mûrs tomber naturellement au sol, (OUAOUICH et CHIMI, 2007).



Figure 4 : Récolte à la main

I.2.2.2. Transport, réception et entreposage des olives

Pour préserver leurs qualités, il est essentiel de transporter les olives rapidement vers les moulins, en les disposant dans des caisses à claire-voie en plastique. À la réception, les olives livrées sont évaluées en fonction du taux d'impuretés et de leur état, afin de garantir une qualité optimale. Il est également important de maintenir les olives dans des conditions de température et d'humidité appropriées pour éviter toute détérioration pendant le stockage (*OUAOUICH et CHIMI, 2007*).

I.2.2.3. Trituration des olives

I.2.2.3.1. Processus d'effeuillage et de lavage des olives

L'effeuillage est opéré au moyen d'équipements équipés d'un flux d'air dirigé, permettant ainsi l'élimination des feuilles, brindilles, et autres débris végétaux, ainsi que des impuretés minérales comme la poussière, les cailloux et les pierres. Les olives sont lavées à l'aide d'une circulation forcée d'eau potable propre, garantissant ainsi l'élimination des résidus superficiels et la propreté du produit (*COI, 2006*).



Figure 5 : Effeuillage et lavage des olives

I.2.2.3.2. Broyage

Le broyage, étape implique l'application de forces mécaniques sur les olives. Ces actions mécaniques visent à briser les parois cellulaires et les membranes, permettant ainsi la libération des gouttelettes d'huile présentes dans les cellules de la pulpe des olives. Ce processus est essentiel pour obtenir un rendement optimal en huile et pour garantir la qualité du produit final. Des études antérieures, menées notamment par *DI GIOVACCHINO (1991)*, *CORTESI (2000)*, ainsi *MEDINA (2006)*, ont largement documenté cette phase de l'extraction d'huile d'olive.

Le broyeur à meule en pierre est un système discontinu souvent exposé à l'air, fonctionnant à une vitesse de rotation très lente. En conséquence, il produit généralement une huile d'olive plus oxydée (BIANCHI, 1999).



Figure 6 : Broyeur à meule en pierre.

Il existe plusieurs types de broyeurs à marteaux pour l'extraction d'huile d'olive, notamment ceux équipés de marteaux métalliques, à dents, à disques ou à rouleaux . Ces broyeurs sont utilisés dans des systèmes continus, offrant une solution plus pratique et économique. Ils permettent une extraction efficace des composés amers et des substances astringentes (AMIRANTES et al., 2002).



Figure 7 : Broyeur à marteaux.

I.2.2.3.3. Malaxage

Le malaxage vise à rendre la pâte d'olives homogène et à libérer le maximum d'huile. Pendant cette phase, les vacuoles qui sont restées intactes lors des étapes précédentes sont brisées, permettant ainsi la libération des gouttelettes d'huile. De plus, le malaxage favorise l'agglomération des petites gouttelettes d'huile en gouttes plus grosses, ce qui facilite leur séparation ultérieure . Les conditions idéales de malaxage sont généralement maintenues entre 30 et 40 minutes, à une température de 28 à 30°C.



Figure 7 : Malaxage des olives.

I.2.2.4. Extraction de l'huile

L'extraction de l'huile d'olive est souvent réalisée par des moyens mécaniques tels que la pression ou la centrifugation . Les olives sont ainsi traitées pour extraire leur liquide doré, qui est ensuite affiné et conditionné pour être prêt à la consommation, Une variété de systèmes d'extraction est utilisée pour extraire l'huile des olives.

Le système discontinu d'extraction par presse : repose sur l'utilisation de presses métalliques à vis ou, le cas échéant, de presses hydrauliques. Après le broyage, la pâte est disposée en piles sur des scourtins, avec environ 5 kg par scourtin. La pression est ensuite appliquée progressivement sur la charge des scourtin , l'opération de pressage s'étend généralement sur au moins 45 minutes. Les scourtins doivent être lavés conformément aux normes internationales en vigueur, avec une fréquence d'au moins une fois par semaine pour prévenir l'augmentation de l'acidité de l'huile.



Figure 9 : Système d'extraction par presse

Le système d'extraction continu avec centrifugation à trois phases : Selon *BEN HASSINE (2009)*, le système d'extraction par centrifugation sépare les olives en trois composants distincts : l'huile, les margines et les grignons. Son introduction a permis de réduire les coûts de traitement et la période de stockage des olives, conduisant ainsi à une production d'huile d'olive avec une acidité moindre.

Cependant, ce système présente certains inconvénients. Les importantes quantités d'eau chaude utilisées (40 à 60% du poids de la pâte) appauvrissent l'huile en composés aromatiques et phénoliques, une partie de ces composés se retrouvant dans les margines. De plus, il engendre la production de grignons avec une teneur élevée en humidité (45 à 55%).

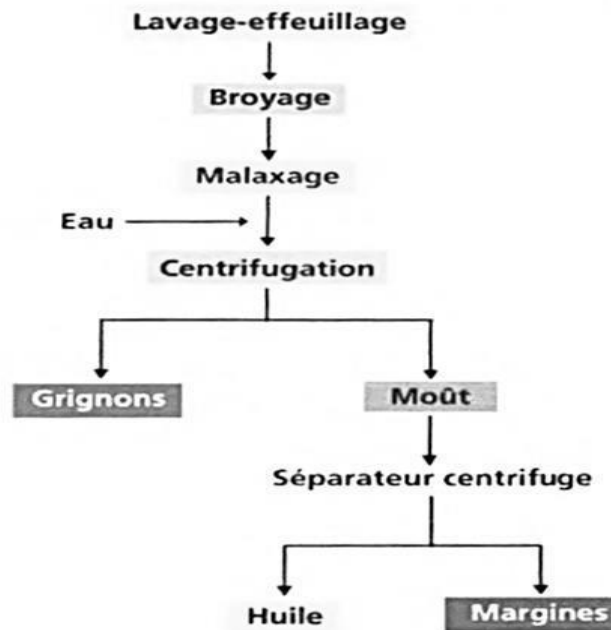


Figure 10 : Extraction avec centrifugation a trois phases

Le système d'extraction continu avec centrifugation à deux phases : Repose sur l'utilisation d'un nouveau décanteur qui sépare l'huile et le grignon sans nécessiter l'ajout d'eau. Ce procédé technologique permet de séparer la phase huileuse de la phase solide contenant le grignon et les margines.

Les avantages de ce système sont multiples : Il offre un rendement en huile légèrement supérieur à d'autres méthodes, le décanteur à deux phases permet d'obtenir une huile riche en polyphénols , ce système est plus respectueux de l'environnement car il n'augmente pas le volume des effluents liquides (margines).

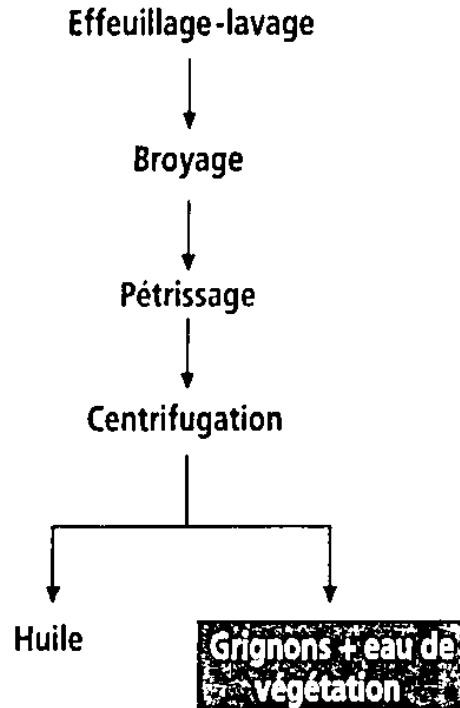


Figure 11 : Extraction avec centrifugation a deux phases

I.2.2.5. Conditionnement et stockage

Selon le *COI (2011)*, les normes imposent des règles strictes pour le conditionnement, incluant des contrôles chimiques, l'utilisation de matériaux sûrs pour le contact alimentaire et des méthodes de nettoyage appropriées. Les contenants doivent respecter les standards d'hygiène recommandés par la Commission du Codex Alimentarius et être en bon état, étanches et inertes vis-à-vis de l'huile.

Pour le stockage, l'huile d'olive doit être séparée selon son acidité et conservée dans un environnement dépourvu d'odeurs étrangères et protégé de la lumière solaire. Le conditionnement doit être effectué dans des récipients appropriés tels que des citernes, des fûts métalliques avec un revêtement adéquat, des bidons ou des bouteilles en verre ou matériau macromoléculaire conforme.



Figure 12 : Stockage des olives dans des sacs

I.3. Catégories d'huile d'olive

L'huile d'olive vierge, extraite par simple pression des fruits mûrs ou par centrifugation à froid, se décline en plusieurs appellations telles que vierge extra, vierge, vierge fine, vierge courante et vierge lampante (*PERRIN, 1992; LERMA-GARCIA et al, 2008*).

La classification dans l'une de ces catégories est déterminée par des critères tels que l'acidité, l'indice de peroxyde, l'absorbance dans l'UV, ainsi que les caractéristiques organoleptiques de l'huile (*CHRISTOPOULOU et al, 1995; FEDELI, 1999*). Ces paramètres constituent les indicateurs de qualité pour l'huile d'olive vierge, définissant les différentes catégories et respectant les limites établies par le *COI (2013)*.

I.3.1. Huile d'olive vierge

Elle est extraite exclusivement des fruits de l'olivier par des procédés mécaniques ou d'autres méthodes physiques, sans recourir à des traitements chimiques, dans des conditions qui préservent l'intégrité de l'huile, notamment en évitant toute altération thermique. Les seuls traitements autorisés sont le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration, selon les directives du *COI (2013)*.

I.3.1.1. Huile d'olive vierge propre à la consommation

L'huile d'olive vierge extra est caractérisée par une acidité libre, exprimée en acide oléique, ne dépassant pas 0,8 g pour 100 g d'huile, quant à l'huile d'olive vierge, elle présente une acidité libre, exprimée en acide oléique, ne dépassant pas 2 g pour 100 g d'huile . Enfin, l'huile d'olive vierge courante est définie par une acidité libre, exprimée en acide oléique, atteignant au maximum 3,3 g pour 100 g d'huile, tel que spécifié par le *COI (2013)*.

I.3.1.2. Huile d'olive non propre à la consommation

Les huiles d'olive vierges impropres à la consommation sont qualifiées d'huiles d'olive lampantes, caractérisées par une acidité libre exprimée en acide oléique dépassant les 3,3 g pour 100 g. Destinées principalement aux industries de raffinage ou à des usages techniques, ces huiles ne répondent pas aux critères de qualité exigés pour la consommation directe en raison de leur goût et de leur odeur impropres, *COI (2013)*.

I.3.2. Huile d'olive raffinée

Elle est obtenue à partir d'huiles d'olive vierges par des processus de raffinage qui préservent la structure glycéridique initiale. Elle est largement utilisée dans l'industrie alimentaire en raison de sa neutralité sensorielle, de sa stabilité et de sa résistance à des températures élevées lors de la cuisson, tout en conservant une acidité libre ne dépassant pas 0,3 g pour 100 g *COI (2013)*

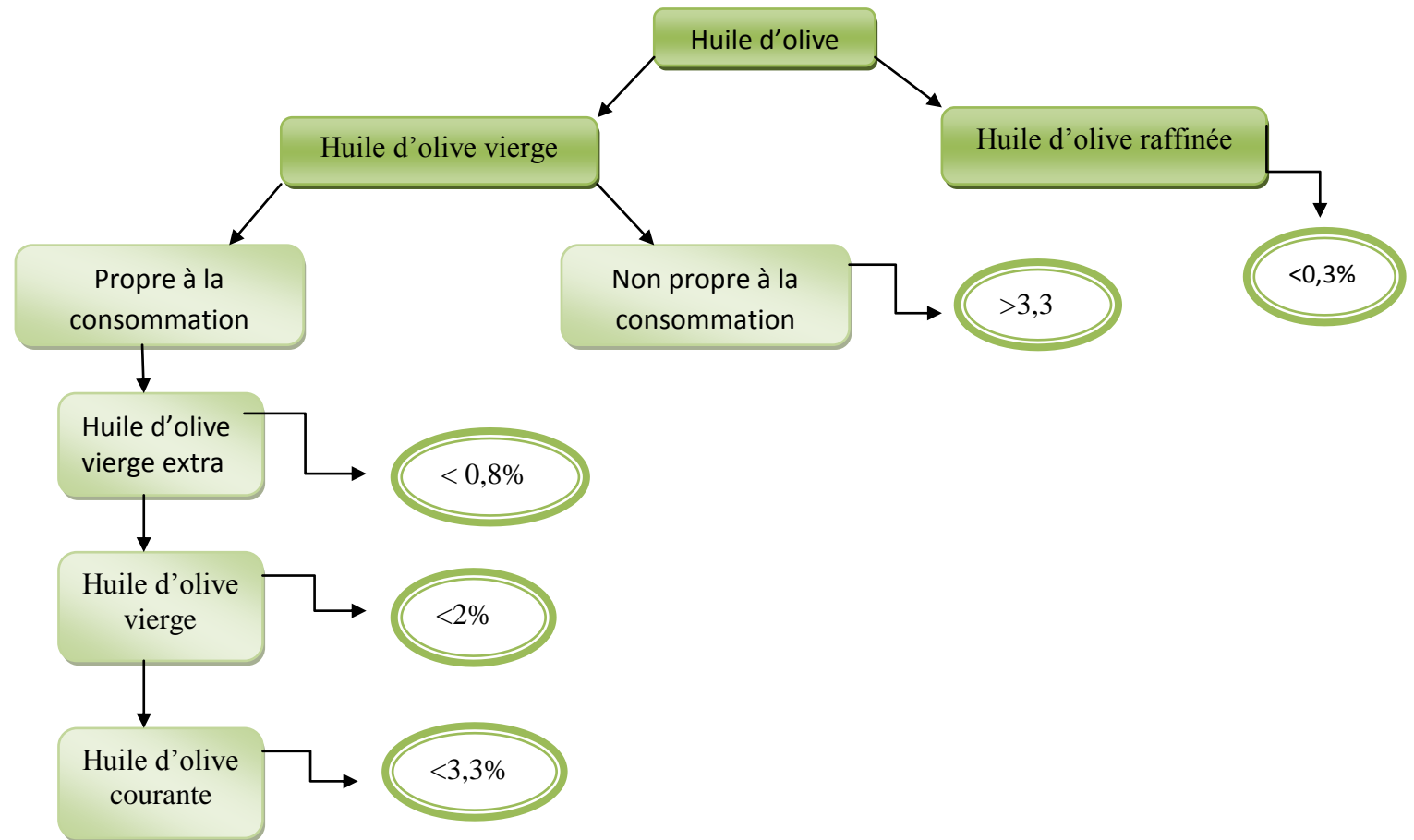


Figure 13 : Classification de L'huile d'olive selon le critère d'acidité et la dénomination et définition établis par le COI

I.4. Production de l'huile d'olive en Algérie

D'après le *COI (2016)*, en Algérie, la culture de l'olivier s'étend sur une superficie de 348 196 hectares de terres agricoles. Cependant, plus de 65% de la récolte d'olives est consacrée à la production d'huile d'olive. L'Algérie figure parmi les principaux producteurs mondiaux d'huile d'olive, occupant la 8e place après des pays tels que l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la Tunisie, avec une production d'huile d'olive atteignant 66 000 tonnes.

Pour la saison 2019/2020, la production nationale d'olives a connu une hausse significative, atteignant environ 10 380 000 quintaux, contre 8 687 000 quintaux l'année précédente, soit une augmentation de 65% dans la production d'huile d'olive

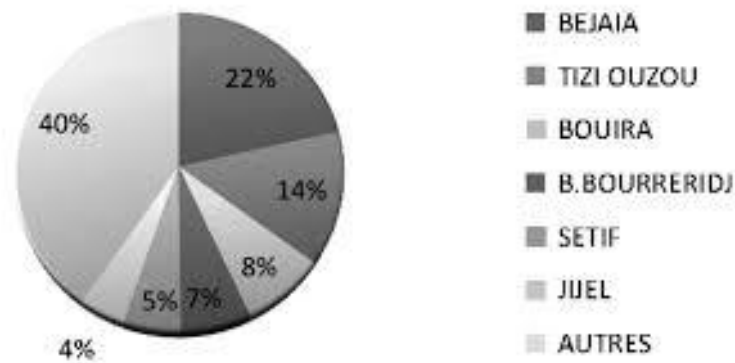


Figure 14 : Répartition des zones géographiques de l'oléiculture algérienne

I.5. Production de l'huile d'olive dans la wilaya de Tizi-Ouzou

La production d'huile d'olive dans la wilaya de Tizi-Ouzou occupe la deuxième place en Algérie, après la wilaya de Bejaia (DSA, 2016). L'olivier est depuis longtemps une ressource essentielle pour les habitants de Tizi-Ouzou, avec des compétences locales, des traditions profondément ancrées et des liens historiques forts dans la société kabyle. Considérée comme un symbole de résistance et de force (LAMANI, 2014), l'olive de Tizi-Ouzou se distingue par son goût unique, sa méthode de production et sa trituration traditionnelle locale, ce qui confère à son huile une qualité spécifique à cette région.

