

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université « Mouloud Mammeri » de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Alimentaires



Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique en Sciences
Alimentaires

Spécialité : Sécurité agro-alimentaire et assurance qualité

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

Réalisé par :

- M^{elle} LAKHLEF Manel
- M^{elle} SI TAHAR Kenza

Membre du jury

- Président : HAMMAD.I M.C.B
- Promoteur : M. SADOUDI. R M.C.A
- Examineur : LAHMISSI. A M.C.B



Remerciements

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude envers M. SADOUDI Rabah pour sa gratitude, son expertise et son soutien tout au long de l'élaboration de ce mémoire. Sa patience, ses conseils éclairés et sa disponibilité ont été d'une valeur inestimable.

Nous souhaitons également adresser nos remerciements à l'université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou pour avoir fourni un environnement propice à l'apprentissage et à la recherche ainsi qu'à tous les membres du personnel académique et administratif qui ont contribué à faciliter ce processus.

Nos sincères remerciements vont également à notre famille et à ma belle-famille pour leur soutien inconditionnel, leurs encouragements et leurs compréhensions durant cette période intense.

Enfin, nous n'oublierons pas de mentionner tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail, qu'ils soient cités ou non.

Nous remercions également les membres du jury LAHMISSI.A ;
HAMMAD.I pour leurs temps, leurs conseils et son évaluation critique, qui ont grandement contribué à l'amélioration et à l'achèvement de ce travail.

Merci à tous ceux qui ont rendu possible la réalisation de ce mémoire.





DEDICACES

Ce mémoire est dédié :

À mon mari KACED HAMID pour son amour infini et son soutien inconditionnel.

À mes chers parents pour leurs sacrifices et leur soutien constant.

À mes sœurs Lisa et Malak pour leur présence joyeuse et leur amitié précieuse.

À mes frères Amine et Mahdi pour leur force inspirante et leur soutien inestimable.

À tous, je dédie ce mémoire Avec amour et gratitude Pour leur Impact sur ma Vie et leur soutien inconditionnel

Qui ont été la force motrice derrière Cette réalisation



KENZA



DEDICACES

Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et
le courage de terminer ce travail

Je dédie ce travail :

A mes parents qui m'ont soutenue et conseillée tout au long
de mon parcours académique.

A mon frère et mes sœurs pour leur soutien et leur
encouragement durant tout mon parcours universitaire

A toute ma famille qui m'a encouragée et soutenue



Manel

Tables des matières

Liste des abréviations
Liste des tableaux
Listes des figures

Introduction 1

Première partie : partie bibliographique

I. Origine et production de l'huile d'olive.....3

I.1.Historique de la culture de l'olivier et de la production d'huile d'olive3

I.1.1.Olivier dans l'Antiquité3

I.1.2. Au moyen âge.....3

I.1.3.Aux temps modernes3

I.2.Principales régions productrices en Algérie.....4

I.2.1.Kabylie4

I.2.2Aurès.....5

I.2.3.Oranie.....5

I.3.Composition de l'huile d'olive6

I.4.Principaux composés bioactifs de l'huile d'olive et leur rôle dans la stabilité oxydative7

I.4.1.Antioxydants7

I.4.2.Mode d'action des composés bioactifs.....7

I.4.3.Facteurs influençant la teneur en composés bioactifs.....8

I.5.Analyse et contrôle de la qualité de l'huile d'olive.....8

I.6. Influence des conditions de culture,de récolte et de stockage sur la qualité.....9

I.6.1.Conditions de culture..... 9

I.6.2.Conditions de récolte..... 9

I.6.3.Conditions de stockage..... 10

I.7. Propriétés sensorielles et organoleptiques de l'huile d'olive	10
I.7.1. Facteurs influençant les propriétés sensorielles.....	11
I.7.2. Utilisations et applications de l'huile d'olive.....	11

II. Extraction traditionnelle et moderne de l'huile d'olive.....13

II.1. Méthodes traditionnelles.....	13
II.1.1. Description.....	13
II.2. Historique et contexte culturel de l'huile d'olive	13
II.2.1. Historique	13
II.2.2. Importance culturelle	14
II.3. Equipements utilisés et processus impliqués.....	14
II.4. Avantages et inconvénients.....	14
II.5. Méthodes modernes d'extraction de l'huile d'olive.....	15
II.5.1. Description.....	15
II.6. Evolution des technologies modernes et impact sur la qualité de l'huile d'olive.....	15
II.6.1. Types d'extraction modernes	15
II.6.2. Impact des technologies modernes sur la qualité de l'huile d'olive	16
II.7. Avantages et inconvénients de l'extraction moderne	16
II.8. Comparaison entre les méthodes traditionnelles et modernes	16
II.8.1. Analyse des rendements d'extraction	16
II.8.2. Qualité de l'huile produite	18
II.8.3. Considérations environnementales et économiques	18
II.8.4. Impact sur les caractéristiques organoleptiques de l'huile	19
II.8.5. Tendances actuelles dans le choix des méthodes d'extraction	20
II.9. Innovations récentes dans l'extraction de l'huile d'olive	20

II.9.1.Nouvelles technologies.....	20
------------------------------------	----

Deuxième partie : partie pratique

I. Matériel et méthodes	23
--------------------------------------	-----------

I.1 Echantillonnage.....	21
--------------------------	----

II.Méthodes d'analyses	22
-------------------------------------	-----------

II.1.Analyses physiques	22
-------------------------------	----

II.1.1.Densité	22
----------------------	----

II.1.2.Viscosité.....	23
-----------------------	----

II.2. Analyses chimiques.....	24
-------------------------------	----

II.2.1. Acidité libre	24
-----------------------------	----

II.2.2.Indice de peroxyde	25
---------------------------------	----

II.2.3.Indice d'iode	27
----------------------------	----

II.2.4.Composés phénoliques.....	38
----------------------------------	----

II.3.Analyse statistique	30
--------------------------------	----

II.Résultats et discussion	31
---	-----------

II.1.Analyses physiques.....	31
------------------------------	----

II.1.1. Densité.....	31
----------------------	----

II.1.2. Viscosité.....	32
------------------------	----

II.2.Analyses chimiques	33
-------------------------------	----

II.2.1. Acidité.....	33
----------------------	----

II.2.2. Indice de peroxyde	34
----------------------------------	----

II.2.3. Indice d'iode.....	35
----------------------------	----

II.2.4. Composés phénoliques.....	36
-----------------------------------	----

Conclusion37

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Abstract

Liste des abréviations

A%. Acidité

AFIDOL. Association Française Interprofessionnelle de l'Olivier

AFNOR. **Association** Française de Normalisation

AG. Acide gras

A.G.S. Acides Gras Saturés

AGMI. Acides Gras Mono Insaturés

C.O. I. Conseil Oléicole Internationale

CAR/PP. Centre d'activité régionale pour la consommation et production durable

F.A.O. Food and Agricultural Association

H.O. Huile d'olive

Ii. Indices d'iodes

IP. Indices de peroxyde

KOH. Hydroxyde de potassium

M. Masse molaire

MeOH. Alcool méthylique

Na₂SO₃. Thiosulfate de sodium

NaOH. Hydroxyde de Sodium

N. Normalité

R. Radical

ROO. Radical hydroperoxyde

ROOH. Radical hydroperoxyde

R-H. Acide gras

Listes des figures

Figure 1. Flacon d'huile d'olive de bouhinoune selon l'extraction moderne.....	21
Figure 2. Flacon d'huile d'olive de bouhinoune selon l'extraction huile traditionnelle. ..	21
Figure 3. Densimètre	22
Figure 4. Photo prise au laboratoire du viscosimètre.....	23
Figure5. Huile avant l'ajout de l'indice de coloration de « KOH ».....	25.
Figure 6 . Huile après la coloration rose.....	25
Figure 7 . Coloration bleu	26
Figure 8 . La disparition de la couleur bleu	26
Figure 9 . Coloration bleu violet.....	28
Figure 10. Changement de la couleur bleu violet vers le blanc.....	28
Figure 16 . Photo prise du spectrophotomètre.....	29