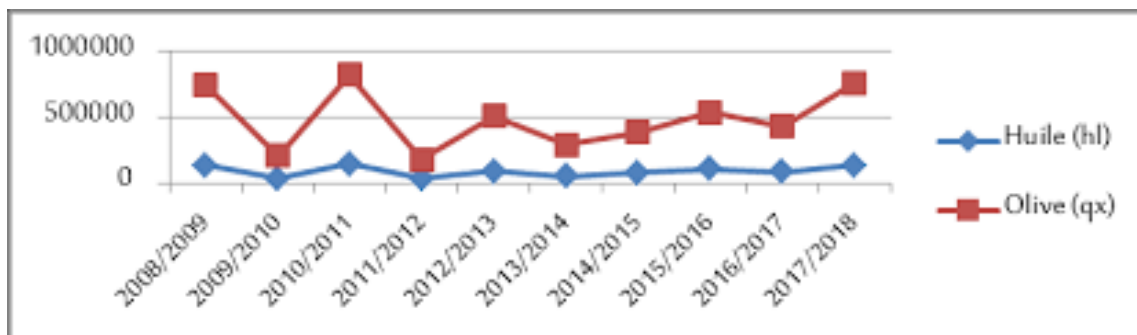


Figure 15 :L'évolution de la production de l'huile d'olive et des olives au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou (2008/2018).

I.5. Production mondiale d'huile d'olive

Est principalement concentrée dans les pays du pourtour méditerranéen et du sud de l'Europe, où environ 75% de la production mondiale est générée. Selon le *COI (2015)*, l'Espagne, l'Italie, la Grèce et le Portugal se distinguent en produisant ensemble plus de 2 500 000 tonnes d'huile d'olive par an. Parmi ces pays producteurs européens majeurs, l'Espagne se démarque avec une production particulièrement élevée, atteignant 1 283 600 tonnes pour la campagne oléicole 2016/2017.

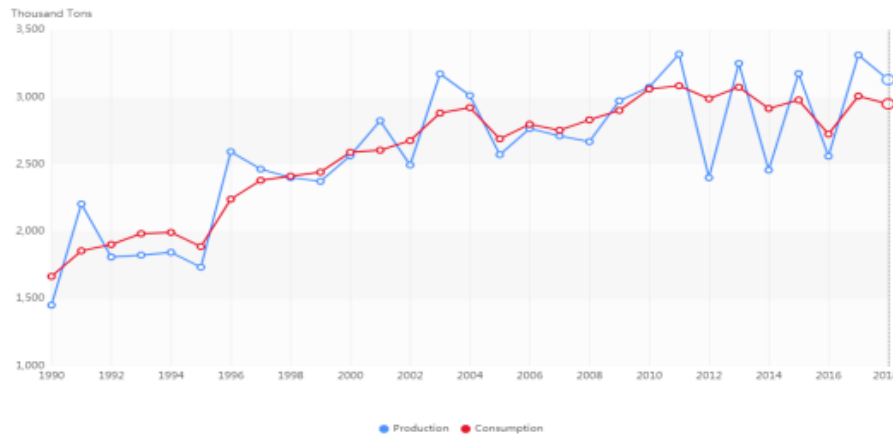


Figure 16 : Production et consommation mondiale d'huile d'olive de l'année 1990/91 à l'année 2018/2019

I.6. Composition chimique de l'huile d'olive

Elle est fortement influencée par divers facteurs tels que la variété du fruit, les conditions agronomiques, le niveau de maturité, les méthodes d'extraction et les conditions de stockage (CICHELLI et PERTESANA, 2004). Les constituants de l'huile d'olive sont généralement divisés en deux catégories principales : la fraction saponifiable et la fraction insaponifiable.

I.6.1. Fraction saponifiable

I.6.1.1. Triglycérides

Les triglycérides (TG) représentent la composante principale des huiles d'olive vierges, résultant de l'estérification des trois groupes alcools du glycérol par des acides gras (AG). Les TG sont généralement désignés par des abréviations de trois lettres correspondant aux acides gras estérifiant la molécule de glycérol.

Les principaux triglycérides présents dans l'huile d'olive incluent la trioléine « OOO » (comptant pour 40 à 60% en volume), la dioléopalmitine « POO » (représentant 10 à 20%), la dioléolinoléine « OOL » (composant 10 à 20%), la palmitooléolinoléine « POL » (constituant 5 à 7%) et la dioléostéarine « SOO » (présentant de 3 à 7%) (RYAN et al., 1998 ; BOSKOU et al., 2006).

Tableau II : Composition en triglycérides de l'huile d'olive (%) (RYAN et al., 1998).

Nature	%
OOO	40-60
POO	10-20
OOL	10-20
POL	5-7
SOO	5-7

O= acide oléique

P= acide palmitique

S= acide stéarique

L= acide linoléique

I.6.1.2. Acides gras

Les acides gras présents dans l'huile d'olive présentent un profil caractéristique, avec une prédominance de l'acide oléique (C18:1), suivi de l'acide linoléique (C18:2), de l'acide palmitique (C16:0) et de l'acide stéarique (C18:0) (RYAN *et al.*, 1998 ; AIT YACINE, 2002). Les principaux acides gras de l'huile d'olive sont répertoriés dans le tableau IV :

Tableau III : Composition de l'huile d'olive en acides gras (Codex alimentarius, 2017).

Acides Gras	Longueur de la chaîne et nombre d'insaturation	Codex alimentaires (2017) (%)
Acide myristique	C14 :0	≤ 0,05
Acide palmitique	C16 :0	7,5 – 20,0
Acide palmitoléique	C16 :1n-7	0,3 – 3,5
Acide heptadécanoïque	C17 :0	< 0,3
Acide heptadécénoïque	C17 :1	< 0,3
Acide stéarique	C18 :0	0,5 – 5,0
Acide oléique	C18 :1n-9	55,00 – 83,0
Acide linoléique	C18 :2n-6	2,5 – 21,0
Acide linoléinique	C18 :3n-3	< 1,0
Acide arachidique	C20 :0	< 0,6
Acide eicosénoïque	C20 :1	< 0,4
Acide béhénique	C22 :0	< 0,2
Acide lignocérique	C24 :0	< 0,2

I.6.2. Fraction insaponifiable

La fraction insaponifiable désigne les composants d'un corps gras qui, après saponification, sont peu solubles dans l'eau mais solubles dans les solvants gras. Cette fraction comprend des constituants qualifiés de "mineurs" en raison de leur faible proportion dans la composition chimique de l'huile d'olive, mais qui lui confèrent une valeur biologique significative (HENRY, 2003). Elle se compose notamment de stérols, de composés aromatiques, de tocophérols, de pigments et d'hydrocarbures.

I.6.2.1. Stérols

Les stérols constituent les principaux composants de la fraction insaponifiable de l'huile d'olive, se présentant sous forme libre ou estérifiée avec des acides gras (PHILIPS *et al.*, 2002). Les stérols

prédominants dans l'huile d'olive comprennent le β -sitostérol, qui représente la majeure partie (plus de 93%), ainsi que le Δ -5-Avenastérol, le campestérol et le stigmastérol.

D'autres stérols sont également présents, mais en quantités très faibles, tels que le cholestérol, le Δ -7-stigmastérol, le Δ -7-Avenastérol et le campestanol. Les concentrations en stérols varient selon la variété et le degré de maturité des olives (UZZAN, 1992; AJANA *et al*, 1998; PARDO *et al*, 2007).

Tableau IV : Les teneurs en différents stérols de l'huile d'olive (OUAOUICH et CHIMI, 2007)

Desméthylstérols	Teneurs
Cholestérol	< 0.5%
Brassicastérol	< 0.1%
Stigmastérol	< 4.0%
Delta-7-stigmastérol	< copesttérol pour l'huile commerciale
Bétasistérol, Δ -5-avénostérol, Avénostérol, cléistérol, Δ -5-23-stigmastiénoil, Δ -5-24-stigmastiénoil.	< 0.5%
Stérols totaux	> 1000 mg/ kg
Erythrol et uvaol (% des stérols totaux)	< 4.5%

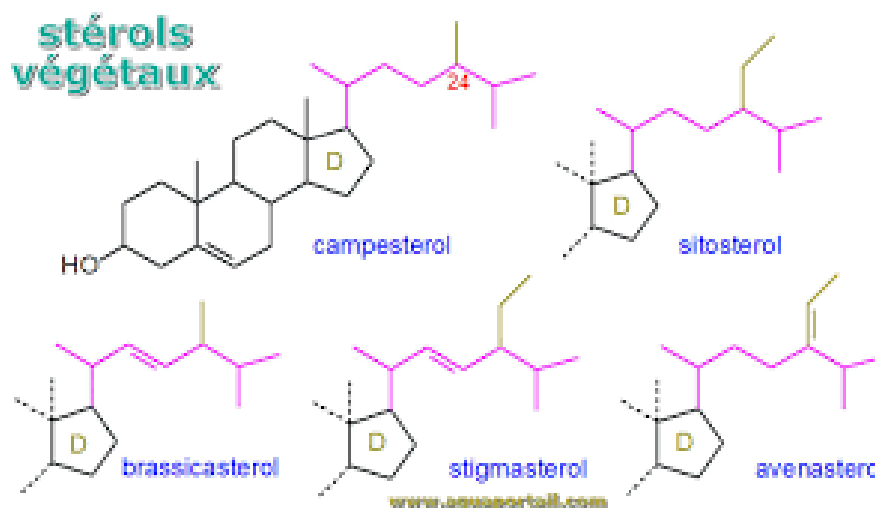


Figure 17 : Composition chimique de stérol dans l'huile d'olive.

I.6.2.2. Tocophérols

Les tocophérols, dont l' α -tocophérol est le plus actif en tant que vitamine E, constituent la majorité des composants de l'huile d'olive, représentant 90% de l'ensemble. En plus de l' α -tocophérol, on trouve également des traces de bêta et de gamma tocophérols, tandis que le delta tocophérol est présent en quantité négligeable (VEILLET, 2010).

Tableau V : Principaux composés d'un tocophérol

R1	R2	R3	Dénomination
CH3	CH3	CH3	α -tocophérol (5,7,8-triméthyltolcol)
CH3	H	CH3	β -tocophérol (5,8-diméthyltolcol)
H	CH3	CH3	γ -tocophérol (7,8-triméthyltolcol)
H	H	CH3	δ -tocophérol (8-méthyltolcol)

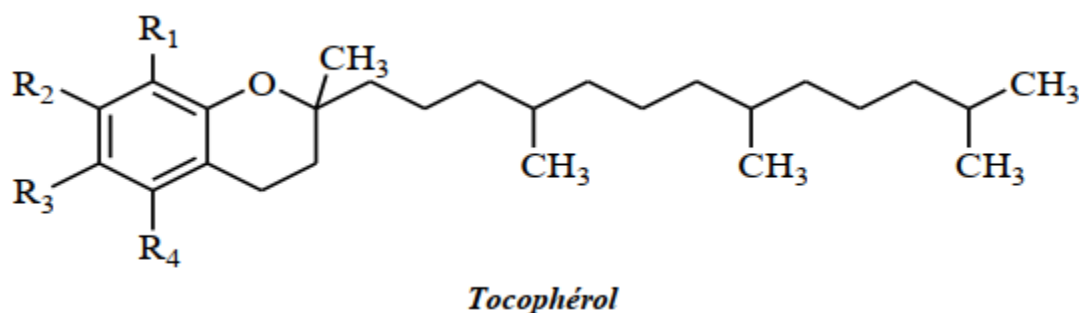


Figure 18 : Structure générale d'un tocophérol

I.6.2.3. Composés phénoliques

Ils sont présents principalement dans la pulpe de l'olive et dans des proportions moindres dans l'huile, sont principalement hydrosolubles. Leur concentration dans l'huile d'olive vierge extra varie généralement entre 153 mg/kg et 694 mg/kg, selon le Conseil oléicole international (COI, 2009), et dépend de divers facteurs tels que la variété d'olive, la région de production, le degré de maturité du fruit, le stockage des olives et la méthode d'extraction de l'huile (GRANIER, 2005).

Dans les olives et les huiles, on trouve un assortiment varié de composés phénoliques comprenant l'oleuropéine, le ligstroside, les flavonoïdes ainsi que des phénols simples comme l'hydroxytyrosol, le tyrosol, l'acide caféïque, l'acide férulique, l'acide p-coumarique et l'acide vanillique (VEILLET, 2010).

Ces composés confèrent aux huiles d'olive leur caractère piquant, leur astringence et leur amertume. Cependant, leur intérêt réside surtout dans leur potentiel en termes de prévention pour la santé humaine, ce qui en fait l'objet de nombreuses études (VEILLET, 2010).

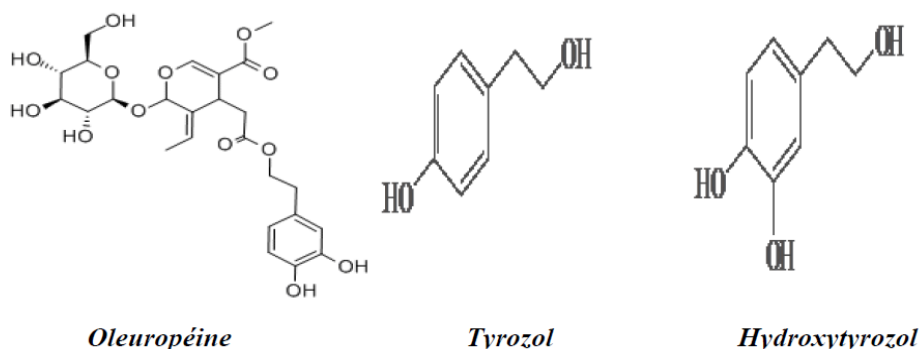


Figure 19 : Principaux composés phénoliques de l'huile d'olive.

I.6.2.4. Composés aromatiques

Ils sont présents dans l'huile d'olive ils totalisent environ une centaine de molécules, dont les proportions varient en fonction de la variété d'olive, du climat et de la qualité de l'huile. Ces composés comprennent des produits de dégradation des acides gras, des hydrocarbures, des alcools, des aldéhydes, des esters, des cétones, et d'autres encore.

Aucune de ces molécules ne peut conférer seul un arôme distinctif à une huile, cependant, des relations positives ou négatives ont été observées entre la concentration de certaines molécules et le développement de certains caractéristiques aromatiques de l'huile (VEILLET, 2010).

I.6.2.5. Hydrocarbures

Ils constituent les principaux composants quantitatifs de la fraction insaponifiable de l'huile d'olive. Le squalène est le composant majeur, représentant entre 30 et 50% de cette fraction. Il s'agit d'un hydrocarbure polyénique dont la concentration est plus élevée que dans toute autre huile végétale ou animale. Le squalène joue un rôle de précurseur métabolique pour le cholestérol et d'autres stérols (SAMANIEGO-SANCHEZ ET al. 2010). En plus du squalène, on trouve également des hydrocarbures aromatiques, parmi lesquels se trouvent plus de 77 composés, contribuant à l'arôme et à la saveur de l'huile d'olive (JACOTOT, 1993). Ces composés ne doivent pas être négligés, car ils ont un impact positif sur la digestion.

I.6.2.6. Pigments colorants

La teinte de l'huile d'olive provient des nuances vertes et jaunes qui résultent de la présence de chlorophylles et de caroténoïdes, respectivement.

La couleur de l'huile d'olive provient principalement de la présence de chlorophylles, de phéophytines et de caroténoïdes. Ces pigments jouent également un rôle dans les processus d'auto-oxydation. La composition de l'huile d'olive inclut divers éléments qui varient selon la variété d'olive, la température et la durée du traitement thermique, ainsi que selon les conditions de culture, le sol, le climat et le degré de maturité des fruits (APARICIO et al., 2012).



Figure 20 : Différents couleurs d'huile d'olive

II. Qualité de l'huile d'olive

La qualité se réfère à la combinaison des attributs ou des caractéristiques d'un produit qui déterminent dans quelle mesure ce produit est acceptable pour l'utilisateur (GOULD, 1992). Le Conseil Oléicole International (COI, 1992) ainsi que le règlement de la Commission Européenne (CE2568/91, 1991) ont établi des critères de qualité pour l'huile d'olive, se basant sur des paramètres tels que le pourcentage d'acides gras libres, la teneur en indice de peroxyde, les coefficients d'extinction spécifique K232 et K270, ainsi que les caractéristiques sensorielles.

II.1. Critères de qualité

La qualité d'un produit résulte de diverses caractéristiques ou attributs individuels qui sont cruciaux pour évaluer son acceptabilité par le consommateur. Ces caractéristiques comprennent la qualité intrinsèque, qui concerne la composition et la valeur nutritionnelle, la qualité hygiénique, qui se base sur des critères de sécurité sanitaire, et la qualité organoleptique, englobant des aspects tels que la couleur, la saveur et la texture (VASSEUR, 1991). Selon le règlement N°2568/91 de la Communauté européenne, modifié en 2002, et la norme commerciale du COI (2019), les critères déterminants de la qualité de l'huile d'olive incluent l'acidité, les valeurs d'extinction spécifique à 232 nm et 270 nm, l'indice de peroxyde et l'évaluation sensorielle (KALUA *et al*, 2006)

II.1.1. Acidité

L'acidité est un facteur crucial pour déterminer si l'huile d'olive est destinée à la consommation alimentaire, et elle représente un aspect essentiel de sa qualité (SALVADOR *et al.*, 2002 ; KALUA *et al.*, 2006). La formation d'acides gras libres est le résultat de la détérioration de l'huile sous l'influence d'une enzyme hydrolytique, la "lipase", ou de divers microorganismes qui se développent dans le fruit dans des conditions favorables de température et d'humidité (PSYLLAKIS *et al.*, 1980). Pour être considérée comme comestible, l'huile d'olive ne doit pas dépasser un taux d'acidité de 3,3 % ; au-delà, elle est catégorisée comme industrielle.