Liste des tableaux

Tableau I. Analyse des rendements d'extraction par méthodes d'extraction traditionnel et moderne	17
Tableau II. Valeur de la densité de l'huile d'olive étudiée	31
Tableau III. Valeur de la viscosité des échantillons d'huile d'olive étudiée	32
Tableau IV. Valeur % d'indice d'acide des échantillons d'huile d'olive étudiée	33
Tableau V. Valeur d'indice de peroxyde des échantillons d'huile d'olive étudiée	34
Tableau VI. Valeur d'indice d'iode des échantillons de l'huile d'olive étudiée.....	35
Tableau VII. Valeur des composés phénoliques des échantillons d'huile d'olive étudiée ..	36

Introduction

Introduction

Depuis des siècles, de la Grèce antique à nos jours, l'olivier a été un compagnon essentiel dans la vie des hommes. Son symbolisme riche et universellement reconnu confère à l'huile d'olive une importance cruciale dans le domaine agricole, surtout dans le bassin méditerranéen, où des nations telles que l'Espagne, la Grèce, l'Italie et la Tunisie sont des producteurs majeurs. (*Vinhaan et al., 2004*).

Classée au septième rang mondial dans la production d'huile d'olive, l'Algérie bénéficie d'un climat favorable à la culture de l'olivier, offrant ainsi une source de revenus significative pour sa population rurale. (*Maghreb Emergent., 2023*).

En tant que l'un des plus anciens jus de fruits purs l'huile d'olive suscite un intérêt croissant parmi les chercheurs et les consommateurs en raison de ses potentiels bienfaits pour la santé, qu'ils soient nutritionnels, sanitaires ou sensoriels. (*Yubero-Serrano et al., 2019*).

Les avantages de l'huile d'olive vont au-delà de l'acide oléique ou du métabolisme lipidique ; d'autres substances telles que les stérols et les tocophérols, dotés de propriétés antioxydants, contribuent à combattre le stress oxydatif impliqué dans diverses pathologies telles que l'athérosclérose, les maladies cardiovasculaires, certains types de cancers, les affections cérébrales et les dégénérescences liées au vieillissement prématuré. (*Beauchamp et al., 2004*).

Les qualités de l'huile d'olive découlent de l'interaction des facteurs agronomiques et technologiques tout au long du processus de production, depuis la culture des oliviers jusqu'à l'obtention de l'huile. (*Tatic et al., 2008*).

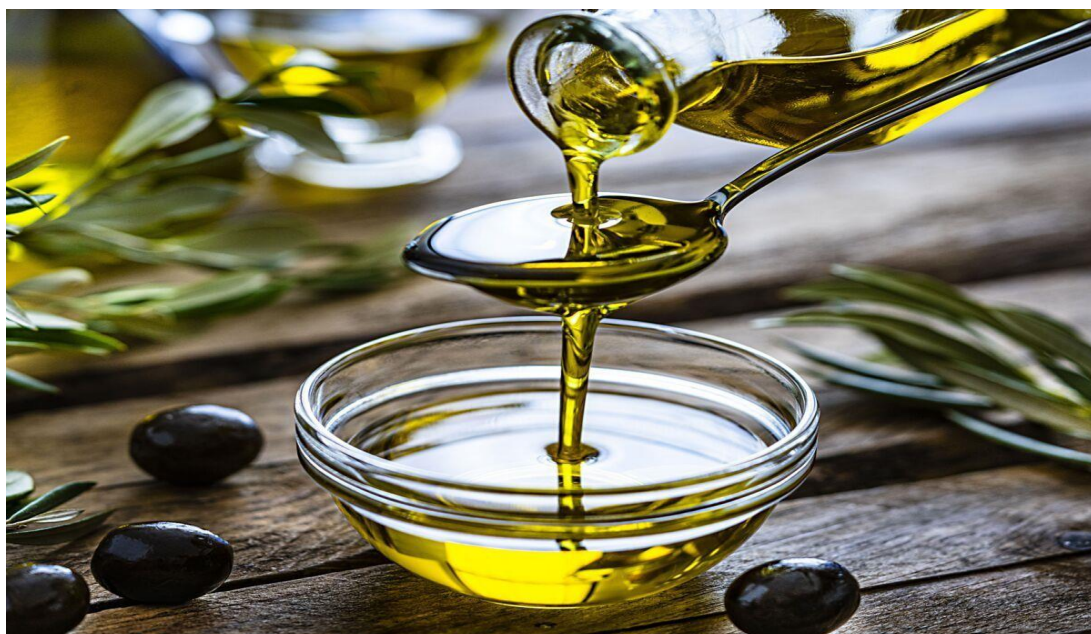
La commercialisation de l'huile d'olive est encadrée par les normes du Conseil Oléicole International (C.O.I), définissant les différentes appellations -chimiques garantissant sa qualité et sa pureté. (*Psomiadis et al., 2017*).

Le choix de la variété d'olive joue un rôle crucial dans la qualité de l'huile, car les caractéristiques génétiques déterminent en grande partie sa résistance aux maladies, aux ravageurs et aux variations climatiques. (*Tatic et al., 2008*).

L'intérêt croissant pour la qualité de l'huile d'olive a stimulé la recherche sur les facteurs influant sur son évolution et sa composition, avec une volonté de caractériser les différents types d'huile en fonction de leurs attributs spécifiques à une région ou à un cultivar donné. (*Frank surls.,2007*).

Toutes les valeurs thérapeutiques et nutritionnelles confirmées par de nombreux autres sont susceptibles d'être dégradées par divers facteurs. Dans la présente étude, nous nous sommes intéressés à l'effet du mode d'extraction sur les propriétés physico-chimiques de l'huile d'olive collectée dans la région de Bouhinoune.

Partie bibliographique



I. Origine et production de l'huile d'olive

I.1. Historique de la culture de l'olivier et de la production d'huile d'olive

I.1.1. Olivier dans l'Antiquité

L'olivier sauvage, connu sous le nom d'oléastre, est répandu dans diverses régions du bassin méditerranéen depuis les dernières périodes glaciaires, il y'a environ 60 000 ans. La culture de l'olivier est apparue beaucoup plus tard, avec des preuves de sa domestication datant d'il y'a 5500ans au sud d'Haïfa, dans le Proche-Orient, et d'il y'a 5000ans dans les Pyrénées-Orientales et en Espagne. Il semble que la production d'huile d'olive ait précédé celle de l'utilisation des olives elles-mêmes. (*Tasi et al., 2012*)

Les Phéniciens, les Minoens, les Égyptiens, les Grecs et les Romains ont été parmi les premiers à reconnaître et à tirer parti des multiples vertus de l'olivier. L'huile d'olive est devenue un produit très commercialisé, comme le montrent les nombreux vestiges d'amphores découverts dans des épaves de navires marchands coulés en Méditerranée. (*Tasi et al., 2012*)

I.1.2. Au Moyen Âge

Au Moyen Âge, la culture de l'olivier continue malgré le manque d'informations disponibles. Les olives et l'huile d'olive étaient soumises à des taxes. L'utilisation principale de l'huile d'olive était religieuse, servant à la préparation d'huiles sacrées utilisées lors des sacrements, bénies lors de la messe du jeudi Saint et distribuées aux églises. Les lampes qui éclairaient les autels étaient strictement alimentées par de l'huile d'olive conformément aux Saintes Écritures. (*Dubost., 2008*).