L'acidité n'est pas détectée par un goût acide, mais plutôt par une sensation de dégradation, souvent décrite comme un goût de moisi. Seules des analyses en laboratoire permettent de mesurer précisément ce taux d'acidité (MAHDI, 2016).

II.1.2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est un indicateur de l'état d'oxydation de l'huile d'olive. Lorsque l'huile entre en contact avec l'oxygène de l'air, elle s'oxyde et se dégrade, ce qui altère son goût et son odeur. Selon le Codex Alimentarius et les normes du COI (2019), l'indice de peroxyde doit être inférieur à 20 meqO₂/kg d'huile pour les huiles d'olive vierges.

II.1.3. Caractérisation organoleptique

L'évaluation des caractéristiques organoleptiques qui a montré une grande diversité de profil des huiles a permis de compléter les caractéristiques physico chimiques pour cibler les huiles à promouvoir (HADJ SADOK *et al*, 2018).

Tableau VI : Caractéristiques physico-chimiques d'huile d'olive

Analyses physico-chimiques	Valeur
Acidité libre exprimée en acide oléique	≤ 3.3
Indice de peroxyde en meqO ₂ /Kg d'huile	≤ 20
Absorbance dans l'ultraviolet (K à 270nm)	≤ 0.3
ΔK	≤ 0.01

Tableau VII : Caractéristiques organoleptiques d'huile d'olive

Caractéristiques organoleptiques	
Odeur	Irréprochable
Goût	Fruité, amer, piquant
Couleur	Claire jaune à verte
Aspect à 20°C (pendant 24 heures)	Limpide

II.2. Facteurs influencent la qualité de l'huile d'olive

II.2.1. Facteurs pédoclimatiques

Tels que les conditions climatiques, délimitent les régions propices à la culture de l'olivier. Dans les zones plus froides, le risque de gel des olives peut entraîner la production d'une huile de qualité inférieure. Dans certains pays, les températures moyennes élevées peuvent conduire à une huile d'olive plus visqueuse (*ÇAVUSOGLU et OKTAR, 1994*). Les températures élevées au printemps et en été peuvent entraîner une chute prématurée des fruits et ralentir leur croissance en raison de l'évapotranspiration excessive, ce qui a un impact négatif sur la qualité et la quantité d'huile extraite (*OUAOUICH et CHIMI, 2007*).

II.2.2. Maturation des olives

La période de maturation varie d'une variété à une autre, ce qui conduit à distinguer les variétés caractérisées par une maturation précoce, moyenne et tardive. En effet, c'est le patrimoine génétique des oliviers, également appelé cultivars, qui détermine leur cycle de maturation. La composition des huiles varie étroitement en fonction de ce patrimoine génétique (*RYAN et al., 1998 ; BUSCONI et al., 2003*). La quantité et la qualité de l'huile à un moment donné de la maturation des drupes résultent d'interactions multiples qui peuvent masquer l'influence spécifique du cultivar.

II.2.3. Technologie d'extraction

Selon *DENMATI (2008)*, les méthodes d'extraction courantes peuvent impacter la qualité de l'huile d'olive en influençant ses caractéristiques sensorielles ainsi que sa stabilité lors du stockage. Deux principaux systèmes d'extraction sont utilisés : le système semi-continu et les systèmes modernes continus. Les huiles produites par les systèmes continus sont riches en polyphénols, des antioxydants naturels qui leur confèrent une résistance accrue à l'oxydation, les rendant ainsi adaptées au stockage à long terme. De plus, les huiles extraites par ces méthodes modernes présentent généralement une meilleure qualité sensorielle que celles obtenues par des méthodes traditionnelles, avec une acidité

inférieure à 1 %, alors qu'elle dépasse légèrement 1 % dans les méthodes discontinues.

Outre le choix du système d'extraction pour produire une huile d'olive de qualité, chaque étape de sa fabrication, depuis l'effeuillage et le lavage jusqu'à la séparation de l'huile des moûts, doit être réalisée dans des conditions optimales afin de prévenir toute altération.

II.2.3.1. Méthode traditionnelle

Les méthodes classiques de récolte des olives reposent principalement sur un travail manuel intensif, ce qui demande une importante main-d'œuvre. Par exemple, lors de la cueillette des olives, les travailleurs ramassent les fruits à la main et les placent dans des paniers. Pour accéder aux branches les plus élevées, les cueilleurs utilisent des échafaudages ou des échelles doubles.

II.2.3.2. Méthode moderne

En réponse aux défis liés à la disponibilité de la main-d'œuvre et aux coûts associés à la récolte manuelle, des recherches ont été menées au cours des dernières années pour mécaniser cette opération.

- Vibreur : Ces dispositifs transmettent des vibrations à l'arbre, ou à une partie de celui-ci, afin de détacher les fruits des branches.

- Les gaules mécaniques : Plusieurs types existent, mais le plus répandu est d'origine portugaise. Il s'agit d'une sorte de perche mesurant de 2,5 à 3 mètres de long, munie d'une baguette incurvée rotative actionnée par un moteur léger, parfois porté par l'opérateur lui-même.

- Les machines de récolte : Ce type de machines, équipées d'une vibration latérale, a été modifié pour s'adapter à la récolte des olives en augmentant le nombre de barres vibrantes. De plus, l'espace de vibration a été ajusté, généralement de 0,8 mètre de large sur 2 à 2,5 mètres de haut. Sur certains modèles, la hauteur a été étendue jusqu'à un maximum de 3,5 mètres.

II.2.4. Stockage des olives

Doit être planifié pour préserver la qualité du fruit ou, au minimum, retarder son processus de détérioration. Par exemple, des études ont montré qu'une huile provenant de fruits stockés à 5°C pendant 45 jours conserve les mêmes caractéristiques sensorielles et chimiques que celle extraite immédiatement après la récolte (*GARCIA et al., 1996*). En revanche, la qualité de l'huile extraite de fruits stockés pendant 7 jours à température ambiante s'avère inférieure. Les pratiques de conservation des olives varient d'une huilerie à l'autre dans l'industrie. Si elles sont stockées dans des locaux frais et bien ventilés ou dans des caisses en plastique perforées, la détérioration est ralentie. Cependant, un stockage prolongé entraîne une augmentation de l'acidité libre, ce qui affecte la qualité physico-chimique et sensorielle des huiles produites.

Si les olives sont conservées dans des silos non couverts à des hauteurs importantes ou dans des sacs en jute, elles peuvent s'entasser et être endommagées, favorisant ainsi les fermentations. Ces processus conduisent à une augmentation de l'acidité et des alcools totaux, ainsi qu'à une diminution des composés phénoliques, ayant un impact négatif sur la qualité sensorielle de l'huile produite. Par conséquent, il est préférable d'éviter le stockage des olives, en particulier des olives mûres, et d'extraire l'huile le plus tôt possible pour obtenir des huiles de qualité supérieure. En cas de nécessité de stockage, il est recommandé de le faire en couche mince (inférieure à 70 cm) ou dans des caisses à parois perforées pour assurer une bonne aération et éviter la fermentation.



Figure 21 : Conditionnement de l'huile d'olive

II.2.5. Incidence des conditions de stockage

Du point de vue de la qualité, la conservation l'huile d'olive à l'abri de l'air, de la lumière, à des températures ambiantes et d'éviter tout contact avec des objets métalliques (ARGENSON *et al.*, 1999). Le stockage en vrac de l'huile d'olive se fait généralement sous forme de piles, dans des cuves enterrées ou des réservoirs métalliques. Les cuves souterraines sont habituellement construites en maçonnerie ou en ciment, avec des revêtements intérieurs en carreaux vitrifiés ou en faïence. En revanche, les réservoirs métalliques, souvent en acier inoxydable, sont aménagés en surface à l'intérieur des locaux (DEMNATI, 2008).

Toutes les précautions doivent être prises pour éviter les altérations suivantes :

- Altérations dues au contact avec des matériaux inappropriés ;
- Altérations liées à un contact prolongé avec des impuretés aqueuses ;
- Altérations oxydatives, résultant de l'exposition à la lumière, à des températures ambiantes élevées ou à une teneur excessive en métaux, notamment le cuivre et le fer.

II.2.6. Dégâts et maladies dans les oliveraies

Parmi les ravageurs nuisibles des oliviers, la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* est particulièrement redoutable. Cette espèce d'insecte entraîne des dommages en causant des pertes sur une partie des drupes de l'olive. De plus, elle favorise une maturation prématurée des fruits, accélérant ainsi leur chute et réduisant par conséquent le rendement en huile.



Figure 22 : Ravageurs et maladies de l'olivier

III. Altération de l'huile d'olive

III.1. Facteurs d'altération dans l'huile d'olive

Les altérations de l'huile d'olive résultent d'une série de facteurs agissant progressivement, isolément ou simultanément, sur une ou plusieurs propriétés initiales considérées comme essentielles pour évaluer sa qualité.

Altérations dues à des prédateurs divers : La détérioration des olives commence dès le champ, où les plantes sont exposées à l'attaque d'insectes, de nématodes, de champignons phytoparasites, de virus, de rongeurs et d'oiseaux, qui causent des dommages importants aux récoltes. Cette altération peut se poursuivre voire s'aggraver lors du stockage si les conditions environnementales favorisent le développement des micro-organismes et si des mesures préventives ne sont pas mises en place.

-Altérations d'origine interne (actions enzymatiques) : La température et l'humidité de l'environnement de stockage influencent l'activité de certaines voies enzymatiques. En effet, la plupart des défauts de l'huile sont dus aux conditions climatiques des lieux de stockage, qui modulent la concentration des produits issus de la voie de la lipoxygénase (*ANGEROSA et al., 1996*)

-Altérations d'origine externe : Ces altérations sont causées par des facteurs déclenchant des réactions chimiques ou biochimiques. Les réactions biochimiques résultent de l'action des micro-organismes et de leurs enzymes, tandis que les réactions physico-chimiques sont provoquées par l'action catalytique d'agents physiques tels que la lumière, ou chimiques tels que les ions métalliques.

III.2. Oxydation des lipides

L'altération des lipides par oxydation représente un processus significatif qui altère la qualité des huiles, suscitant ainsi des inquiétudes majeures chez les producteurs et les consommateurs. Cette altération nuit aux propriétés chimiques, nutritionnelles et sensorielles des huiles (*DABBOU et al., 2011*). Initialement, l'oxydation des lipides progresse lentement avant d'accélérer brusquement. La première phase, caractérisée par une période d'attente, est dénommée "période d'induction" ou "temps d'induction" (*JOAQUIN et al., 2002*).

III.3. Types d'oxydations

Différents types d'oxydation peuvent se produire dans les lipides, en fonction de l'environnement et des initiateurs impliqués. L'auto-oxydation est déclenchée par des facteurs tels que la température, les ions métalliques ou les radicaux libres issus de lipides déjà oxydés. La photo-oxydation est initiée par la lumière UV en présence de photosensibilisateurs. Enfin, l'oxydation enzymatique est catalysée par des enzymes telles que la lipoxygénase et la cyclooxygénase.

III.3.1. Auto-oxydation

Lorsque la matière grasse est exposée à l'oxygène, l'auto-oxydation engendre un processus complexe de réactions. Ces réactions entraînent la fragmentation des chaînes carbonées, produisant principalement des composés volatils, souvent caractérisés par des structures carbonyle. Ce processus se déroule généralement en trois phases distinctes : l'initiation, la propagation et la terminaison. En conséquence, les qualités organoleptiques de la matière grasse sont altérées, ce qui est communément désigné sous le terme de rancissement.

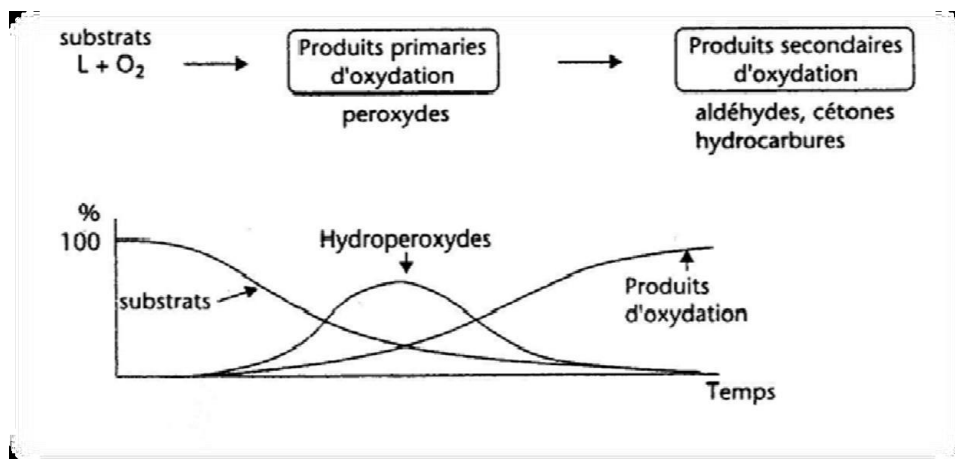


Figure 23 : Schéma simplifié de l'auto-oxydation (JUDDE, 2002).

Durant la phase de propagation, le radical alkyle, très réactif, réagit avec une molécule d'oxygène pour former un radical hydroperoxyde instable, centré sur l'oxygène (2). Ce radical hydroperoxyde à son tour arrache un hydrogène labile d'une autre molécule d'acide gras, produisant ainsi un hydroperoxyde non radicalaire plus stable (3), tout en générant un nouveau radical sur cette deuxième molécule d'acide gras.

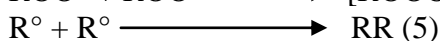
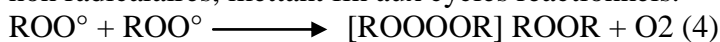
La phase de propagation peut être subdivisée en deux étapes séquentielles (Judd, 2002) :

1. La première étape consiste à la formation de peroxydes, qui sont les principaux composés d'oxydation, à partir des radicaux libres instables. La quantité de peroxydes formés peut être mesurée analytiquement par la détermination de l'indice de peroxyde.

2. La deuxième étape implique la transformation des hydroperoxydes en composés d'oxydation secondaires selon deux voies principales :

- La scission, qui entraîne la libération de composés volatils, tels que des chaînes carbonées courtes et moyennes, notamment des aldéhydes, responsables des flaveurs rances, caractérisées par une faible détection sensorielle.

- Le remaniement, qui résulte de divers types de pontages intra- ou inter-acides gras, ou de la formation de fonctions oxydées. À ce stade, connu sous le nom de rancissement, le goût rance devient perceptible. Pendant la phase de terminaison, les espèces radicalaires réagissent entre elles pour former des espèces non radicalaires, mettant fin aux cycles réactionnels.



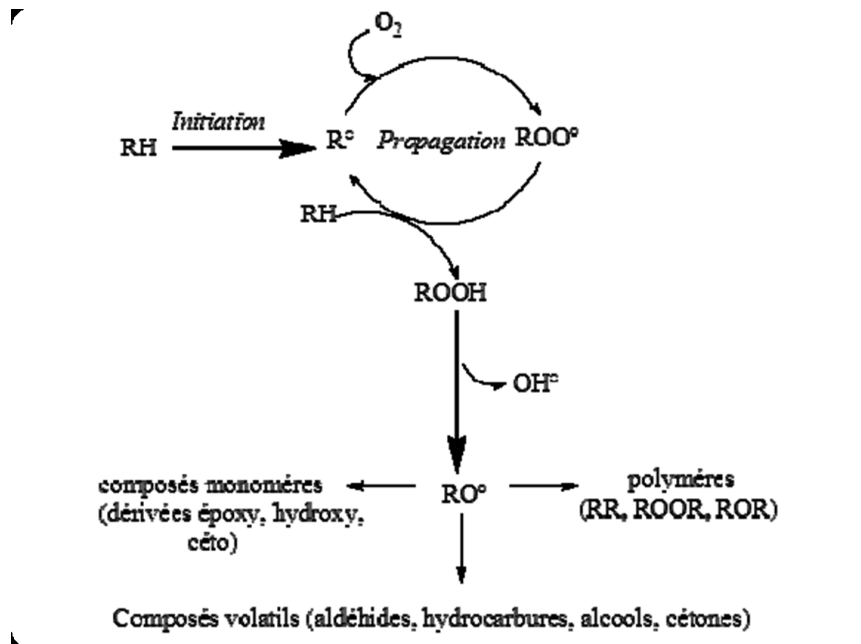


Figure 24 : schéma simplifié des stades primaires et secondaires de l'auto-oxydation d'une matière grasse insaturée (JOAQUIN, 2002)

III.3.2. Photo-oxydation

La photo-oxydation constitue une voie de peroxydation lipidique amorcée par des substances photosensibilisatrices. Elle se caractérise par la dégradation oxydative des lipides en présence d'oxygène, d'énergie lumineuse et de photosensibilisateurs (CHOE, 2006, 2009 ; SHAHIDI, 2010). Dans ce processus, certains pigments et colorants alimentaires tels que la chlorophylle, certains colorants et certaines vitamines agissent comme photosensibilisateurs en absorbant la lumière. En présence d'un photosensibilisateur, l'énergie lumineuse convertit l'oxygène triplet (3O_2) en oxygène singulet (1O_2), qui peut réagir directement avec les liaisons doubles insaturées des chaînes lipidiques (HULTIN, 1994). En effet, dans son état fondamental, la molécule d'oxygène sous forme triplet est stable et ne peut pas réagir avec les acides gras insaturés. Les photosensibilisateurs participent à l'oxydation des lipides selon deux mécanismes distincts.