I.1.3. Aux temps modernes

L'apogée de la culture de l'olivier s'étend jusqu'en Australie, en Afrique du Sud, en Chine et au Japon, maison berceau reste la région méditerranéenne, qui demeure aujourd'hui le principal producteur d'huile d'olive et d'olives. Pendant cette période, aux côtés des utilisations traditionnelles de l'huile d'olive dans l'alimentation, les soins corporels et la médecine, un nouvel usage émerge : le Savon de Marseille, dont l'ingrédient principal est l'huile d'olive, apportant prospérité à Marseille et ses environs. (*Couret et Reynier., 2008*).

I.2.Principales régions productrices en l'Algérie

L'Algérie est l'un des principaux pays producteurs d'huile d'olive au monde, classée 7ème en termes de production mondiale. La culture de l'olivier est concentrée principalement dans le nord du pays, en particulier dans les régions montagneuses de la Kabylie, les Aurès et l'Oranie. (Christine.,2021)

Voici les principales régions productrices d'huile d'olive en Algérie :

I.2.1. Kabylie

La Kabylie est la région (figure1) la plus productrice d'huile d'olive en Algérie, avec plus de 60% de la production nationale. Les wilayas de Tizi Ouzou, Bejaïa et Bouira sont les plus importantes productrices de la région. L'huile d'olive de Kabylie est connue pour sa qualité et son goût unique. Elle est souvent obtenue à partir de la variété d'olives Kabyle, une variété rustique et bien adaptée au climat montagnard de la région. (Akcel., 2023). Voir Figure 1



Figure 1 : Image de Kabylie(Kabylie.,1962)

I.2.2. Aurès

Les Aurès (figure 2) sont une chaîne de montagnes située dans le nord-est de l'Algérie. La région est connue pour son climat aride et ses journées chaudes. Cependant, les nuits y sont fraîches, ce qui est idéal pour la culture de l'olivier. L'huile d'olive des Aurès est réputée pour son goût fort et sa couleur intense. Elle est souvent obtenue à partir de la variété d'olives Chemlal, une variété résistante à la sécheresse. (PIERRE., 1993). Voir Figure 2

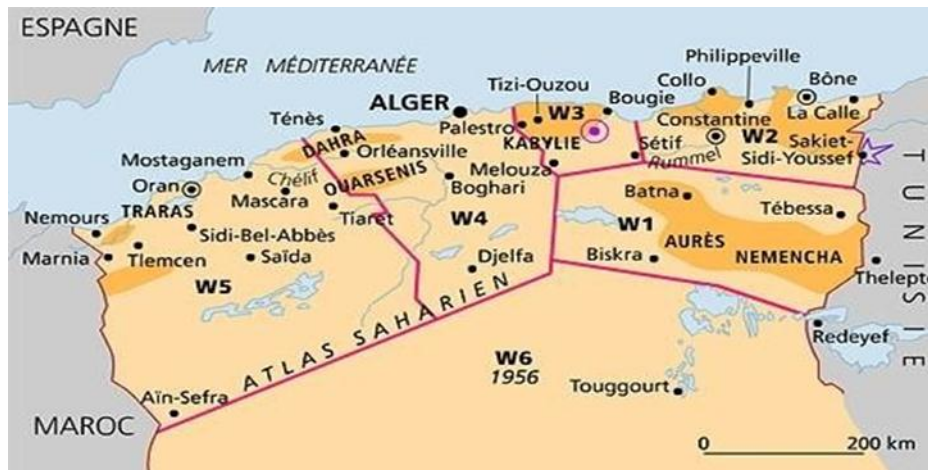


Figure 2 : Image d'Aurès (l'Algérie., 1962)

I.2.3. Oranie

La région d'Oran située dans l'ouest de l'Algérie, est reconnue pour la production d'huile d'olive de haute qualité. Oran bénéficie d'un climat méditerranéen favorable à l'oléiculture, avec des conditions idéales pour la culture des oliviers. Les méthodes de production modernes et traditionnelles coexistent dans cette région, permettant de maintenir des standards élevés tout en préservant les techniques ancestrales. (Chikhi. M., et al 2013).

Les producteurs de la région ont réussi à améliorer la qualité de leur huile en utilisant des techniques de production à froid, ce qui permet de préserver les propriétés organoleptiques et les bienfaits nutritionnels de l'huile d'olive. En effet, des huiles d'olive produites dans la région ont été distinguées dans des concours internationaux, soulignant leur excellence et leur pureté (Yousra O., 2023)

L'huile d'olive algérienne, y compris celle produite dans la région d'Oran, est reconnue pour ses bienfaits sur la santé, notamment pour la prévention des maladies cardiovasculaires et d'autres conditions chroniques grâce à sa richesse en acides gras mono-insaturés et en antioxydants. (Nawel.d., 2015). Voir Figure 3

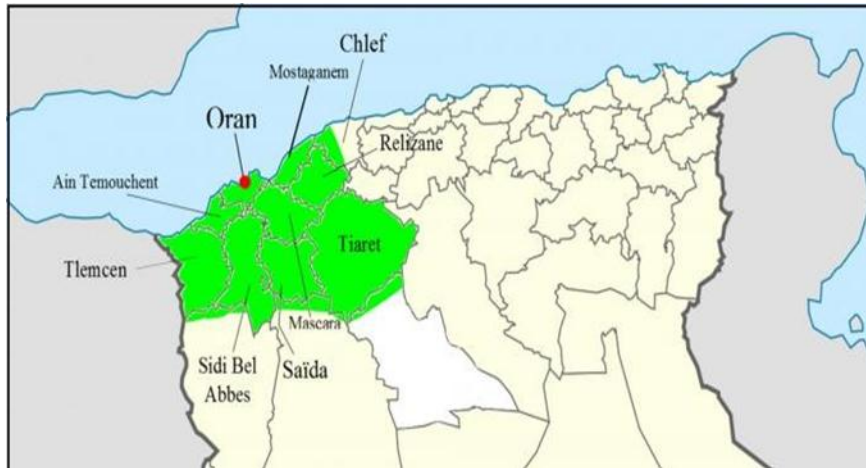


Figure 3 : Image de Oran en Algérie(OranaisDZ.,2010)

I.3.Composition de l'huile d'olive

L'huile d'olive algérienne joue un rôle crucial dans l'économie nationale, étant consommée localement et exportée vers de nombreux pays à travers le monde. Appréciée pour sa qualité, son goût, et ses bienfaits pour la santé, l'huile d'olive dépasse largement le statut de simple condiment. Issue du pressage des olives, elle possède une composition riche et complexe aux multiples avantages pour la santé (Djamel A., 2023).