Les molécules photosensibles réagissent à leur état excité avec l'oxygène triplet, transférant ainsi leur énergie pour former de l'oxygène singulet. L'oxygène singulet, très réactif, peut alors attaquer les acides gras insaturés pour former des hydroperoxydes

III.3.3. Oxydation enzymatique

L'enzyme principalement impliquée dans le processus est la lipoxigénase. Cette enzyme catalyse l'incorporation d'une molécule d'oxygène sur un acide gras insaturé par une réaction stéréospécifique, conduisant à la formation d'hydroperoxydes. Elle agit spécifiquement sur les acides gras non estérifiés et son activité est souvent associée à celle des lipases et des phospholipases.

III.4. Produits formés lors de l'oxydation des lipides

Les produits primaires de l'oxydation des huiles se composent principalement de divers hydroperoxydes, comprenant des radicaux libres et des diènes conjugués (JOAQUIN, 2002 ; VILLIER, 2006). Ces hydroperoxydes, produits primaires de la réaction, sont des molécules instables et se dégradent sous l'effet de la chaleur ou des métaux pour donner naissance à des produits secondaires tels que des aldéhydes, des alcools, des cétones et d'autres composés volatils. Ces composés volatils sont responsables de la modification de l'odeur des produits oxydés (JOAQUIN, 2002 ; VILLIER, 2006).

III.5. Principaux facteurs influençant l'oxydation lipidique

Les principaux facteurs impliqués dans l'oxydation de l'huile d'olive pendant le stockage sont la température, la lumière, la pression partielle en oxygène et la composition chimique de l'huile d'olive, en particulier les traces métalliques. Le contrôle ou l'inhibition de l'oxydation des lipides repose sur la gestion et la régulation de ces facteurs.

III.5.1. Oxygène

Les recherches de Gutierrez ont démontré que la quantité d'oxygène dissoute dans l'huile, qui ne peut être éliminée, conditionne l'intensité de l'oxydation, car la vitesse de la réaction d'oxydation est directement liée à la pression partielle en oxygène. Ainsi, la perméabilité à l'oxygène de l'emballage et le volume d'air libre dans la tête conditionnent la conservation appropriée de l'huile pendant son stockage (GUTIERREZ-ROSALES, 1988 ; MENDEZ, 2007 ; PRISTOURI, 2010). Selon PRISTOURI (2010), les emballages plastiques ne protègent l'huile que pendant quelques mois (3-6 mois) en raison de leur perméabilité à l'oxygène, qui varie en fonction de divers facteurs. (polypropylène) > PS(polystyrène). Certains de ces plastiques ont pourtant l'avantage d'être opaques mais le rôle de l'oxygène est un facteur clé plus important que la lumière dans le rancissement des huiles.

Pour réduire le risque d'oxydation durant le stockage, le volume en tête de l'emballage peut être aussi rempli par un gaz inerte. DI GIOVACCHINO *et al.*, (2002) ont étudié l'influence du taux de remplissage d'une bouteille d'huile d'olive remplie à 60, 90 ou 98% avec de l'air ou de l'azote, stockée sous différentes conditions de température et ont montré que la présence d'azote ralentissait le processus d'oxydation et augmentait sa résistance à l'oxydation sans changer ses qualités organoleptiques.

III.5.2. Température

La température est reconnue comme le principal facteur influençant la réaction d'auto-oxydation. Cette dépendance à l'égard de la température est difficile à prédire en raison de la multitude de paramètres impliqués. L'effet de la température est complexe car elle augmente la vitesse d'oxydation de l'huile tout en réduisant la solubilité de l'oxygène dans celle-ci et en favorisant la décomposition des hydroperoxydes en divers produits secondaires (VELASCO, 2002). En outre, GOMEZ-ALONSO *et al.*, (2004) ont démontré que la constante de vitesse de cette réaction augmente de manière exponentielle en fonction de la température lorsque de l'huile dépourvue de pro et d'antioxydants est maintenue à l'abri de la lumière..

III.5.3. Influence de la lumière

L'exposition de l'huile d'olive à la lumière déclenche l'auto-oxydation (GUTIERREZ-ROSALES, 1988) et entraîne la photo-oxydation de l'huile (JADHAV, 1996). Les huiles exposées à la lumière, même à faible rayonnement UV, sont moins stables que celles conservées à l'abri de la lumière. (KRITSAKIS *et al.*, (1985) ; CAPONIO *et al.*, (2005) ; LUNA *et al.*, (2006) ont observé qu'il existe une distinction de

comportement entre la chlorophylle a et les phéophytines (a et b) après huit heures d'exposition à la lumière de l'huile d'olive : les peroxydes se forment en plus grande quantité en présence de phéophytines. De plus, l'huile enrichie en chlorophylles perd sa couleur, indiquant ainsi leur dégradation, tandis que celle contenant des phéophytines conserve sa coloration.

III.6. Bienfaits de l'huile d'olive

L'huile d'olive, utilisée tant pour l'assaisonnement que pour la cuisson, présente de nombreux bienfaits pour la santé. Grâce à sa richesse en acides gras mono-insaturés, elle est bénéfique pour le système cardiovasculaire. De plus, ses propriétés antioxydantes, telles que la vitamine E et les polyphénols, en font un atout majeur pour la santé.

-La prévention des maladies cardiovasculaires, l'acide oléique abondant dans l'huile d'olive joue un rôle crucial en réduisant le cholestérol total et le cholestérol LDL, tout en augmentant le cholestérol HDL. De plus, elle semble avoir un effet bénéfique sur la pression artérielle et pourrait aider à prévenir la formation de caillots sanguins.

-Protecteur contre le cancer, des études épidémiologiques suggèrent également que l'huile d'olive pourrait avoir un effet protecteur contre le cancer, en particulier les cancers du sein, de l'estomac, du côlon et de la prostate. Les antioxydants présents dans l'huile d'olive, tels que les polyphénols, l'hydroxytyrosol et le tyrosol, contribuent à la prévention et au traitement des cancers, ainsi qu'au vieillissement cellulaire.

-En ce qui concerne le diabète, l'huile d'olive joue un rôle important dans la prévention et le ralentissement de son apparition. Elle aide à prévenir la résistance à l'insuline, régule la glycémie et diminue la pression artérielle. De plus, elle améliore l'utilisation du glucose par les cellules et réduit les niveaux de triglycérides dans le sang.

En résumé, l'huile d'olive est bien plus qu'un simple ingrédient culinaire ; elle est également un allié précieux pour la santé, offrant une protection contre les maladies cardiovasculaires, le cancer et le diabète.

I. Matériel et méthodes

I.1. Objectif de l'étude

Dans cette seconde partie, notre étude vise à comparer les caractéristiques physico-chimiques de deux échantillons d'huiles d'olive provenant de la région de Boghni et extraits dans deux huileries, l'une adapte technologie moderne et l'autre utilisant la méthode traditionnelle.

I.2.Échantillonnage

L'étude expérimentale a été réalisée pour évaluer la qualité de l'huile d'olive produite par deux huileries localisées dans la région de Boghni, qui se trouve environ à 38 km au sud-ouest de Tizi Ouzou, à 15 km à l'ouest d'Ouadhia et à 13 km à l'est de Draâ El Mizan, dans la wilaya de Tizi-Ouzou.



Figure 25 : Situation géographique de la région d'étude

Trois échantillons ont été prélevés à la sortie du processus d'extraction de chaque huilerie, totalisant ainsi six échantillons issus de deux types d'huileries, à la fois modernes et traditionnels.

Ces échantillons ont été collectés respectivement au cours du mois de janvier de la campagne oléicole 2023-2024. L'huile a été conditionnée dans des bouteilles en plastique de 250 ml et conservée à température ambiante, à l'abri de la lumière, afin de prévenir tout risque de photo-oxydation



Figure 26 : Echantillons prélevés

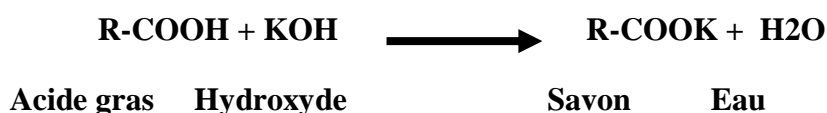
I.3. Méthodes d'analyses physico-chimiques

I.3.1. Analyses chimiques

I.3.1.1. Détermination de l'acidité

On peut définir l'acidité d'un corps gras par le pourcentage d'acides gras libres qu'il contient. L'également l'indice d'acidité est une mesure de la quantité d'hydroxyde de potassium nécessaire pour neutraliser les acides gras libres présents dans un gramme d'huile. Par exemple, un indice d'acidité de 1 mg KOH/g signifie qu'il faut 1 milligramme d'hydroxyde de potassium pour neutraliser les acides gras libres dans un gramme d'huile.

Le principe de cette méthode repose sur la neutralisation des acides gras à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium, en utilisant la phénolphaléine comme indicateur coloré.



L'indice d'acidité et l'acidité sont exprimées par les formules suivantes :

$$\text{Acidité}\% = \frac{N \cdot V \cdot M}{m \cdot 10}$$

C : concentration exacte de la solution de potasse

V : volume de titrage de KOH en ml

M : poids moléculaire de l'acide oléique (282,5g/mol)

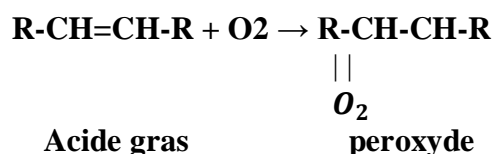
m : la masse en gramme de la prise d'essai

I.3.1.2. Détermination de l'indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est une mesure qui évalue le niveau d'oxydation des matières grasses, exprimée en millimoles ou en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme de substance grasse.

La méthode de détermination de l'indice de peroxyde repose sur la mesure d'iode I_2 libéré lors de la réaction d'oxydation de l'iodure de potassium IK par une solution de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3$, avec un indicateur coloré tel que l'amidon. Lorsque des acides gras insaturés sont exposés à l'oxygène, ils s'oxydent pour former des peroxydes, ce qui conduit à une augmentation de l'indice de peroxyde.

Selon la réaction suivante :



L'indice de peroxyde est calculé selon l'équation suivante :

$$\text{IP} = \frac{(V - V_0) \cdot N}{M}$$

IP: indice de peroxyde

V: volume de thiosulfate de sodium utilisé pour la prise d'essai

V₀ : volume de thiosulfate de sodium utilise pour l'essai a blanc

P : poids en gramme de la prise d'essai utilisée

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0,01N)

I.3.1.3. Détermination de l'indice d'iode

L'indice d'iode, également connu sous le nom d'indice de Huble, représente la quantité en grammes d'iode fixée sur les doubles liaisons présentes dans 100g d'huile d'olive. La méthode Wijs est largement préférée car le réactif, prêt à l'emploi, est facilement disponible dans le commerce.

Le principe de l'indice d'iode implique la dissolution de la matière grasse dans de l'éthanol, qui agit comme solvant, suivie de l'ajout d'iodure de potassium et d'eau. Ensuite, l'iode libéré est titré à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium, en présence d'un indicateur, tel que l'amidon.

L'indice d'iode est exprimé selon la formule suivante :

$$I_2 = \frac{(V_1 - V) * 0,0127}{M} * 1000 \text{ g d'iode}$$

I₂ : Indice d'iode

V : est le volume, en millilitres, de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai

V₁ : est le volume, en millilitres, de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc

M : est la masse, en grammes, de la prise d'essai

I.3.2. détermination des caractéristiques physiques

I.3.2.1. Teneur en composés phénoliques

La méthode utilisée pour déterminer la teneur en polyphénols totaux de l'huile d'olive repose sur l'utilisation du réactif de Folin-Ciocalteu. Ce réactif est composé d'un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Lorsque les phénols présents dans l'huile s'oxydent, ce mélange est réduit, formant un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. L'intensité de la coloration ainsi produite est proportionnelle à la concentration des polyphénols dans la solution. Les résultats sont exprimés en milligrammes d'acide gallique par kilogramme d'huile, en se référant à une courbe d'étalonnage établie avec des concentrations croissantes d'acide gallique allant de 0 mg/kg à 400 mg/kg.

I.3.2.2. Teneur en eau

La teneur en eau et en composés volatils est déterminée par la perte de masse subie par le produit (huile) lorsqu'il est chauffé à 103°C pendant une durée suffisamment courte pour éviter l'oxydation, mais suffisamment longue pour permettre l'élimination complète de l'eau et des composés volatils. Cette perte est exprimée en pourcentage selon la norme ISO 662 (1998).

Un échantillon de 5g d'huile est placé dans une étuve à 103°C. Après refroidissement dans un dessiccateur jusqu'à obtention d'un poids constant, l'échantillon est régulièrement pesé. La teneur en eau et en matières volatiles est calculée selon l'expression suivante :

$$H\% = \frac{M_1 - M_2}{M_2 - M_0} * 100$$

H : Humidité

M₀ : masse en gramme du bécher

M₁ : masse en gramme du bécher et de la prise d'essai

M₂ : masse en gramme du bécher et du résidu de la prise d'essai après chauffage

I.3.2.2. Détermination de la densité

La densité représente la comparaison entre la masse d'un volume donné d'huile à 20 degrés Celsius et la masse d'un volume équivalent d'eau distillée à la même température. En utilisant une balance analytique, des pesées successives sont réalisées sur des volumes identiques d'huile et d'eau à la température de 20 degrés Celsius.

La densité exprimée par la formule suivante :

$$D = \frac{m_1 - m}{m_0 - m}$$

m : masse du bécher vide

m₁ : masse du bécher rempli d'eau distillé

m₀ : masse du bécher rempli d'huile

I.3.2.3. Viscosité :

La viscosité est une caractéristique qui décrit la résistance qu'un fluide oppose à son écoulement. Son principe est mis en évidence en mesurant le temps que prend une balle en métal pour traverser le capillaire d'un viscosimètre, lequel est rempli d'huile. La viscosité est exprimée par la formule suivante :

$$\mu(C. po) = K(\rho_f - \rho)t$$

μ : La viscosité en Centipoise

ρ_f : La densité de la balle de métal qui est égale à 8,02 g/ml

ρ : Densité de l'huile

t : Le temps de descente en minute

K : Constante du viscosimètre qui est égale à 35.

II. Résultats et discussion

II.1. Analyses chimiques

II.1.1. Acidité

L'indice d'acidité est un paramètre utilisé pour évaluer la dégradation des graisses due à un traitement inadéquat ou à une mauvaise conservation. Il est généralement exprimé en pourcentage d'acide oléique (*DIEFFENBACHER, 1998; CLAVE, 2008*). Il permet de détecter la dégradation de l'huile due à l'hydrolyse de certaines molécules triglycérides, révélant principalement l'altération des TG suite à une hydrolyse chimique ou enzymatique sous des conditions favorables (*TANOUDI et al., 2011*).

Selon *VIELLET (2010)*, l'acidité est une caractéristique essentielle de la qualité de l'huile d'olive : plus cette valeur n'est élevée, plus la qualité de l'huile est médiocre. Cet indicateur est également influencé par la fraîcheur sanitaire des olives pressées, la gestion des procédés technologiques utilisés pour la conservation, le stockage et la transformation des olives, ainsi que par leur degré de maturité (*SEKOUR, 2012*).

D'après nos résultats illustrés par la figure 28, En comparant les résultats obtenus une variation de ce critère des huiles collectées dans la même région, l'huile extraite dans huilerie traditionnelle avec une valeur de 2,64%, et moderne avec une valeur de 1,41% sur la base de l'indice d'acidité. L'huile issue de l'huilerie traditionnelle est plus acide que celle issue de l'huilerie moderne.

Selon les normes commerciales du *CA* et *COI*, on peut classer l'huile d'olive moderne étudiée dans la catégorie des huiles vierges pour acidité libre inférieure à 2% , et dans la catégorie des huiles courante(vierge ordinaire) pour huile traditionnelle avec une acidité inférieure à 3,3 % .

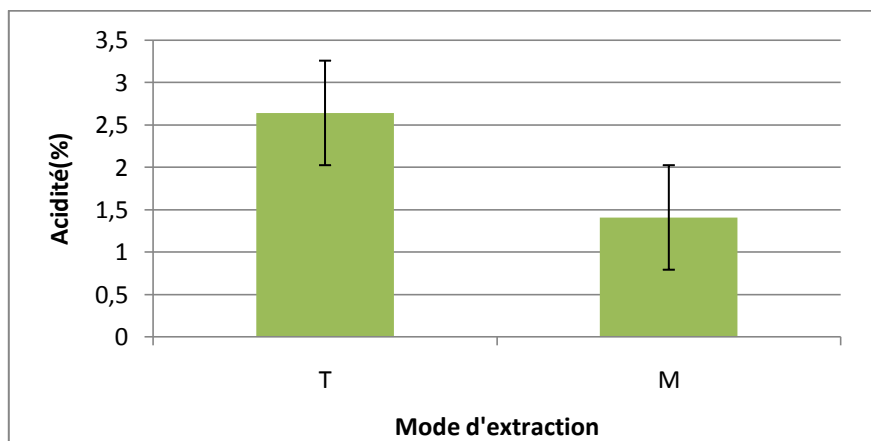


Figure 27 : Variation de l'acidité libre des huiles d'olive en fonction du mode d'extraction.