Majoritairement constituée de lipides (environ 99%), l'huile d'olive est particulièrement riche en acide oléique ($\omega 9$), son principal composant (55 à 83%), qui est reconnu pour ses effets protecteurs sur le système cardiovasculaire (Servili M. et al., 2002).

Elle contient également des acides gras saturés (7,5 à 20%), qui confèrent à l'huile une texture solide à basse température, ainsi que des acides gras polyinsaturés essentiels, tels que l' $\omega 6$ (3,5 à 21%) et l' $\omega 3$ (environ 1%). Ces derniers sont indispensables à l'organisme, qui ne peut les synthétiser et doit les obtenir par l'alimentation. Outre les lipides, l'huile d'olive est une source de composés phénoliques (environ 1%), notamment la tromso, l'hydroxytyrosol et l'oleuropéine, connus pour leurs puissantes propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. Elle contient également des tocophérols (vitamine E), des antioxydants naturels qui protègent l'huile du rancissement et renforcent ses bienfaits pour la santé. Parmi les autres composants bénéfiques, on trouve les alcènes, des

hydrocarbures aux propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, les alcools terpéniques aux potentiels effets anti-inflammatoires, et les stérols, qui contribuent à la réduction du "mauvais" cholestérol (LDL) et à la santé cardiovasculaire. Enfin, les pigments comme la chlorophylle et les caroténoïdes donnent à l'huile d'olive sa couleur caractéristique, avec des teintes allant du vert au jaune. (*Boskou.D.,2006*).

La variété, le climat, le sol, la culture et l'extraction influencent la composition de l'huile d'olive. (*Beltan et al., 2013*)

I.4.Principaux composés bioactifs présents dans l'huile d'olive et leur rôle dans la stabilité oxydative

L'huile d'olive, bien plus qu'un simple condiment est un véritable trésor de la nature, riche en composés bioactifs qui lui confèrent de nombreux bienfaits pour la santé. Parmi ces bienfaits, on peut citer sa protection contre l'oxydation, un processus qui peut altérer sa qualité, son goût et produire des substances nocives. (*Bilal & Rana et al., 2011*)

I.4.1. Antioxydants

L'huile d'olive contient divers composés bioactifs qui sont efficaces pour lutter contre l'oxydation. Parmi les plus importants, on trouve : les phénols, la vitamine E, les caroténoïdes. (*Boskou.D.,2006*).

Les phénols, tels que le tyrosol, l'hydroxytyrosol, l'acide caféique et l'oleuropéine, agissent comme de puissants antioxydants en neutralisant les radicaux libres, des molécules instables capables d'endommager les cellules et de favoriser l'oxydation de l'huile. (*Bendich et al., 2011*)

La vitamine E (tocophérols) : Un antioxydant liposoluble hors pair, la vitamine E protège les membranes cellulaires des dommages oxydatifs. L'huile d'olive est une source naturelle de vitamine E, en particulier d'alpha-tocophérol. (*Traber & Maret., 2007*)

Les caroténoïdes, ces pigments naturels présents en petites quantités, apportent à l'huile d'olive sa couleur jaune-or et la protègent également contre les dommages oxydatifs grâce à leurs propriétés anti oxydantes. (*Bendich et al., 2011*)

I.4.2. Mode d'action des composés bioactifs

La protection de l'huile d'olive par les composés bioactifs se joue à plusieurs niveaux, les phénols et la vitamine E neutralisent ces molécules instables avant qu'elles n'attaquent les acides gras de l'huile et déclenchent le processus d'oxydation. Le fer et le cuivre, présents naturellement dans l'huile, peuvent agir comme catalyseurs de l'oxydation. (*Bendich et al., 2011*)

Les phénols en se liant à ces métaux, les rendent inactifs (chélateur) et empêchent leur contribution à l'oxydation de l'huile. Enfin, amélioration de la stabilité des enzymes. L'huile d'olive contient des enzymes naturelles qui peuvent également contribuer à son oxydation. (Nathalie.D.,2023).

Les phénols protègent ces enzymes de la dégradation et maintiennent leur activité, ce qui renforce la stabilité globale de l'huile. (Bendich et al., 2011)

I.4.3. Facteurs influençant la teneur en composés bioactifs

La teneur en composés bioactifs de l'huile d'olive peut varier en fonction de plusieurs facteurs : la variété d'olive, le degré de maturation, les méthodes de production. Différentes variétés d'olives ont des teneurs variables en composés bioactifs. Les olives cultivées dans des conditions de stress, comme un sol pauvre ou un climat sec ont tendance à en avoir des niveaux plus élevés en raison de leur réponse protectrice. (Wang et al., 2012).

Le degré de maturité des olives récoltées à un stade de maturité plus avancé ont généralement des teneurs plus élevées en composés bioactifs, car ces composés s'accumulent pendant la maturation du fruit. (Herbach et al.,2006).

Enfin les méthodes de production, la méthode d'extraction et les conditions de stockage influencent également la teneur en composés bioactifs. L'extraction à froid réalisée à des températures n'excédant pas 27°C, est particulièrement efficace pour conserver les composés bioactifs. (Baccouri et al., 2008)

I.5.Analyse et contrôle de la qualité de l'huile d'olive

L'assurance de la qualité de l'huile d'olive est un processus vital pour préserver sa pureté, son état frais, et ses caractéristiques sensorielles, l'évaluation sensorielle c'est une étape initiale elle implique l'analyse sensorielle par des dégustateurs experts qui évaluent l'huile selon des critères tels que son arôme, sa saveur, sa texture et son apparence. (IOOC.,2020)

Ils recherchent notamment l'absence de défauts sensoriels comme la rance, le moisi, ou une amertume excessive, l'analyse chimique comprend la détermination de divers paramètres chimiques tels que l'acidité, le peroxyde, les valeurs de cire, la teneur en humidité, les stérols et les composés phénoliques. (Tsmidou et al.,2014)

Ces analyses permettent de juger de la fraîcheur de l'huile, de son niveau d'oxydation et de ses caractéristiques nutritionnelles, l'analyse physico-chimique englobe une série de tests pour évaluer la stabilité de l'huile dans différentes conditions, notamment des tests de stabilité thermique, d'indice de peroxyde, de densité, de viscosité et de composition en acides gras. Le contrôle microbiologique implique la réalisation de tests microbiologiques afin de détecter la présence éventuelle de micro-

organismes indésirables comme les bactéries, les levures et les moisissures, assurant ainsi la sécurité alimentaire. (Goulas *et al.*,2012).

Le contrôle de l'authenticité et de l'origine est crucial, il permet de vérifier l'authenticité de l'huile d'olive et de confirmer son origine géographique à l'aide de techniques telles que la chromatographie en phase gazeuse et la spectrométrie de masse. Le contrôle de la conservation et du stockage sont nécessaires pour surveiller la stabilité de l'huile d'olive au fil du temps et garantir qu'elle continue de répondre aux normes de qualité après le stockage. (Di Gioacchino *et al.*,2002)

Enfin, l'huile d'olive peut être soumise à diverses certifications et normes de qualité telles que l'AOC en France ou la DOP en Italie, garantissant ainsi sa qualité, sa sécurité et son authenticité pour les consommateurs. (C.O.I.,2024)

I.6.Influence des conditions de culture, de récolte et de stockage sur la qualité

La qualité de l'huile d'olive est un facteur déterminant de sa valeur commerciale et de ses bienfaits pour la santé. Elle est influencée par de nombreux paramètres, dont les conditions de culture, de récolte et de stockage. (Caruso, G *et al.*,2019)

I.6.1. Conditions de culture

Chaque variété d'olive possède des caractéristiques propres qui influencent la composition et les propriétés de l'huile. Le choix de la variété adapté au climat et au sol est crucial pour obtenir une huile de qualité, les facteurs climatiques tels que la température, l'ensoleillement, les précipitations et le vent influencent la croissance des oliviers et la composition de leurs fruits. Un climat favorable permet d'obtenir des olives saines et riches en composés bénéfique pour que l'huile, la nature du sol, sa richesse en nutriments et son Ph influencent également la croissance des oliviers et la qualité des olives. Un sol fertile et bien drainé est important pour une production d'olives de qualité, les pratiques culturales telles que la fertilisation, l'irrigation, la taille et la lutte contre les maladies et les ravageurs influencent la santé des oliviers et la qualité des olives. Des pratiques culturales durables et respectueuses de l'environnement contribuent à la production d'une huile d'olive de haute qualité. (Aparicio &Hardwood., 2013).

I.6.2. Conditions de récolte

Le stade de maturité des olives lors de la récolte est un facteur déterminant pour la qualité de l'huile. Des olives récoltées à un stade optimal de maturité permettent d'obtenir une huile riche en composés bénéfiques et au goût harmonieux, le mode de récolte, manuel ou mécanique, peut influencer la qualité des olives. (Angerosa, F., *et al* 2001).

Une récolte manuelle permet de préserver l'intégrité des fruits et d'éviter les meurtrissures qui peuvent altérer la qualité de l'huile. Les conditions climatiques lors de la récolte, telles que la température et l'humidité, peuvent également influencer la qualité des olives. Des conditions favorables permettent de préserver les caractéristiques des fruits et d'éviter leur altération. (*Mousa et al., 2001*)

I.6.3. Conditions de stockage

L'huile d'olive doit être stockée à une température fraîche et constante, idéalement entre 15°C et 18°C. Des températures trop élevées peuvent accélérer l'oxydation de l'huile et altérer sa qualité, l'huile d'olive doit être stockée à l'abri de la lumière directe, qui peut également favoriser l'oxydation et la dégradation de l'huile. Il est recommandé de conserver l'huile dans des bouteilles en verre opaque ou en acier inoxydable, l'huile d'olive est sensible à la photo-oxydation, un processus qui peut altérer sa qualité et son goût. Il est important de minimiser l'exposition de l'huile à l'air et de la conserver dans des récipients hermétiques. (*Di Giovacchino. L et al.,2002*).

I.7. Propriétés sensorielles et organoleptiques de l'huile d'olive

En plus de ses bienfaits pour la santé, l'huile d'olive se distingue par ses propriétés sensorielles exceptionnelles, qui en font un produit d'excellence. (*Ramos, Gabriel et al.,2019*)

La couleur de l'huile d'olive est le premier critère organoleptique à captiver le consommateur. Une huile d'olive vierge extra de qualité dévoile une palette de couleurs allant du jaune d'or vif au vert intense, selon la variété d'olive et son degré de maturité, plus la couleur tire vers le vert, plus l'huile ne provient d'olives, récoltées précocement et offre un goût vif et piquant. À l'inverse, une teinte jaune d'or indique une maturité plus avancée et un goût plus doux, l'aspect de l'huile est également un paramètre important. Une huile vierge extra de qualité doit être limpide et exempte de tout dépôt. La présence de particules en suspension est un signe d'une huile altérée ou de qualité inférieure. (*Gerber., 2016*)

L'intensité du parfum varie en fonction de la variété d'olive et du mode de production. Pour apprécier pleinement son arôme, l'huile d'olive doit être sentie à température ambiante. (*Di Giovacchino, L., et al 1994*)

La dégustation de l'huile d'olive est l'étape ultime pour découvrir toutes ses nuances gustatives. Une huile d'olive vierge extra de qualité offre une panoplie de saveurs en bouche, présentant un goût harmonieux et un équilibre parfait entre amertume, piquant et douceur. (*IOC*).

I.7.1. Facteurs influençant les propriétés sensorielles

Les propriétés sensorielles de l'huile d'olive sont influencées par plusieurs facteurs dont : la variété, le degré de maturité et le mode de production. (*Boskou, D.,2015*).

Chaque variété d'olive possède ses propres caractéristiques aromatiques et gustatives, des olives récoltées précocement donnent une huile plus verte, amère et piquante, tandis que des olives plus mûres donnent une huile plus jaune, douce et ronde, la méthode d'extraction, la température de pressage et les conditions de stockage influencent également les propriétés sensorielles de l'huile d'olive. (*Aparicio & Hardwood.,2013*).

L'analyse sensorielle est un outil essentiel pour évaluer la qualité de l'huile d'olive. Elle permet de détecter les défauts sensoriels tels que le rancissement, le goût de moisi ou le goût métallique. Des dégustateurs, experts formés et reconnus, réalisent des analyses sensorielles selon des méthodologies rigoureuses. (*Kiritsakis, A.,1998*).

I.7.2. Utilisations et Applications de l'huile d'olive

L'huile d'olive trouve une large gamme d'applications dans la cuisine, les soins de la peau et même dans le domaine médical, en raison de ses qualités nutritives et de ses bien faits pour la santé.

Utilisée abondamment dans la cuisine méditerranéenne pour diverses méthodes de cuisson, l'huile d'olive est un ingrédient de choix pour la friture, l'assaisonnement des salades, la préparation de sauces et la confection de pâtisseries. Des recherches telles que celles de (*Visioli et al.,2000*) ont examiné les impacts positifs de la consommation d'huile d'olive sur la santé cardiovasculaire, mettant en avant ses propriétés anti-inflammatoires et anti oxydantes.

En raison de ses propriétés hydratantes et apaisantes, l'huile d'olive est un ingrédient courant dans la fabrication de savons, de crèmes pour le corps, de baumes à lèvres et de produits capillaires. Des études comme celle d'(*Aparicio-Soto et al., 2016*) ont examiné les effets bénéfiques de l'huile d'olive sur la santé de la peau, soulignant ses propriétés anti-inflammatoires et cicatrisantes.

L'huile d'olive est utilisée depuis longtemps dans diverses pratiques médicales traditionnelles pour traiter les affections gastro-intestinales, les problèmes cutanés, les inflammations et les douleurs articulaires. Des études telles que celle de (*Martinez et al.,2017*) ont exploré les effets de l'huile d'olive sur la santé métabolique et la prévention des maladies chroniques.

Enfin, certains composés présents dans l'huile d'olive, tels que l'hydroxy tyrosol, ont démontré des propriétés anti oxydantes et anti-inflammatoires, suscitant l'intérêt de l'industrie pharmaceutique pour le développement de médicaments. Des recherches comme celles de (*Bulotta et al., 2014*) ont examiné les effets de l'hydroxy tyrosol sur la santé cardiovasculaire et le métabolisme lipidique, ouvrant de nouvelles perspectives dans le domaine pharmaceutique des récipients hermétiques.