L'acidité élevée de l'huile d'olive extraite selon des méthodes traditionnelles peut avoir plusieurs causes : D'abord, elle peut être attribuée à la qualité initiale des olives, leur variété, ainsi qu'aux conditions pédoclimatiques et à une récolte tardive. De plus, le processus traditionnel d'extraction, caractérisé par un broyage prolongé à l'air libre, favorise l'oxydation des acides gras. Les températures élevées et la qualité de l'eau utilisée pendant l'extraction jouent également un rôle. Les presses métalliques, sujettes à l'oxydation avec le temps, peuvent altérer la qualité de l'huile.

Nos échantillons présentent une acidité plus élevée que celle des huiles tunisiennes analysées par *ZARROUK et al. (2008)*, qui varie entre 0,38 et 0,41% d'acide oléique, et plus élevée qu'huiles espagnoles (0,10 à 0,25% d'acidité) décrites par *PARDO et al. (2007)*, ainsi qu'aux variétés d'huiles européennes introduites en Tunisie avec des teneurs de 0,11 à 0,28% (*DABBOU et al., 2010*). En

revanche, nos échantillons sont similaires pour ceux caractérisés par *BOULFANE et al. (2015)*, pour lesquels l'acidité libre est comprise entre 2 et 3,3%.

Selon les résultats rapportés par *ZOUAOUI et ZAID (2024)*, l'acidité de l'huile d'olive fraîchement extraite selon des méthodes traditionnelles d'une acidité de 3% elle est plus élevée que celle de l'huile d'olive fraîchement extraite selon des méthodes modernes, n'affichent qu'une valeur de 1,41%. Nos résultats concordent avec données, ce qui témoigne de la cohérence et de la validité de nos méthodes d'analyse.

LEDROLE et al. (2004) corroborent cette observation en soulignant que les huiles d'olive traditionnelles présentent un niveau élevé d'acidité, souvent attribué à un état de maturité avancé des fruits ou à un stockage prolongé et inadéquat avant la trituration.

Selon *TANOUDI et al. (2010)*, une huile d'olive fraîchement extraite à partir d'olives saines, en utilisant de bonnes pratiques de trituration, présente une acidité très faible. Cette faible acidité est souvent le résultat de l'utilisation d'olives en bon état, récoltées directement de l'arbre et d'une conservation appropriée de l'huile.

Un niveau élevé d'acidité libre peut résulter du stade avancé de maturité des fruits ou d'un stockage inapproprié des olives avant le broyage, où les lipases agissent sur les triglycérides de l'huile d'olive, augmentant ainsi sa teneur en acides gras libres (*MEFTAH et al., 2013*). Ces problèmes sont souvent liés à un non-respect des bonnes pratiques de récolte et de fabrication de l'huile d'olive.

En outre, le gaulage des olives et les attaques de la mouche *Bactrocera oleae* peuvent causer des lésions sur les fruits, facilitant ainsi la pénétration et le développement de microorganismes. Cela conduit à une dégradation de la qualité de l'olive, se manifestant par une augmentation de l'acidité du fruit (*CHIMI, 2002 ; ELANTARI et al., 2002*).

Nos résultats, soumis à une analyse statistique de la variance, montrent une variation tnetmetuah significatif ($p= 0,00927$) (*Annexe 7*) entre les deux modes d'extraction pour ce le paramètre d'acidité libre.

II.1.2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est une mesure du degré de rancidité des matières grasses après exposition à l'air. Cette exposition entraîne la formation de peroxydes à partir des acides gras insaturés. Cet indice est un critère de qualité pour évaluer l'état de conservation et les qualités organoleptiques d'une huile, est exprimé en milliéquivalent d'oxygène. La formation des peroxydes est causée par la présence de certains facteurs favorisant (UV, eau, enzyme, trace de métaux, etc.) et à la présence d'oxygène dissout dans l'huile (*LAZZERI 2009*).

La détermination de l'indice de peroxyde des huiles d'olive permet d'évaluer le niveau initial d'oxydation causé par l'oxygène. L'oxydation de l'huile résulte de l'action directe de l'oxygène et de facteurs indirects favorisant la fixation de l'oxygène sur les acides gras *MEFTAH et al. (2013)*. On peut détecter la présence d'hydroperoxydes dans l'huile d'olive, à travers un dosage colorimétrique par le thiosulfate de sodium.

Nos résultats, comme illustrés par la figure 28, montrent que les valeurs de l'indice de peroxyde de l'huile d'olive traditionnelle et moderne sont inférieures à 20 meq d' O_2 /kg, ce qui est conforme aux

normes établies par le Codex Alimentarius (CA) et Conseil Oléicole Industriel (COI), 2011 pour les huiles d'olive vierges et vierges extra (≤ 20 meqO₂/kg).

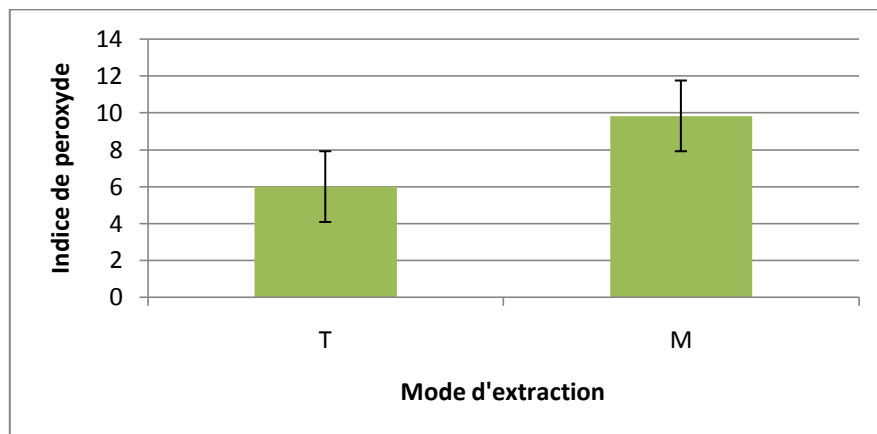


Figure 28 : Représentation graphique de l'indice de peroxyde des échantillons d'huiles d'olive de deux huileries.

Nous observons une différence notable entre nos échantillons, avec une valeur de 6 meqO₂ /kg d'huile traditionnelle et 9,83 meqO₂ /kg d'huile moderne. Cette variation entre les deux types d'huile peut être attribuée à divers facteurs tels que les variétés d'olives utilisées, le stockage inadéquat ou prolongé, les conditions de culture et les méthodes d'extraction par exemple une température durant le malaxage excédant 28°C pourrait sérieusement nuire à la qualité de l'huile.

Le niveau d'oxydation des échantillons d'huiles analysées dans notre étude est comparé à celui de l'huile d'olive testée par ZOUAOUI et ZAID (2024), eux-ci qui ont étudié deux systèmes d'extraction de l'huile d'olive dans la région de Tizirt ; ils ont estimé une valeur minimal de 5,5 meq O₂/kg d'huile d'olive extraite d'une huilerie traditionnelle, et de 8,5 meq O₂/kg et dans l'huile extraite des huileries modernes . Notre conclusion selon laquelle les résultats présentés par ZOUAOUI et ZAID (2024) sont en différents de nos résultats, cette différence peut être attribuée à plusieurs facteurs : différences méthodologiques, différences régionales, conditions de stockage et de traitement, technologie d'extraction , mais reste conforme aux limites réglementaire 20 meq d'O₂ /kg .

D'après GARNIER (2013), un faible indice de peroxyde indique que l'huile a été extraite rapidement après la récolte et qu'elle a été conservée dans des conditions optimales. Cela suggère également que l'huile est moins susceptible de s'oxyder prématurément et qu'elle devrait bien se conserver au fil du temps. En revanche, un indice de peroxyde élevé pourrait indiquer des problèmes de conservation de l'huile.

Il faut noter que l'indice de peroxyde augmente avec la maturité des olives, particulièrement après un choc thermique tel qu'un gel ou un processus de fabrication défectueux. De plus, un stockage inapproprié ou prolongé est également une cause significative d'augmentation de ce paramètre TANOUTI et al. (2011).

Pour les échantillons d'huiles dont les indices de peroxyde dépassent les normes du codex, cela résulte d'une oxydation intensive des acides gras insaturés. Cependant, la valeur de cet indice peut diminuer suite à la dégradation des hydroperoxydes, qui se transforment en produits secondaires d'oxydation (GERTZ 2008).

L'analyse de la variance à un seul facteur a montré que l'effet de modes d'extraction est significatif ($p=0,03$) (annexe 08)

II.1.3. Indice d'iode

L'indice d'iode est lié au nombre de doubles liaisons présentes dans les acides gras constituant l'huile. Il indique le degré d'insaturation des huiles et donne des informations sur leur susceptibilité à l'oxydation (KARLESKIND, 1992). Les doubles liaisons des acides gras insaturés ont la capacité de fixer les halogènes (iode, brome, chlore). Ainsi, un corps gras contenant un nombre élevé de doubles liaisons est plus sensible à l'oxygène.

Les résultats des valeurs moyennes de l'indice d'iode des huiles étudiées sont illustres dans la figure 29

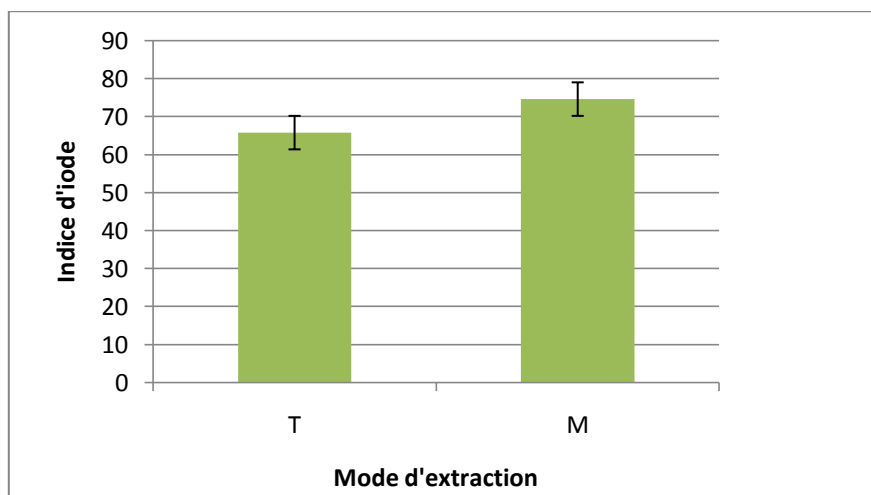


Figure 29 : Résultats de l'indice d'iode des échantillons d'huile d'olive traditionnelle et moderne

En examinant nos résultats indiqués par la figure 3, les résultats obtenus montrent les variations de la teneur en indice d'iode des échantillons d'huile d'olive traditionnelle et huile d'olive moderne analysé. il en ressort que les indices d'iode des échantillons d'huile traditionnelle ont une valeur comprise 65, 82g, est inférieure a l'huile moderne avec une valeur de 74,65g .Le résultat obtenu sur l'huile fraîche est inférieure à la norme du *Codex alimentarius (1981)* : ces valeurs de l'indice d'iode enregistré peuvent être expliquées par la pauvreté de ces huiles en acides gras insaturés ou par la méthode utilisée qui peut être non spécifique.

Mais aussi notre résultats conformes aux normes fixées par le COI (2015) qui varie entre (75 et 94), par rapport aux autres huile végétales comme l'huile de tournesol, d'arachide et de soja.

On compare les résultats noté par ZOUAOUI et ZAID (2024) , on constate que l'indice d'iode d'huile fraîche traditionnelle 64,98 est inférieur à celui de l'huile d'olive fraîche d'extraction moderne qui a une valeur de 71,54 . Ces résultats sont inférieurs à la norme du *Codex alimentarius (1981)*, mais conformes aux normes fixées par le COI (2015).

L'indice d'iode de l'huile d'olive fraîche peut augmenter sous l'influence de plusieurs facteurs. La composition initiale en acides gras insaturés, notamment l'acide oléique, est un élément clé. Plus une huile contient d'acides gras insaturés, plus son indice d'iode sera élevé est généralement considéré comme favorable et qui sont bénéfiques pour la santé. Les acides gras insaturés contribuent à la fluidité de l'huile à température ambiante et sont moins sujets à l'oxydation, ce qui peut prolonger la durée de conservation de l'huile (SIBBETT *et al.*, 2005)

La diminution de l'indice d'iode de l'huile d'olive fraîche peut résulter principalement de l'oxydation des acides gras insaturés, comme l'acide oléique, présents dans l'huile. Cette oxydation est souvent accélérée par l'exposition à l'air, à la lumière UV et à des températures élevées pendant le stockage. Une qualité initiale inférieure de l'huile, ainsi qu'une durée de stockage prolongé. De plus, les conditions de stockage jouent un rôle : une exposition à la lumière, à la chaleur et à l'air peut accélérer l'oxydation des acides gras insaturés, entraînant ainsi une augmentation de l'indice d'iode. Ces facteurs doivent être pris en compte pour évaluer le degré d'oxydation et la stabilité de l'huile d'olive fraîche.

Nos échantillons présentent une valeur moins élevée que celle des huiles d'olive de Tlemcen (2017) qui a une valeur de 90,64 et l'huile d'Ouzidène de valeur 81,19 analysées par SARRA ADDOU (2017) qui sont conformes aux normes établie par le codex Alimentarius et le Conseil Oléicole International ce qui nous permet de les considérer comme étant de bonne qualité.

D'après l'analyse statistique de nos résultats montre une différence significatif ($p=0.01$) (*annexe 09*) entre les deux procédés d'extraction pour ce paramètre.

II.2. Analyses physiques

II.2.1. Composés phénoliques

Les phénols jouent un rôle dans la santé, ils agissent comme des antioxydants essentiels pour protéger l'huile contre l'auto-oxydation et les radicaux oxygène. Présents en abondance dans l'huile d'olive vierge extra, ces composés phénoliques non seulement influencent sa qualité nutritionnelle et sensorielle, mais sont également réputés pour leurs effets bénéfiques multiples : ils offrent des avantages en tant qu'antioxydants, anti-inflammatoires, chimio préventifs et anticancéreux. De plus, ils contribuent au goût distinctif et caractéristique de l'huile (*BENDINI et al., 2007 ; TANOUTI et al., 2011*).

Les résultats illustrés par la figure 30 : montrent que les huiles d'olive étudiées renferment une quantité appréciable de composés phénoliques entre 286,35ppm pour huile d'olive traditionnelle et 370,48 ppm pour huile d'olive moderne qui est plus riche . La présence élevée de ces composés est importante, pour leurs propriétés antioxydants ainsi à la qualité nutritionnelle . Ces résultats sont conformes a la norme se COI (2009).L'huile d'olive extra vierge doit contenir 153 à 694 mg/kg. Nos résultats sont supérieurs à ceux trouvés par *BENLEMLIH* et *GHANAM*(2012), qui indique une valeur de 236 ppm pour l'huile d'olive vierge extra.

Le dosage des composés phénoliques nécessite préalablement l'établissement d'une courbe d'étalonnage (*Annexe14*), en utilisant l'acide gallique comme étalon, les concentrations des polyphénols totaux sont calculées à partir de l'équation de la gamme étalonnage établi avec l'acide gallique (*BOUBKRI, 2014 ; KADRI et al, 2015 ;*)

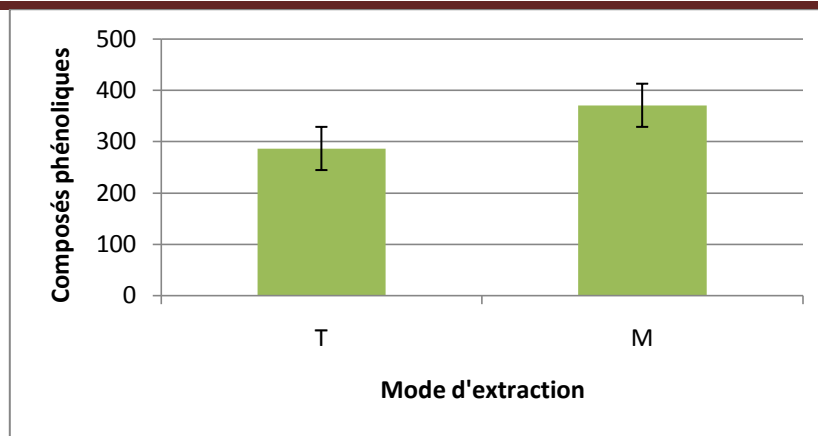


Figure 30 : Valeurs moyennes en polyphénols (ppm) des échantillons analysés.

Les variations des teneurs observées résultent de variations dans le degré de maturation des olives avant le broyage, notamment lorsque les olives sont récoltées tardivement. De plus, ces variations peuvent dépendre de la variété d'olive cultivée et de la région géographique (*GARCIA et al., 2003*). La présence des feuilles lors du broyage des olives peut également augmenter la concentration en composés phénoliques dans les huiles d'olive (*BOUDHIOUA et al., 2008*).

En tenant en compte nos résultats similaires à ceux de qui ont indiqué par *ZOUAOUI et ZAID (2024)* avec une valeur minimale de 234,63 ppm pour l'huile extraite dans l'huilerie traditionnelle, et une valeur maximale 244,01 ppm signalé d'une huilerie moderne, ces résultats montrent des valeurs moyennes comparables en ce qui concerne la concentration en composés phénoliques. En résumé, bien que les huiles d'olive traditionnelles et modernes présentent des valeurs moyennes de composés phénoliques assez proches.

La quantité de composés phénoliques dans les huiles d'olive dépend du climat, des méthodes de récolte, du degré de maturation des olives, des techniques de production et des méthodes de conservation (*COI, 2014*).

Les méthodes modernes d'extraction, telles que l'utilisation de centrifugeuses avancées, permettent une extraction plus efficace des composés phénoliques des olives. La température d'extraction contribue à préserver ces composés sensibles à la chaleur, enfin des techniques modernes de conservation et de stockage assurent la préservation des antioxydants naturels dans l'huile.

Les niveaux des composés phénoliques de l'huile d'olive traditionnelle peuvent souvent être moins-élevé en raison de plusieurs facteurs : les méthodes traditionnelles d'extraction, telles que l'utilisation de meules de pierre et de presses. De plus, les températures de traitement variables peuvent conduire à une dégradation des composés phénoliques sensibles à la chaleur notamment le degré de maturité des olives, les fluctuations saisonnières, les conditions environnementales, la diversité génétique au sein des variétés d'oliviers, ainsi que la méthode utilisée pour extraire l'huile (*RANALLI et al., 1999 ; MEROUANE et al., 2014*).

L'analyse de la variance à un seul facteur ressort que le facteur de modes d'extraction agit d'une façon hautement significative ($p=0,00367$) (*annexe 10*) pour ce paramètre.

II.2.2. Humidité

La teneur en eau de l'huile d'olive fait référence à la quantité d'eau présente dans l'huile en pourcentage de sa masse totale. Dans le contexte de l'huile d'olive, la présence d'eau est généralement

indésirable car elle peut affecter la qualité et la stabilité de l'huile. Une faible teneur en eau est essentielle pour prévenir la détérioration de l'huile et maintenir ses propriétés sensorielles et nutritionnelles. La norme de qualité pour l'huile d'olive fixe des limites strictes de teneur en eau pour assurer sa pureté et son caractère non altéré, est un critère de qualité utilisé essentiellement pour estimer le degré d'humidité de l'huile. Elle renseigne sur la stabilité du produit contre les risques d'altération durant la conservation.

Pour les trois différents échantillons, les résultats obtenus selon la figure 31 sont inférieure à ($\leq 0.2\%$), une valeur de 0,07% pour huile d'olive traditionnelle et une valeur de 0,01% pour l'huile moderne. Ces résultats sont conformes à la norme fixées par le *COI (2011)* caractérisant les huiles d'olives vierges ($\leq 0.2\%$).

La teneur en eau est plus élevée dans l'huile d'olive traditionnelle par rapport à l'huile moderne, ce qui peut être considéré comme une impureté susceptible d'affecter la stabilité de sa qualité (ROMAIN et al., 2006). Par conséquent, l'huile d'olive moderne est de meilleure qualité que l'huile d'olive traditionnelle.

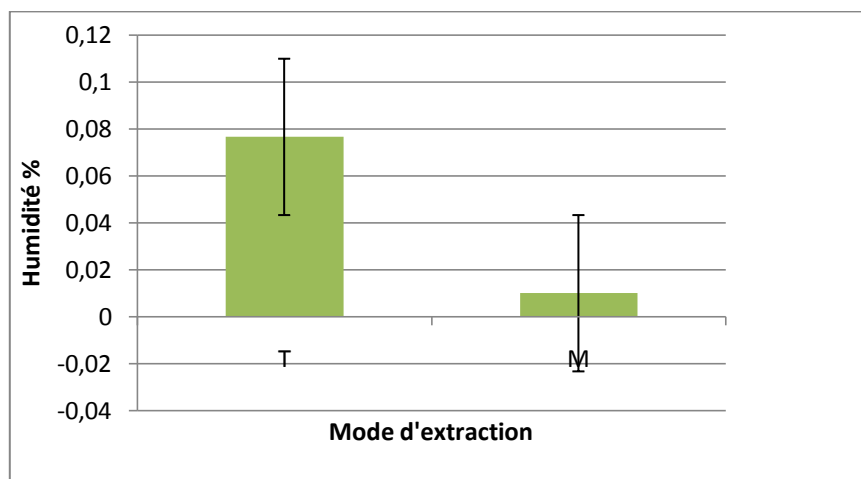


Figure 31 : Teneur en eau des huiles d'olive analysées.

Les niveaux d'humidité des différents échantillons respectent les normes établies par le Journal Officiel de la République Tunisienne (*JO, 2008*) qui spécifient un seuil maximal de 1,5 %. En comparaison, les teneurs en eau mesurées (0,03 % - 0,16 %) sont inférieures à celles rapportées par ACHOUR et SOLTANI (2021) pour les mêmes variétés de la région d'Outaya (wilaya de Biskra), qui étaient comprises entre 0,8 % et 1,1 %.

En tenant compte du résultat obtenu par ZOUAOUI et ZAID (2024), on constate que l'humidité de l'huile d'olive fraîche d'extraction traditionnelle avec une valeur 0,08 % est supérieure à celle de l'huile d'olive fraîche d'extraction moderne d'une valeur de 0,01 %. Et inférieurs à ceux obtenus par S'HABOU et MZAIRI (2008), qui ont observé des variations comprises entre 0.2% et 4% dans leur étude sur les caractéristiques de stockage de l'huile d'olive en Tunisie.

Ces variations peuvent être attribuées à des défis techniques lors du processus d'extraction, notamment la quantité d'eau ajoutée pendant le malaxage, ou à des aspects liés à la pratique agricole elle-même, comme la fréquence d'irrigation (BENBEKHMA et GUESSOUM, 2019).

Ces niveaux élevés d'humidité peuvent s'expliquer par l'ajout d'une certaine quantité d'eau pendant le processus d'extraction de l'huile (CHABOUR, 2003), qui n'est pas entièrement éliminée lors de la

séparation des phases. De plus, il est couramment admis que les huiles d'olive ne subissent pas de procédés de séchage.

La teneur en eau de l'huile d'olive, qu'elle soit traditionnelle ou moderne, est influencée par plusieurs facteurs : les méthodes d'extraction jouent un rôle en termes de gestion de l'eau pendant le malaxage, ce qui affecte directement la quantité d'humidité résiduelle dans le produit final et les pratiques agricoles telles que la fréquence d'irrigation et la gestion de la récolte peuvent influencer la maturité et l'humidité des olives au moment de leur transformation en huile aussi les conditions de stockage des olives avant l'extraction et celles de conservation de l'huile après la production sont également des facteurs déterminants dans la préservation de l'humidité.

L'analyse statistique des résultats obtenue dans notre étude a montré une différence hautement significative ($p=0.00651$) (annexe 11) pour ce paramètre .

II.2.3. La densité

La densité est un indicateur de pureté mesuré à une température de 20°C. Des mesures précises ont été effectuées à cette température, conforme aux directives de la méthode officielle (NF ISO 6883). Selon *KARLESKIND (1992)*, la densité d'une huile permet de déterminer son groupe systématique, *SEKOUR (2012)* a signalé que la densité des huiles est fonction de leur instauration et de leur état d'oxydation, plus elle augmente plus l'huile est oxydée.

D'après les résultats obtenu dans la figure 32 : montrent que la densité de huile fraiche traditionnelle est de 0,85 g/cm^3 qui est similaire avec huile d'olive fraiche moderne avec une valeur de 0,86 kg/l , ces résultats sont incluse dans la norme établie par le journal officiel et le conseil oléicole international (0,83-0,87 g/cm^3 on peut dire que ces huiles sont pure.

FRONCO REBIERO et al. (2018) ont observé que la densité de l'huile d'olive à une température de 20°C est de 0,916 kg/l et qu'elle diminue avec l'augmentation de la température, entraînant ainsi une diminution de sa densité. Cette différence de densité entre l'huile d'olive et l'eau est exploitée par les producteurs pour séparer l'eau des olives de l'huile extraite par centrifugation.

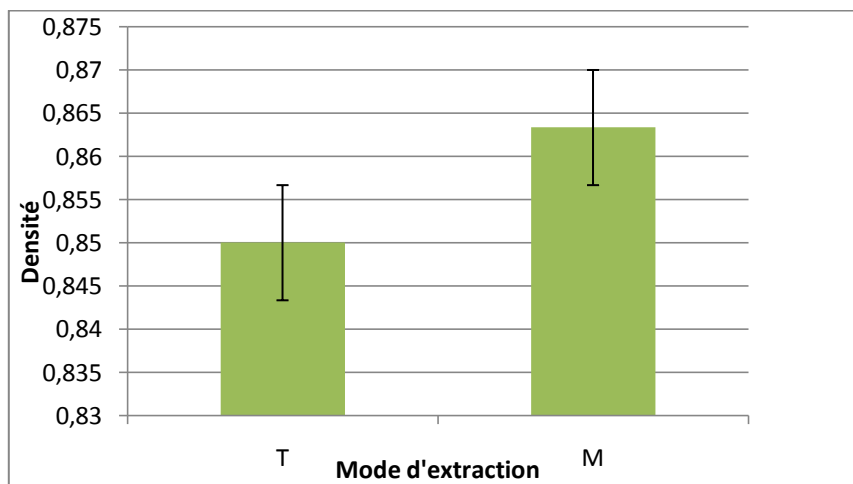


Figure 32 : Résultats de la densité des échantillons d'huile d'olive

En comparant les résultats avec ceux notés par *ZOUAOUI et ZAID (2024)*, on constate que la densité de l'huile d'olive fraîche d'extraction traditionnelle est similaire à celle de l'huile d'olive fraîche d'extraction moderne qui est de 0.83 g/cm^3 mais qui reste incluse dans la norme.

En caractérisant des échantillons d'huile d'olive algérienne (Jijel), *BOUCHENAK (2018)* a trouvé des valeurs de densité relative plus élevées que les nôtres pour l'huile d'olive de Jijel ($0,927 \text{ g/cm}^3$).

La densité d'une huile est affectée par sa composition intrinsèque, notamment par la composition de sa chaîne hydrocarbonée et le degré d'insaturation des acides gras qui la constituent. Elle tend à augmenter en présence de fonctions secondaires (alcool, cétone, etc.) sur les chaînes grasses, et à diminuer à mesure que le poids moléculaire diminue et que le degré d'insaturation augmente (*WOLFF, 1968*).

La densité de huile d'olive varie en fonction de plusieurs facteurs : la température, variété d'olive et processus d'élaboration raison pour laquelle elle est souvent standardisée pour permettre une comparaison précise entre les échantillons. Ces propriétés permettent d'évaluer la qualité et l'authenticité de l'huile d'olive

L'analyse de la variance à un seul facteur ne ressort que le facteur de modes d'extraction agit d'une façon significative ($p=0.02$) (*annexe12*) entre les deux modes d'extraction traditionnel et moderne pour ce paramètre.

II.2.4. Viscosité

La viscosité résulte des forces de frottement entre les différentes couches d'un fluide qui glissent les unes sur les autres. Ces forces de cohésion ont leur origine au niveau moléculaire (*KALUME, 2008*). Ce paramètre indique la résistance à l'écoulement et au mouvement. Lorsque la viscosité augmente, la capacité du fluide à s'écouler diminue. Elle est mesurée en Pascal seconde ($\text{Pa}\cdot\text{s}$) (*STEPHAN, 2013*).

De plus, la viscosité d'une huile est corrélée avec sa composition en acides gras des triglycérides, les huiles riches en acides gras saturés apparaissant généralement plus visqueuses que celles riches en acides gras insaturés (*CHEFTEL et CHEFELL, 1976*). Par conséquent, la mesure de la viscosité pourrait servir de bon indicateur pour évaluer l'état d'altération de l'huile (*QUILES et al., 2002*).

Selon nos résultats snosiarapmoc ed illustrés par la figure 33, la viscosité de l'huile fraîche moderne est de $72,64$ centi poises est supérieure de celle d'huile d'olive traditionnelle qui est de $66,9$ centi poises. Ces résultats présentent une viscosité inférieure aux normes de COI qui sont de 75 à 79 CP (centi poises) donc 0.075 à 0.079 ($\text{Pa}\cdot\text{s}$).

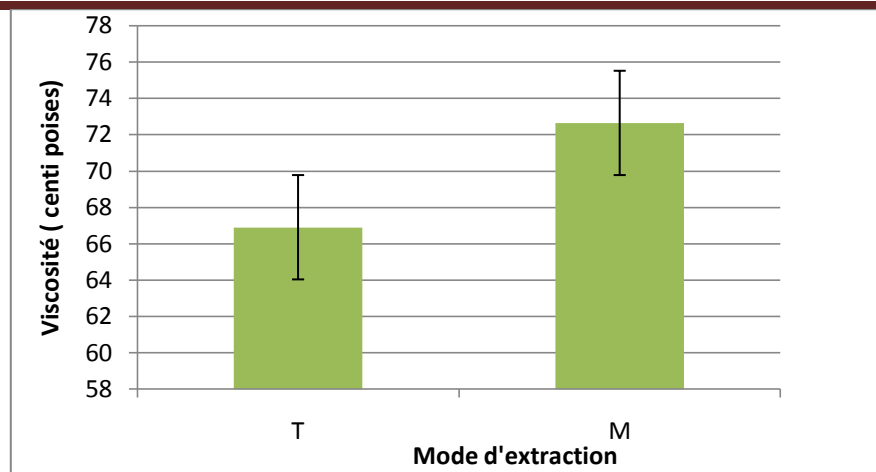


Figure 33 : Moyenne de la viscosité des échantillons d'huile d'olive

En tenant compte du résultat obtenu par ZOUAOUI *et* ZAID (2024), on constate que la viscosité de l'huile d'olive fraîche d'extraction traditionnelle avec une valeur 55,30 centi poises est inférieure à celle de l'huile d'olive fraîche d'extraction moderne, qui ont une valeur de 61,59 centi poises incluses dans la norme.

La viscosité de l'huile d'olive tend à augmenter avec une augmentation de la teneur en acides gras saturés. En général, les huiles d'olive contenant une proportion plus élevée d'acides gras saturés ont une viscosité plus élevée, ce qui signifie qu'elles sont plus résistantes à l'écoulement (STEPHAN, 2013). De plus, les huiles d'olive riches en acides gras insaturés ont tendance à avoir une viscosité plus faible, rendant leur écoulement plus fluide, OLLE (1998).

La viscosité de l'huile d'olive est principalement influencée par sa composition en acides gras. Les acides gras saturés, tels que l'acide palmitique et l'acide stéarique, augmentent généralement la viscosité en formant des structures moléculaires plus compactes et en augmentant les forces d'attraction entre les molécules.

La température joue également un rôle important : à des températures plus élevées, l'huile d'olive devient moins visqueuse car les molécules nécessitent plus d'énergie pour se déplacer plus librement. Ainsi, la viscosité de l'huile d'olive est une propriété complexe déterminée par sa composition chimique et les conditions environnementales telles que la température (ZOU *et* JIANG, 2016).

L'augmentation de la viscosité de l'huile d'olive moderne peut être attribuée à plusieurs facteurs issus des pratiques modernes de production. Les variétés d'olives sélectionnées pour leur rendement en huile, les techniques d'extraction modernes, telles que l'extraction à des températures spécifiques ou des procédés prolongés et le raffinage des huiles d'olive modernes vise généralement à améliorer la pureté et la stabilité, OLLE (1998).

L'analyse statistique des résultats de la viscosité de nos échantillons d'huiles d'olives est significative ($p=0,01$) (annexe 13) pour ce paramètre.

Conclusion générale :

L'huile d'olive est très appréciée pour sa valeur nutritionnelle et ses bénéfices pour la santé. Sa qualité est influencée par plusieurs facteurs tels que la variété des olives, les conditions de stockage, les méthodes de conservation, les techniques d'extraction et les pratiques de récolte. Tous ces éléments jouent un rôle crucial dans les paramètres de qualité de l'huile.

Cette étude se concentre sur deux aspects principaux de l'huile d'olive : l'évaluation de ses paramètres de qualité et sa stabilité oxydative. Les résultats indiquent que les caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive, telles que l'acidité, l'indice de peroxyde, l'indice d'iode, les composés phénoliques, la densité, la viscosité et l'humidité, respectent les normes internationales établies.

L'acidité des échantillons varie entre 1,5%, ce qui classe l'huile d'olive moderne comme vierge, et 2,6% pour l'huile traditionnelle, considérée comme lampante. La stabilité oxydative est confirmée par la conformité de l'indice de peroxyde.

Les résultats montrent des niveaux comparables de poly phénols pour les deux types d'échantillons, tandis que l'indice d'iode reste dans les limites normatives. Ces observations ouvrent des perspectives intéressantes pour l'utilisation de l'huile d'olive dans des applications pharmaceutiques et agro-alimentaires avancées.

En effet nos perspectives se résument comme suit :

Une recherche sérieuse d'une meilleure exploitation de cette huile dans le domaine pharmaceutique, et en technologie agro-alimentaire.

L'étude de l'activité inflammatoire de l'huile.