EXTRACTION MODERNE ET TRADITIONNELLE DE L'HUILE D'OLIVE



II. Extraction traditionnelle et moderne de l'huile d'olive

II.1. Méthodes traditionnelles d'extraction de l'huile d'olive

II.1.1. Description

Dans les unités d'extraction classique(traditionnelle), le processus d'extraction d'huile se déroule en plusieurs étapes, le broyage est réalisé par des meules en pierre de granit, qui tournent dans un bac par l'intermédiaire d'un animal. Cette étape permet d'obtenir une pâte qui contient de la matière solide (débris de noyaux d'épiderme, de parois cellulaires...) et des fluides (huile et eau de végétation, c'est à dire l'eau contenue dans les cellules de l'olive). (*Simidou et al.,2007*)

A l'étape de séparation des phases, la pâte produite est mise dans des scourtins (des disques en fibres végétales). Ensuite, une extraction de l'huile est réalisée par une pression. Le pressage génère un sous-produit solide appelée grignons d'olives, une séparation par décantation des phases liquides (huile et eau de végétation) est effectuée. (*Servili et al.,2004*).

Cette séparation se fait à l'air libre dans des bacs en ciment, en faïence ou en argile un sous-produit liquide a été généré à la fin de cette étape appelée les margines. C'est le résidu liquide aqueux brun qui s'est séparé de l'huile par sédimentation après le pressage ou centrifugation. Ce liquide a une odeur agréable mais un gout amer cet effluent relativement riche en matières organiques continue un facteur de pollution qui crée un problème réel à l'industrie oléicole. (*Garnsey et al., 1987*).

II.2. Historique et contexte culturel des méthodes traditionnelles

II.2.1. Historique

L'huile d'olive, un principal corps gras de l'alimentation méditerranéenne, est appréciée depuis des millénaires pour son goût et ses bienfaits pour la santé. Son histoire est liée aux cultures et traditions des régions où elle a été produite. Les méthodes traditionnelles de production, héritées des anciennes civilisations, sont un patrimoine précieux. (*Keller. P et al.,2012*)

La production d'huile d'olive remonte à l'âge de pierre, avec des preuves de son existence en Crète dès 6000 avant.J.C. Les techniques initiales, probablement basées sur l'écrasement des olives avec des pierres, se sont améliorées au fil du temps. (*García et al.,2004*)

Les civilisations grecques et romaines ont joué un rôle clé dans le développement des techniques d'extraction de l'huile d'olive, introduisant des presses plus sophistiquées et des techniques de centrifugation. L'huile d'olive était un élément essentiel de leur vie quotidienne. (*Beauchamp.L.,2001*)

Au Moyen Âge, la production d'huile d'olive s'est étendue à tout le bassin méditerranéen. Les monastères ont joué un rôle crucial dans la préservation et la transmission des connaissances sur les techniques d'extraction. (Maylona.,2008).

II.2.2. Importance culturelle

L'importance culturelle et symbolique, la production d'huile d'olive allait bien au-delà d'une simple activité économique, elle était profondément enracinée dans les coutumes et le mode de vie des communautés méditerranéennes. La cueillette des olives était un événement social unificateur, réunissant familles et amis pour accomplir une tâche commune. (Ferri et al.,2008)

L'huile d'olive était également un élément incontournable des célébrations religieuses et culturelles, symbolisant la richesse, la prospérité et la vie. (González, J., et al.,2010)

II.3. Equipements utilisés et processus impliqués

Les équipements utilisés sont : Moulin en pierre pour broyer les olives, la cuve de malaxage pour chauffer et malaxer la pâte d'olive, la presse hydraulique pour extraire l'huile de la pâte d'olive, la centrifugeuse pour séparer l'huile de l'eau et des résidus solides. (Servili. F& Montedoro.M., 2017)

Le processus d'extraction : la récolte des olives mûres à la main ou à l'aide de machines vibrantes, les olives sont lavées pour éliminer les impuretés et les feuilles, les olives sont broyées en une pâte fine à l'aide d'un moulin en pierre, la pâte d'olive est chauffée et malaxée dans une cuve de malaxage pour favoriser la libération de l'huile, la pâte d'olive chauffée est pressée dans une presse hydraulique pour extraire l'huile. Enfin, l'huile est séparée de l'eau et des résidus solides à l'aide d'une centrifugeuse. (Angerosa et al., 2006).

II.4. Avantages et inconvénients

Parmi les avantages, on note : un rendement élevé en huile, une bonne qualité des grignons, une faible consommation d'eau et d'énergie, ainsi qu'une réduction de la quantité d'eau de végétation à éliminer. (F. Servili et al.,2017).

Pour les inconvénients on énumère : coûts de main d'œuvre élevés, charges liées à la difficulté de nettoyage des scourtins, fonctionnement en cycle discontinu, risques de dégradation de la qualité en cas de défaut de propreté des scourtins, grandes difficultés, voire impossibilité à extraire l'huile des pâtes à haute teneur en eau (début de -saison et variétés à faible rendement), forte charge polluante des margines. (Pérez, M., et al.,2012)

II.5. Méthodes modernes d'extraction de l'huile d'olive

II.5.1. Description

Les olives une fois réceptionnées, subissent des traitements préliminaires tels que l'effeuillage, l'épierrage (enlèvement des pierres) et le lavage afin d'avoir de l'huile de bonne qualité. (*Dimitrios.B.,2015*)

Le broyage est réalisé par des broyeurs mécaniques à disques ou à marteaux. Ces broyeurs peuvent travailler en continu, la pâte étant obtenue presque instantanément. Au cours du malaxage, la pâte est versée dans un bac en inox modérément fluidifié avec l'eau tiède, dans le quel tourne une spirale ou une vis sans fin, également en inox. La séparation des phases consiste à séparer la partie solide (grignons) de la partie fluide (margines), la pâte malaxée est injectée par une pompe dans une centrifugeuse dont l'axe est horizontal (décanteur horizontal). Lors de la décantation, on utilise des centrifugeuses verticales à assiettes qui permettent de séparer l'huile d'olive des margines (*Afidol.,2007*).

II.6. Evolution des technologies modernes d'extraction et leur impact sur la qualité de l'huile d'olive

L'industrie oléicole a connu des progrès significatifs ces dernières années grâce à l'introduction de technologies d'extraction modernes. Ces technologies ont permis d'améliorer l'efficacité du processus d'extraction, de réduire l'impact environnemental et d'obtenir une huile d'olive de meilleure qualité. (*Angerosa et al., 2006*).

II.6.1. Trois types d'extraction modernes

La centrifugation est la méthode la plus courante d'extraction de l'huile d'olive. Elle consiste à séparer l'huile de la pulpe et de l'eau par rotation rapide. Les centrifugeuses modernes sont plus efficaces et permettent d'obtenir une huile de meilleure qualité avec des niveaux d'acidité et d'impuretés plus faibles. (*Servili, Maurizio et al.,2010*)

L'extraction par pression implique l'application d'une pression mécanique sur les olives pour en extraire l'huile. Cette méthode est moins courante que la centrifugation, mais elle peut produire une huile de qualité supérieure avec un goût et un arôme plus fruité. (*Aparicioet al 2013*)

L'extraction par solvant utilise un solvant, tel que l'hexane, pour dissoudre l'huile d'olive de la pulpe. Cette méthode est efficace pour extraire une grande quantité d'huile, mais elle peut également affecter le goût et l'arôme de l'huile. (*Tura et al.,2010*)

II.6.2. Impact des technologies modernes sur la qualité de l'huile d'olive

Les technologies d'extraction modernes ont eu un impact positif sur la qualité de l'huile d'olive de plusieurs façons: Les nouvelles technologies permettent d'extraire plus d'huile des olives, ce qui se traduit par une meilleure rentabilité pour les producteurs ;les technologies modernes permettent d'obtenir une huile avec des niveaux d'acidité et d'impureté plus faibles, ainsi qu'une teneur plus élevée en composés bénéfiques pour la santé ; les nouvelles technologies permettent de réduire la consommation d'eau et d'énergie pendant le processus d'extraction, ce qui contribue à protéger l'environnement. (*Ranalli et al.,2003*).