Les caractérisations encore plus fines des huiles d'olive de déférente origine en employant d'autre méthode spectroscopique, comme la résonance magnétique nucléaire (RMN), L'infrarouge (IR) et la chromatographie a haute performance (HPLC)

L'étude des l'évolution de la qualité des huiles d'olive au cours de chauffage par l'emploi des déférents méthodes analytiques et spectroscopique dans le but d'étudier leur effets sur la prévention sanitaire.

Étudier d'autres caractères physico-chimiques de qualité des huiles d'olive tels que le PH, l'absorbance dans ultraviolet.

Réaliser une étude sensorielle d'huile d'olive.

Références bibliographiques

Pannelli, G. Servili, M. Selvaggini, R. Baldioli, M. et Montedoro, G.F.

(1994). Effect of agronomic and seasonal factors on olive (*Olea europaea* L.) production and on the qualitative characteristics of the oil. *Acta Hortic*, 356: 239-243.

Luaces, P., Pérez, A., et Sanz, C. (2003). Role of olive seed in the biogenesis of virgin olive oil aroma. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 4741-4745

BOSKOU, D. (1996). Olive oil: chemistry and technology (1st edition). Champaign Illinois: American oil chemist's society. USA. 268pages.

Veillet S. (2010). Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive Entre Tradition et Innovation, Thèse de Doctorat spécialité Chimie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, p.1.

COI. (2013) conseil oléicole international .norme commercial applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive.

Ouaouiche A et Chimi H. 2007. Guide du producteur de l'huile d'olive, projet de développement de petits entrepreneurs agro-industriel dans les zones péri urbaines et rurales des régions prioritaires avec un accent sur les femmes en Maroc, Vienne, 34.

COI., (2006). Guide de gestion de la qualité de l'industrie de l'huile d'olive : les moulins T. 33/ Doc. n° 2-4.

Di Giovachino, L. (1996). Influence des systèmes d'extraction sur la qualité d'huile d'olive. *Olivae*. Octobre 1996. N° 63, 52-63.

Cortesi N., Fiorino P. and Ponzetti A. 2000. La composition de l'huile d'olive : rapport entre cultivar et systèmes d'extraction. *Olivae*, 81 : 36-38.

Artajo Medina L.S. 2006. Phenolic compounds: Their role during olive oil extraction and in flaxseed – transfer and antioxidant function. Thèse doctorat Technologie des aliments. pp. 1-21.

BEN HASSINE.K., BOUCHOUCHA.S., KAMOUN.N.2007, Impact de la variété et du système d'extraction de l'huile d'olive sur les préférences consommateurs ; Institut de l'olivier de Sfax et Institut National Agronomique de Tunisie.

Perrin J.L. 1992. Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et de son huile. *Etude et recherche*, 4: 25-31.

Lerma-Garcia M.J., Herero-Martinez J.M., Ramis-Ramos G. and Simo-Alfonso.

2008. Evaluation of the quality of olive oil using fatty acid profiles by direct infusion electrospray ionization mass spectrometry. *Food Chemistry*, 107: 1307-1313.

Christopoulou E., Lazaraki M. and Alexiou F. 1995. La qualité de l'huile d'olive vierge grecque : critères chimiques et organoleptiques. *Olivae*, 56: 54-59

COI. (2013) conseil oléicole international .norme commercial applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive

Fedeli E. 1999. Qualité (stockage, conservation et conditionnement de l'huile), réglementation et contrôle. Séminaire international sur les innovations scientifiques et leurs applications en oléiculture et oléotechnique. Florence, 10, 11 et 12 mars 1999. Conseil Oléicole International, 1-20.

Cichelli A. and Pertesana G. P. 2004. High-performance liquid chromatographic analysis of chlorophylls, pheophytins and carotenoids in virgin olive oil: chemometric approach to Variety classification. *Journal of Chromatography A*, 1046:141-146.

BOSKOU D., BLEKAS G., TSIMIDOU M. 2006. Olive oil composition. Dans D. Boskou (Ed.), *Olive oil, chemistry and technology* (2nd edition). Champaign Illinois: American oil chemists society. USA. 2006. pp. pp 41-72.

HENRY, STEPHANIE. 2003. l'huile d'olive, son interet nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmetique. unlversite henri poincare - nancy 1. 2003.

Phillips K.M., Ruggio D. M., Toivo J. I., Swank M. A. and Simpkins A.H. 2002. Free And Esterified Sterol Composition of Edible Oils and Fats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15:123–142.

Uzzan A. 1992. Olive et huile d'olive. In : Manuel des corps gras. Lavoisier, Ed. Technique Et Documents, pp 221-229.

Ajana H., El Antari A. and Hafidi A. 1998. Fatty acids and sterols evolution during the

Pardo J.E., Cuesta M.A. and Alvarruiz A. 2007. Evaluation of potential and real quality of virgin olive oil from the designation of origin “Aceite Campo de Montiel” (Ciudad Real, Spain). *Food Chemistry*, 100: 977–984.

VEILLET, SEBASTIEN. 16 SEP 2010. Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : entre tradition et innovation. 16 Sep 2010. pp. 28-29.

Granier G. (2005). Obtention d'une huile d'olive vierge extra de hautes qualités

nutritionnelles et organoleptiques. *EARL Domaine de pierredon*. Paris. □

C.O.I., (2009)- Conseil Oléicole International. Norme commerciale applicable aux

huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive *coi/t.15/nc n° 3/rév. 4*.

Samaniego-Sanchez C., Quesada-Granados J.J., Lopez-Garcia H., De La Serrana

M.C., Lopez-Martinez J. 2010. Beta-Carotene, squalène and waxes determined by

chromatographic method in Picual extra virgin olive oil obtained by a new cold extraction

system. *Journal of Food Composition and Analysis* 23, 671–676

Jacotot B. (1993). L'huile d'olive de la gastronomie à la santé Paris: Artulen , p280

GOULD, W.A. (1992). Total quality management for the food industries.

Baltimore USA: CTI Publications.

CEE, (1991). Régulation 2568/97 off. J' Eur. communautés El Antari A.

Hilal, A. Boulouha, B. et El Mouden, A. (2000). Etude de l'influence de la variété de

l'environnement et des techniques culturales sur les caractéristiques des fruits et la

composition chimique de l'huile d'olive extra du Maroc. *Oil - oae*, n° 80p29 - 36.

VASSEUR ET J.P. ionisation des produits alimentaires collection sciences et technologues alimentaires. technique et documentation . s.l. : lavoisier, paris 1991.

KALUA C.M., ALLEN M.S., BEDGOOD JR D.R., BISHOP A.G., PRENZLER P.D., ROBARDS K. 2006. Olive oil volatile compounds, flavor development and quality: A critical review. *J. Food Chemistry*,. 2006. pp. 100: 273-286.

SALVADOR M.D., ARANDA F., GOMEZ-ALONSO S. AND FREGAPANE G. 2002. Quality characteristics of virgin olive oil. *Res. Adv. In Oil Chemistry*,. 2002. pp. 1: 31-38.

PSYLLAKIS N., MIKROS L. ET KIRITSAKIS A. 1980. Psyllakis N., Mikros L. et Kiritsakis A. (1980). Caractéristiques qualitatives de l'huile d'olive et les facteurs qui influencent sur ces

caractéristiques. In : Actes du IIIème congrès international sur la valeur biologique de l'huile d'olive. 1980. pp. 553 -555.

MAHDI, S. 2016. Indices lipides et dosage des polyphénols dans différents échantillon d'huile d'olive. Mémoire. Master. Biologie., Université. Tlemcen. 2016. pp. p 09-10.

HADJ SADOK T., REBIHA K. ET TERKI D. Caractérisation physico-chimique et organoleptique des huiles d'olive vierges de quelques variétés algériennes. *Revue Agrobiologia* (2018). 8(1) : 706-718.

ÇAVUSOGLU, OKTAR, A ET ET A. 1994. Les effets des facteurs agronomiques et des conditions de stockage avant la mouture sur la qualité de l'huile d'olive. s.l. : Olivae, 1994.

OUAOUICH, ET CHIMI. 2007. Guide du producteur de l'huile d'olive (Projet de développement du petit entrepreneuriat Agro-Industriel dans les zones périurbaines et rurale des régions prioritaires avec un accent sur les femmes au Maroc). 2007.

RYAN, ROBARDS , LAVEE. 1998. Evaluation de la qualité de l'huile d'olive . 1998.

Demnati D., 2008.Élaboration d'une huile d'olive vierge. RABAT, Morocco

Professeur à l'I.A.V. Hassan II (Rabat): Technologie Alimentaire, Analyse Sensorielle et Gestion de la Qualité.

Gracia J-M., SELLER S. et PEREZ6CAMINO M-C ; (1996). Influence of fruit ripening on olive oil quality. *J. Agric Food Chem*, N° 44, PP3516 – 3520.

Angoresa, F.Servili, M.Selvaggin, R. 2004. Volatile compounds in Virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. *j.chroma*, Vol 1054, 17-31.

ANGEROSA, F., LANZA, B., MARSILIO, V.,. 1996. *Grasas, Aceites* 47 ,142. 1996.

DABBOU S, GHARBI I, BRAHMI F, NAKBI A, HAMMAMI M. 2011. Impact of packaging material and storage time on olive oil quality. *10 (74): 16929-16936*. 2011.

JOAQUIN V., CARMEN D. 2002. *European Journal of Lipid Science and Technology* (104):661-676. 2002.

JUDDE. A. 2002., Prévention de l'oxydation des acides gras dans un produit cosmétique :mécanismes, conséquences, moyens de mesure, quels antioxydants pour quelles applications ? *oclvol. 11 N° 6 novembre-décembre 2004*. 2002.

CHOE, E. 2006. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 5 (4):169-86. 2006.

HULTIN. 1994. Oxidation of Lipids in Seafoods ». In *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality*, edited by Shahidi F., & Richard Botta J. R., Springer Science+ Business Media, Surrey: 49-74. 1994

JOAQUIN V., CARMEN D. 2002. *European Journal of Lipid Science and Technology* (104):661-676. 2002.

VILLIER A., GENOT C. 2006. Approche physico-chimique et sensorielle de l'oxydation des Lipides en émulsions. *Edition Médicales et Scientifiques, France* (4) : 1-7. 2006

GUTIERREZ-ROSALES F., GOMEZ-HERRERRA C., GUTIERREZ-GONZALEZ-QUIJANO, R.,. 1988. *Grasas y Acietes* 39 : 245-253. 1988.

MENDEZ A.I., FALQUE E. 2007. Food Control 18: 521-529. 2007.

PRISTOURI G., BADEKA A., KONTOMINAS M.G. 2010. Food Control 21 (4): 412-418. 2010

DI GIOVACCHINO L., MUCCIARELLA M.R., COSTANTINI N., FERRANTE M.L., SURRICCHIO G., SESTILI S. 2002. Acta Horticulturae 586 (2) : 567-569. 2002.

VELASCO J., DOBARGANES C. 2002. European Journal of Lipid Science and Technology 104:661-676. 2002.

JADHAV S.J., NIMBALKAR S.S., KULKAMI A.D., MADHAVI D.L. 1996. Lipid oxidation in biological and food systems. Food Antioxidants. Madhavi, D.L., Deshpande S.S. Salunkhe D.K., Marcel Dekker Eds. P.5. New York, USA. 1996

KIRITSAKIS A., DUGAN L.R. 1985. Journal of the American Oil Chemists' Society 62 (5):892-896. 1985.

CAPONIO F., TERSA BILANCIA M., PASQUALONE A., SIKORSKA E., GOMES T. 2005. European Food Research and Technology 221:92-98. 2005.

LUNA G., MORALES M.T., APARICIO R. 2006. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54. 2006.

CONSEIL OLEICOL INTERNATIONAL, 2016 : Observatoire Nationales des filières agricole et agroalimentaire

CONSEIL OLEICOLE INTERNATIONAL. (2015). Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive.

CONSEIL OLEICOLE INTERNATIONAL. 2019. COI/T.15/NC N° 3/Rév. 14. 2019. pp. 1-3.**Chabour, M. (2003).** Olive oil extraction methods in Algeria: changes and surviving traditions.

Cichelli, A., & Pertesana, G. P. (2004).High-performance liquid chromatographic analysis of chlorophylls, pheophytins and carotenoids in virgin olive oils: chemometric approach to variety classification. Journal of Chromatography A, 1046(1-2), 141-146.

García-González, D. L., Aparicio-Ruiz, R., & Aparicio, R. (2008). Virgin olive oil-Chemical implications on quality and health. European Journal of Lipid Science and Technology, 110(7), 602-607.

Ouaouich, A., & Chimi, H. (2007). Guide du producteur de l'huile d'olive. Organisation des Nations Unies pour le Développement industriel.

Perrin, J. L. (1992). Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et de son huile. Revue française des corps gras, 39(1-2), 25-32.

Tanouti, K., Serghini-Caid, H., Sindic, M., Wathelet, J. P., ... & Elamrani, A. (2011, December).Caractérisation des composés volatils des huiles d'olive produites dans des coopératives de la région orientale du Maroc. In 5èmes Journées Internationales d'Etude sur les Lipides-JIEL 2011.

Veillet, S. (2010, June). Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. Avignon.

□ **DIEFFENBACHER A. BUXTORF U. P. DERUNGS R. FRIEDLI R. GROB**

K. ZÜRCHER, K., (1998)- Graisses comestibles, huiles comestibles et graisses émulsionnées. In Manuel suisse des denrées alimentaires. Ed MSDA. , p 149.

CLAVÉ J., (2008)-Quels avenir pour les huiles d'olive des Alpes de Haute Provence, mémoire d'ingénieur, Montpellier Sup Agro Institut des Régions Chaudes, France, p71.

Tanouti K., Serghini-caidH., ChaiebE., Benali A., Harkous M., Etelamrani A., 2011.Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. Les technologies de laboratoire, volume 6, n°22. PP.5-9.

SEKOUR B., (2012). Phytoprotection de l'huile d'olive vierge par ajout des plantes végétales Université MHAMED BOUGARA BOUMERDES.

Dabbou S, Gharbi I, Dabbou S, Brahmi F, Nakbi A. Impact of packaging material and storage time on olive oil quality. African Journal of Biotechnology. 2011; **10**: 16937–16947.

Pardo JE, Cuesta MA et Alvarruiz A. Evaluation of potential and real quality of virgin olive oil from the designation of origin “Aceite Campo de Montiel”(Ciudad Real, Spain).Food Chemistry. 2007 ; **100**: 977–984.

Boulfane S, Maata N, Anouar A, Hilali S. Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc. Journal of Applied Biosciences.2015; **87** : 8022– 8029.

LEDROLE R., SICILIANO A., RAMU I., 2004. L'olivier pas à pas. Groupement des Oléicultures de Haute Provenance et du Luberon. Edisud Ed. Paris p 82-83

TANOUTI K., ELAMRANI A ,SERGHINI-CAID H.,KHALID A.,. BAHETTA Y, BENALI A.,HARKOUS M. ET KHIAR M. 2010. caractérisation d'huiles d'olive produites dans des cooperative pilotes (lakrarma et kenine) au niveau du maroc oriental. 2010.

MEFTAH H., LATRACHE H., HAMADI F., HANINE H., ZAHIR H. ET EL LOUALI M. (2014). Comparaison des caractéristiques physicochimiques des huiles d'olives issues de différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc). Jornal of Material and Environnement Sciences, 5 : 641-646.

Chimi H. Transfert de technologie en agriculture : Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. Bulletin mensuel d'information de la liaison du PNTTA. IAV Hassan II, Rabat, Royaume du Maroc. 2006 ; 141

El Antari A, El Moudni A, Ajana H. Evolution comparative de la qualité et de la composition acide de l'huile d'olive chez quelques variétés méditerranéennes cultivées au Maroc. Olivae. 2003; **95**: 26-31.

Lazzeri. Y., 2009. Les défis de la mondialisation pour l'oléiculture méditerranéenne. L'olivier en Méditerranée, conférence Centre Culturel Français de Tlemcen – Algérie. Centre d'Études et de Recherches Internationales et Communautaires (CERIC) – UMR CNRS 6201 - Faculté de Droit et de Science politique, Université Paul Cézanne Aix Marseille.

Meftah H., Latrache H., Hamad F., Hanine H., Zahir H., et EL Louali M., 2013. Comparaison des caractéristiques physicochimiques des huiles d'olives issus de différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc).PP.4-5

Garnier C., 2013.Huiles d'olive. <http://www.quechoisir.org>.

Tanouti K., Serghini-caidH., ChaiebE., Benali A., Harkous M., Etelamrani A., 2011.Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. Les

technologies de laboratoire, volume 6, n°22. PP.5-9.

COI, CONSEIL OLEICOLE INTERNATIONAL. 2013. Conseil Oléicole International (COI, 2013) - Estimations pour 2013/14, market newsletter no 76 – October 2013, p 6. 2013.

CONSEIL OLEICOLE INTERNATIONAL. (2011). Normes commerciales applicables aux huiles d'olive

CODEX, ALIMENTARIUS. 1981. International food standards. Standard for olive oils and olive pomace oils. [En ligne] 1981.

Karleskind A., 1992. Manuel des corps gras. Ed TEC et Doc. Lavoisier. Paris. P.12-19.

CODEX, ALIMENTARIUS. 1981. International food standards. Standard for olive oils and olive pomace oils. [En ligne] 1981.

Bendini A, Bonoli M, Cerretani L, Bigguzi B, Lercker G, Toschi, TG. Liquid and solid phase extractions of phenols from virgin olives oil and their separation by chromatographic and electrophoretic methods. J. Chromatogr. 2003; **985** :425–433.