II.7. Avantages et inconvénients de l'extraction moderne

II .7.1. Avantages

L'extraction moderne de l'huile d'olive présente à la fois des avantages et des inconvénients. Parmi les avantages on en cite :

Amélioration de la qualité de l'huile extraite les caractéristiques organoleptiques, nutritionnelles et biologiques sont meilleures, les coûts des produites sont réduits et les pertes minimisant, enfin les normes d'hygiène sont garanties. (*Boskou. D.,2015*).

II.7.2. Inconvénients

Pour les inconvénients, la mise en place d'équipements modernes peut nécessiter un investissement initial plus élevé que les méthodes traditionnelles ; l'extraction moderne peut parfois éloigner les producteurs des méthodes artisanales et traditionnelles, ce qui peut être considéré comme un inconvénient culturel ; les systèmes modernes dépendent de l'électricité, des machines et de la maintenance. En cas de panne, la production peut être affectée. (*Servili, M., et al. 2004*).

En fin de compte, le choix entre l'extraction moderne et traditionnelle dépend des priorités du producteur, de la qualité recherchée et des ressources disponibles. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients, et il est essentiel de trouver un équilibre pour produire une huile d'olive de qualité tout en respectant les pratiques locales et la culture oléicole. (*Inajeros-Garcia et al.,2011*).

II.8. Comparaison entre les méthodes traditionnelles et modernes

II.8.1. Analyse des rendements d'extraction

L'analyse de rendement par les méthodes modernes peuvent offrir un meilleur rendement en raison de leur efficacité accrue et de la réduction du temps d'extraction. Cependant, il est important de noter que le rendement ne doit pas être le seul critère d'évaluation, la qualité de l'huile et l'impact environnemental sont également cruciaux. (*Di Giovacchino. L.,2000*).

Les méthodes modernes d'extraction de l'huile d'olive, telles que l'extraction assistée par micro-ondes (MAE), l'extraction assistée par ultrasons (UAE) et l'extraction assistée par haute pression (HPAE), ont montré une efficacité supérieure par rapport à l'extraction conventionnelle par reflux de chaleur (CE). (*Chemat.F et al.,2012*).

Les méthodes traditionnelles, en revanche, sont souvent appréciées pour la qualité supérieure de l'huile en termes de saveur et de propriétés organoleptiques. Cependant, elles peuvent être moins efficaces et plus consommatrices de temps et des ressources. (*Caponiet et al.,2010*).

Le tableau1 suivant représente l'Analyse des Rendements d'Extraction par Méthodes d'extraction traditionnels et modernes, en mettant l'accent sur la qualité de l'huile d'olive produite

Tableau I : Analyse des rendements d'extraction par méthodes d'extraction traditionnels et modernes.

Méthode d'extraction	Rendement moyen (%)
Traditionnelle (Meule de pierre et presse)	10-15
Centrifugation	18-22
Malaxage sous vide	20-25
Extraction à deux phases	22-25

Ces valeurs montrent que les méthodes modernes, en particulier celles qui impliquent la centrifugation et le malaxage sous vide, tendent à fournir des rendements en huile plus élevés comparativement aux méthodes traditionnelles.

II.8.2. Qualité de l'huile produite

La qualité de l'huile d'olive peut être influencée par l'interaction de plusieurs facteurs issue des méthodes modernes et traditionnelles. (*Servili. M & Montedoro. G., 2002*).

Les méthodes traditionnelles souvent caractérisée par l'utilisation de presses et une extraction plus lente sont réputées pour produire une huile d'olive avec des qualités organoleptiques supérieures, c'est-à-dire en termes de gout, d'arôme et de texture. (*Inarejos-García.A et al.,2011*).

Ces méthodes peuvent mieux préserver les caractéristiques naturelles de l'huile d'olive, y compris sa teneur en composés phénoliques bénéfiques pour la santé. (*Di Giovacchino. L et al., 2002*).

Les méthodes modernes qui incluent des systèmes continus à deux ou trois phases avec centrifugation, tendent à être plus efficaces et peuvent augmenter le rendement de l'huile d'olive. (*Mínguez-Mosquera.M & Hornero-Méndez.D.,2007*).

Cependant, le processus d'extraction à grandes vitesses et la chaleur générée peuvent affecter certains composés sensibles de l'huile, ce qui peut entraîner une légère diminution de certaines qualités organoleptiques et nutritionnelles. (*Garcia.J et al.,2006*).

Il est également important de considérer que la qualité de l'huile d'olive varie non seulement en fonction de la méthode d'extraction, mais aussi la variété des olives, les conditions de croissance, et la gestion de la qualité tout au long du processus de production. Pour une évaluation précise, il est recommandé de se référer aux normes et méthodes adoptées par des organismes tels que (C. O.I). (*Garcia.J et al.,2006*).

II.8.3. Considérations environnementales et économiques

Les méthodes traditionnelles et modernes d'extraction de l'huile d'olive diffèrent non seulement en termes de rendement, mais également en ce qui concerne leurs considérations environnementales et économiques. (*Ranalli. A & Angerosa.F.,1996*).

Les méthodes traditionnelles, telles que la pression à froid ou le pressage, sont souvent considérées comme plus respectueuses de l'environnement. Elles utilisent moins d'énergie et ne nécessitent pas de produits chimiques. Cependant, elles peuvent générer des déchets solides (résidus de pulpe d'olive) et des effluents liquides (eaux de lavage et d'extraction) qui doivent être gérés correctement. Les coûts de mise en œuvre des méthodes traditionnelles peuvent être plus bas, car elles n'exigent pas d'équipements sophistiqués. Cependant, le rendement en huile est généralement plus faible, ce qui peut affecter la rentabilité à long terme. (*IOC*)

Les méthodes modernes, telles que l'extraction à deux phases et l'extraction à trois phases, sont plus efficaces en termes de rendement d'huile. Cependant, elles consomment plus d'énergie et génèrent des effluents liquides plus concentrés en composés phénoliques et en matières organiques. Le traitement de ces effluents peut être coûteux et nécessite une gestion environnementale appropriée. Bien que les méthodes modernes puissent offrir un rendement supérieur, elles impliquent des investissements initiaux plus élevés dans des équipements spécifiques. Cependant, leur efficacité accrue peut compenser ces coûts à long terme. (*Clodoveo.M.,2012*).

Les méthodes modernes peuvent être plus rentables en termes de rendement, mais elles ont un impact environnemental plus important. Les méthodes traditionnelles sont plus respectueuses de l'environnement, mais leur rendement est généralement inférieur. Le choix entre ces deux approches dépend des priorités de chaque producteur, de la qualité recherchée et des contraintes économiques et environnementales spécifiques. L'impact sur les caractéristiques organoleptiques de l'huile d'olive varie entre les méthodes traditionnelles et modernes d'extraction. (*Gomez-Candon et al.,2011*).