Tanouti K, Serghini-Cald H et Chaleb E. Amélioration qualitative d'huile d'olive produites dans le maroc oriental. Les technologies de Laboratoire. 2011 ; **6** :22.

BOUBEKRI, C., 2014. Etude de l'activité antioxydant des polyphénols extraits de *Solanum melongena* par des techniques électrochimiques, Sciences de la matière.

Mohamed Khider – Biskra, p. 160

KADRI, N., KHETTAL, B., AID, Y., KHERFELLAH, S., SOBHI, W., BARRAGAN-MONTERO, V., 2015. Some physicochemical characteristics of pinus (*Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster* and *Pinus canariensis*) seeds from North Algeria, their lipid profiles and volatile contents. Food Chemistry 188, 184-192.

Gracia A., Brenes M., Gracia P., Romero C., et Garrido A. (2003).

Phenolic content of commercial olive oils. European Food Research and Technology. 216 (6): pp520-525.

Boudhioua N., Ben Slimen I., Bahloul N. et Kechaou N. (2008). Etude du séchage par infrarouge de feuilles d'olivier d'origine tunisienne. Revue des Energies Renouvelables SMSTS' Alger : 111-116.

COI., 2014. Le monde oléicole. Huile d'olive et la santé. L'huile d'olive et ses propriétés antioxydants. <http://www.internationaloliveoil.org/>

Ranalli, A. Ferrante, M.L. De Mattia, G. et Costantini, N. (1999). Analytical evaluation of virgin olive oil of first and second extraction. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(2): 417-424.

CONSEIL OLEICOLE INTERNATIONAL. (2011). Normes commerciales applicables aux huiles d'olive

Romani A, Ieri F, Urciuoli S, Noce A, Marrone G, Nediani C, Bernini R. Health Effects of Phenolic Compounds Found in Extra-Virgin Olive Oil, By-Products, and Leaf of *Olea europaea* L. Nutrients. 2019, 1; **11**(8):1776.

Chabour M., 2009. Production d'huile d'olive en Algérie. Implications des normes commerciales internationales. Le trait d'union des opérateurs économiques pour le Renouveau du Monde Agricole et Rural. N° 4.P.11.

Boudhioua N., Ben Slimen I., Bahloul N. et Kechaou N. (2008). Etude du séchage par infrarouge de feuilles d'olivier d'origine tunisienne. Revue des Energies Renouvelables SMSTS' Alger : 111-116.

Benlemlih M., Ghanam J., 2012. Polyphénols d'huile d'olive trésors et santé.

Polyphénols aux actions antioxydants, anti-inflammatoires, anticancéreuses, anti-âge et protectrices cardiovasculaires. Édition marcopietteur. Belgique. PP. 11-57.

Karleskind A., 1992. Manuel des corps gras. Ed TEC et Doc. Lavoisier. Paris. P.12-19.

Luaces, P., Pérez, A., et Sanz, C. (2003). Role of olive seed in the biogenesis of virgin olive oil aroma. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 4741-4745.

SEKOUR B., (2012). Phytoprotection de l'huile d'olive vierge par ajout des plantes végétales Université MHAMED BOUGARA BOUMERDES.

Franco Ribeiro E, Carregari Polachini T, Reis Carvalho G, Telis Romero J, Ferreira Cabral RA. Thermophysical properties of different olive oils: Evaluating density and rheology through a fluid dynamic approach. *European journal of lipid science and technology*. 2018.

Bouchenak O, Yahiaoui K, Toubal S, Benhabyles N, Laoufi R et Arab K. Etude comparative des huiles de cinq régions d'Algérie (Bouira, Bejaia, Biskra, Dellys et Jijel). *Agrobiologia*. 2018 ; 8 (2) :1038-1046.

Wolff JP . Manuel d'analyses des corps gras. 1968. Ed. Azoulay, Paris.

ISO 6883(1987) ISO 6883 Corps gras d'origines animale et végétale — Détermination de la masse volumique conventionnelle (poids du litre dans l'air) : 2017.

KALUM, NDOWA. (2008), Note de cours de physique générale (mécanique générale), premier graduat agronomie/ Unikin,

STEPHAN K. (2013). Viscosity of dense fluids, Springer Science & Business Media.

CHEFTEL, J. ET CHEFTEL H. (1976). Introduction to the biochemistry and Technology of foods.

ZOU, Y. ET JIANG A. (2016). Effect of ultrasound treatment on quality and microbial load of carrot juice. *Food Science and Technology*, 36 : 111-115.

Olivé i Ollé, M. (1998). El uso de Ariel como vía de recepción y de transmisión de documentos en el Servei de Préstec Interbibliotecari de la Universtat Rovira i Virgili. In IX Jornadas ABBA, Tarragona, 12, 13 y 14 de Noviembre de 1998. Informes de las Comisiones de trabajo. Jornadas. Taller de conservación de la documentación (pp. 61-68). ABBA.

Annexes

Annexe 01: Détermination de l'acidité

Matériels et réactifs

Matériels	Réactifs
<ul style="list-style-type: none">○ Balance analytique○ Burette graduée de 25ml○ Erlenmyer○ Plaque chauffante	<ul style="list-style-type: none">○ Oxyde di éthylique éthanol○ Hydroxyde de potassium, solution éthanolique titrée (KOH) a 0,1 mole par litre○ Phénolphtaléine, solution a 10 grammes par litre dans l'éthanol

Mode opératoire

Dans un erlenmyer 1 : mettre 25 ml d'éthanol plus 0,5 de la solution de phénolphtaléine, porter a ébullition.

A température encore élevée neutraliser (utilisant une burette) avec la solution en agitant l'Erlenmyer avec 0,1 mol/l de KOH jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante pendant 10 seconde,

Dans un erlenmyer 2 : on pèse 2,5 g d'Huile,

On ajoute l'éthanol neutralise, mélanger soigneusement puis on porte le contenu encore une fois a ébullition et titrer avec la solution de KOH par la burette jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante pendant au moins de 10 secondes

Puis noter la chute de la burette: c'est le volume de KOH.



Figure 34: détermination de l'indice de L'acidité

Annexe 02 : Détermination de l'indice de peroxyde

Matériels et réactifs

Matériels	Réactifs
<ul style="list-style-type: none">○ Erlenmyer○ Plaque chauffante○ Burette de 25 ml○ Becher○ Pipette○ Balance analytique	<ul style="list-style-type: none">○ Eau distillée○ Chloroforme○ Acide acétique○ Iodure de potassium○ Eموis d'amidon a 1%○ Solution de thiosulfate de sodium($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) a 0,01%

Mode opératoire

Peser 2g d'huile dans un ballon

Ajouter 10ml de chloroforme ; puis 15ml d'acide acétique

Adition 1ml d'iodure de potassium KI (solution aqueuse saturée préparer juste avant son emploi, 0,5g pour 1ml

Boucher aussitôt le ballon, on agitant le mélange pendant 1mn, le laisser a l'abri de la lumière pendant 5 minutes

Ajouter 75ml d'eau distiller et quelque gouttes d'empois d'amidon a 1%,la coloration bleu fonce apparait

Titre l'iode libère avec la solution de thiosulfate de sodium 0,01N jusqu'à la décoloration complète

Faire en parallèle un essai blanc sans l'huile.



Figure 35 : Détermination de l'indice de peroxyde

Annexe 03 : Détermination de l'indice d'iode

Matériels et réactifs

Matériels	Réactifs
<ul style="list-style-type: none">○ Erlenmyer○ Balance analytique○ La pipette○ Becher○ Agitateur magnétique○ La burette	<ul style="list-style-type: none">○ L'éthanol a 96%○ Iode alcoolique a 0,2N○ Solution d'amidon a 1%○ Solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)○ Eau distillée

Mode opératoire

Dans un ballon tare nous introduisons 0,2g d'huile d'olive, auquel nous ajoutons 10 ml d'éthanol a 96%, 10 ml d'iode alcoolique (0,2N) et 30 ml d'eau distillée.

L'ensemble de contenu sera agite puis laisse a l'abri de la lumière pendant 5 minutes .

L'iode libère sera titre jusqu'à l'apparition de la coloration jaune.

On ajoute 1 ml de la solution d'amidon 1% pour la solution précédente pour avoir une coloration bleu foncé.

Le titrage dans le volume sera relevé avec la solution de thiosulfate de sodium jusqu'à la disparition de la coloration bleu

Un essai blanc sera effectuée en parallèle pour ce protocole expérimentale



Figure 36 : Détermination de l'indice d'iode

Annexe 04 : teneur en composés phénoliques

Matériels et réactifs

Matériels	Réactifs
<ul style="list-style-type: none">○ Tubes à essai○ Pipette et micro pipette○ Bêchers○ Balance analytique○ Spectrophotomètre	<ul style="list-style-type: none">○ solution méthanol (5%)/eau (95%)○ eau distillée○ acide gallique○ hexane○ solution de bicarbonate de sodium○ folin cioaltea

Mode opératoire

Préparation de la gamme étalon de l'acide gallique

Dans 100 ml d'éthanol/eau (95ml d'eau et 5ml de méthanol) on ajoute 1mg d'acide gallique pour préparer une solution,

A partir de cette solution on prépare des solutions diluées de 5ml aux concentrations : 2mg/l, 4mg/l, 6mg/l, 8mg/l

On ajoute 0,5ml de folin cioaltea avec 1ml de bicarbonate de sodium pour chaque dilution

On agite et on complète avec méthanol/eau jusqu'à 25ml, on laisse les solutions 1hs à l'obscurité puis mesurer l'absorbance.

Dosage des composés phénoliques dans l'huile

On pèse 2,5g d'huile dans un bécher, on ajoute 5ml de la solution méthanol/eau

On agite vigoureusement pendant 2min puis on la laisse reposer 5 min jusqu'à la séparation des deux phases

On récupère 0,5ml de la phase aqueuse on lui ajoute 4,5ml de méthanol/eau et 0,5ml de réactif de folin cioaltea avec 1ml de bicarbonate de sodium et on complète avec méthanol/eau jusqu'à 25ml

On les laisse à l'abri de la lumière pendant une heure puis on mesure l'absorbance à 720 nm.

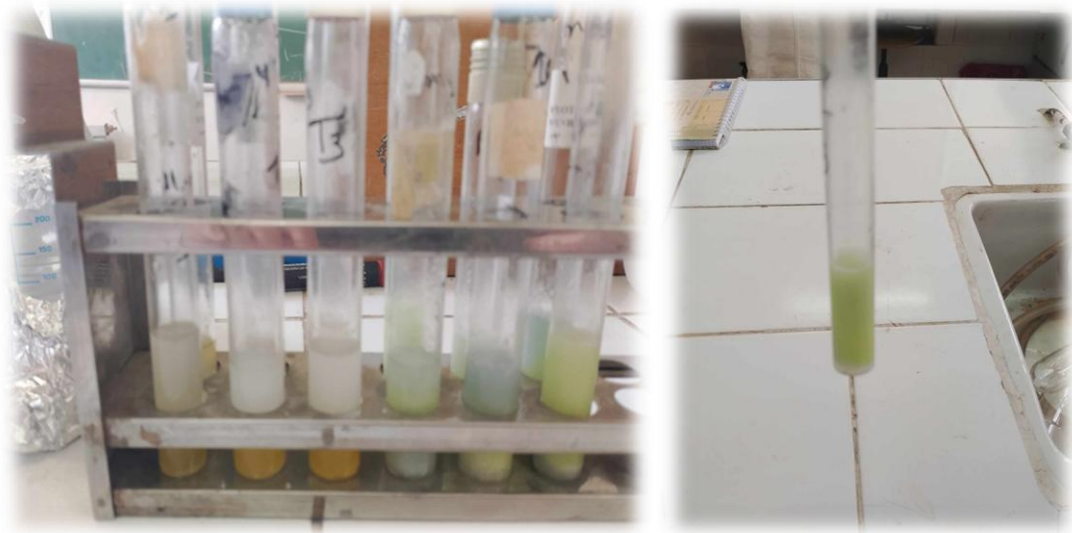


Figure 37 : Détermination des composés phénoliques

Annexe 05: Détermination de la densité

Materiel

- Balance analytique
- Bécher
- Pipette

Mode opératoire

Nettoyer et sécher le bécher, peser le moule vide et propre a l'aide d'une balance analytique, poser le moule sur une surface horizontale , remplir le moule avec un volume de 10ml d'huile d'olive ensuite on le nettoie et on le sécher.

Pour chaque échantillon on remplit le bécher avec 10ml d'huile et on détermine la masse.



Figure 38 : Détermination de la densité

Annexe 06 : Détermination de la viscosité

Matériel

- Viscosimètre a bille
- Chronomètre

Mode opératoire

Pour mesurer la viscosité , on chronomètre le temps mis par sa bille pour passer d'un premier repère vers un second et on y déduit sa vitesse de chute.



Figure 39 : Détermination de la viscosité

Annexe 07 : Tableau des résultats de l'analyse de la variance pour l'acidité (%) de l'huile d'olive en fonction de facteur deux modes d'extraction

	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type
Echantillon 1	3	2,64	0,30	0,55
Echantillon 2	3	1,41	0,01	0,10

Annexe 08 : Tableau des résultats de l'analyse de la variance pour l'indice de peroxyde de l'huile d'olive en fonction de facteur deux modes d'extraction

	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type
Echantillon 1	3	6,00	4,75	2,18
Echantillon 2	3	9,83	1,58	1,26

Annexe 09 : tableau des résultats de l'analyse de la variance pour l'indice d'iode de l'huile d'olive en fonction de facteur deux modes d'extraction.

	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type
Echantillon 1	3	65,83	8,21	2,87
Echantillon 2	3	74,65	8,82	2,97

Annexe 10 : tableau des résultats de l'analyse de la variance pour composé phénolique totaux de l'huile d'olive en fonction de facteur deux modes d'extraction

	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type
Echantillon 1	3	268,52	1127,44	33,58
Echantillon 2	3	370,49	105,39	10,27

Annexe 11 : tableau des résultats de l'analyse de la variance pour teneur en eau de l'huile d'olive en fonction de facteur deux modes d'extraction

	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type
Echantillon 1	3	0,08	0,00	0,03
Echantillon 2	3	0,01	0,00	0,01

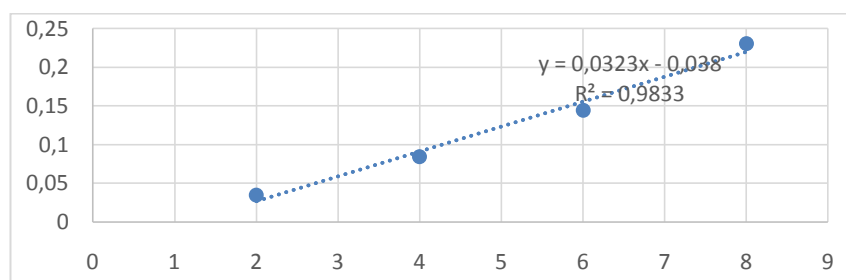
Annexe 12 : tableau des résultats de l'analyse de la variance pour densité de l'huile d'olive en fonction de facteur deux modes d'extraction.

	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type
Echantillon 1	3	0,85	0,00	0,00
Echantillon 2	3	0,86	0,00	0,01

Annexe 13 : tableau des résultats de l'analyse de la variance pour viscosité de l'huile d'olive en fonction de facteur deux modes d'extraction.

	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type
Echantillon 1	3	66,90	2,17	1,47
Echantillon 2	3	72,31	4,32	2,08

Annexe 14 : courbe d'étalonnage



Résumé

L'olivier est la culture fruitière la plus répandue en Algérie, s'adaptant à tous les climats du pays.

L'huile d'olive, principale source de matières grasses du régime méditerranéen, est renommée pour ses bienfaits pour la santé en raison de sa composition en acides gras bénéfiques. Sa production ne peut se faire qu'à partir des fruits de l'olivier, exclusivement par des procédés mécaniques.

Il ressort des résultats obtenus que l'acidité de l'huile d'olive extraite selon le mode traditionnel est plus élevée de l'huile d'olive extraite selon le mode moderne, de même pour les composés phénoliques l'huile extraite selon le mode moderne et plus riche, pour l'indice d'iode l'huile extraite par la méthode moderne contient plus d'acide gras insaturés et qui est considéré comme favorable.

Néanmoins, les deux huiles (traditionnelles et modernes) sont conformes à la norme de Conseil Oléicole International.

En appuyant sur les valeurs des critères analysés que l'huile moderne sont classée comme l'huile vierge, et l'huile traditionnelle et classé comme huile courante.

Mots clé : huile d'olive, mode d'extraction, analyse physico-chimique.

Abstract

The olive tree is the most widespread fruit crop in Algeria, adapting to all climates across the country.

Olive oil, the main source of fats in the Mediterranean diet, is renowned for its health benefits due to its composition of beneficial fatty acids. Its production can only be carried out using olives and exclusively through mechanical processes.

Results indicate that olive oil extracted using traditional methods tends to have higher acidity compared to oil extracted using modern methods. Additionally, modern extraction methods yield olive oil richer in phenolic compounds and higher in iodine index, indicating a higher content of unsaturated fatty acids, which are considered beneficial.

However, both traditional and modern oils comply with International Olive Council standards.

Based on the criteria analyzed, modern oils are classified as virgin olive oil, while traditional oils are classified as regular olive oil.

Keywords: olive oil, extraction methods, physicochemical analysis