II.8.4. Impact sur les caractéristiques organoleptiques de l'huile

Les huiles d'olive produites par des méthodes traditionnelles, telles que le pressage à froid, sont souvent appréciées pour leur saveur riche, leurs arômes complexes et leur texture agréable. Ces caractéristiques organoleptiques sont plus prononcées, caractéristiques d'une huile d'olive authentique. (*Boskou.D.,2015*).

Les procédés traditionnels préservent mieux les composés volatils responsables des arômes et des saveurs liées à la variété d'olives et à la région. (*Angerosa.F & Basti .C.,2001*).

Les méthodes modernes, telles que l'extraction à deux phases ou l'extraction assistée par centrifugation, offrent un rendement plus élevé en huile. Cependant, elles peuvent affecter les caractéristiques organoleptiques en raison de la vitesse d'extraction et de l'exposition à la chaleur. De plus les hautes températures et la rapidité du processus peuvent altérer certains composés volatils, réduisant ainsi la complexité aromatique et la saveur de l'huile. (*Garcia, J. M., et al.,2006*).

Les méthodes traditionnelles privilégient la qualité sensorielle, tandis que les méthodes modernes visent l'efficacité et le rendement. Le choix dépend des préférences du producteur et des consommateurs, ainsi que des objectifs de production. (*Amirant et al.,2006*).

II.8.5. Tendances actuelles dans le choix des méthodes d'extraction

Les tendances actuelles dans le choix des méthodes d'extraction de l'huile d'olive reflètent une évolution vers des approches plus efficaces, durables et qualitatives. (*Morales.M. & Aparicio. R., 2006*).

Les technologies modernes avancées telles que l'extraction assistée par micro-ondes (MW), l'ultra son (US) et les champs électriques pulsés (PEF) gagnent en popularité. Elles offrent des avantages tels qu'une efficacité accrue, un temps d'extraction réduit, un rendement supérieur et une consommation d'énergie réduite, les méthodes modernes permettent un meilleur contrôle des paramètres d'extraction, ce qui peut améliorer la qualité de l'huile produite, certaines technologies modernes sont conçues pour minimiser l'impact environnemental, notamment en réduisant la production de déchets et la consommation d'eau. (*Rostagno.M., & Palma, M. 2016*).

Les producteurs traditionnels privilégient souvent les méthodes ancestrales pour préserver les caractéristiques organoleptiques uniques de l'huile d'olive, telles que la saveur, l'arôme et la texture, les méthodes traditionnelles sont souvent liées à des pratiques locales et à un profond attachement au terroir. Elles sont appréciées pour leur contribution à la culture et à l'histoire. (*Pallares, A., & Carrillo, J., 2014*).

Certains producteurs adoptent une approche hybride en combinant des éléments des méthodes modernes et traditionnelles. Par exemple, ils peuvent utiliser des technologies avancées pour l'extraction, tout en respectant les pratiques des stockages et de conservation traditionnelle. L'éducation des producteurs sur les avantages et les inconvénients de chaque méthode contribue à une prise de décision éclairée. (*Gómez-Alonso.S & Fregapane.G., 2004*).

L'industrie de l'huile d'olive évolue vers des méthodes plus efficaces tout en préservant la qualité et l'authenticité. Le choix entre les méthodes modernes et traditionnelles dépend des objectifs de chaque producteur, de la variété d'olives, du marché cible et des considérations environnementales. (*Sanchez et al., 2017*).

II.9. Innovations récentes dans l'extraction de l'huile d'olive

II.9.1. Nouvelles technologies

L'extraction de l'huile d'olive est un processus crucial pour garantir la qualité et la durabilité du produit final. Parmi les nouvelles technologies utilisées dans l'extraction de l'huile d'olive et leur potentiel pour améliorer les résultats, on en cite :

La technologie électrique pulsée, basée sur un champ électrique pulsé (PEF). Cette méthode brise les membranes cellulaires grâce à des impulsions électriques de puissance variable. (*Projet OIL PULSE*).

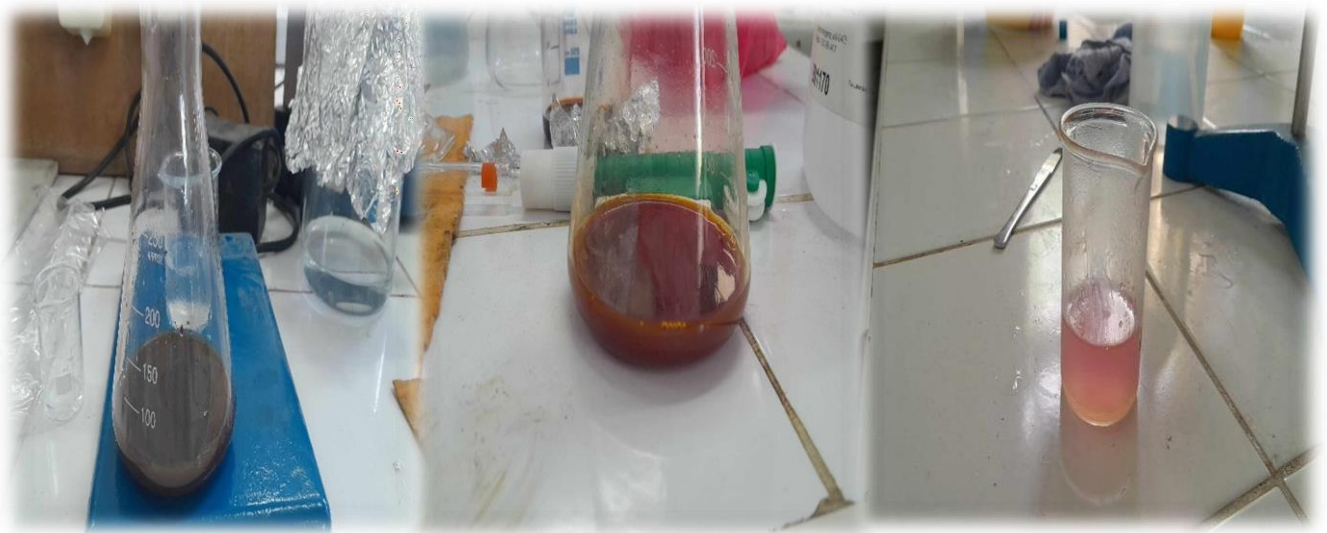
La technologie PEF augmente le rendement en huile d'olive vierge tout en préservant la qualité et les propriétés nutritionnelles. De plus, elle réduit la quantité d'énergie utilisée. Le système PEF est plus efficace que les méthodes classiques. (*Chemat. F et al.,2019*)

La technologie utilisant une extraction assistée par vide poussé améliore les caractéristiques saines de l'huile d'olive extra vierge tout en réduisant les défauts sensoriels. Elle utilise le vide pour extraire l'huile, préservant ainsi sa qualité. (*Martínez. J et al. ,2005*).

Enfin, des recherches se concentrent sur l'utilisation du CO₂ supercritique et de solvants verts pour extraire l'huile d'olive. Ces méthodes peuvent avoir un impact positif sur la qualité de l'huile et sont également utilisées dans d'autres domaines, tels que les actifs pharmaceutiques ou les biocarburants. (*Gómez-Carracedo.M et al.,2010*).

Ces technologies innovantes ont le potentiel d'améliorer la qualité, la durabilité et l'efficacité de l'extraction de l'huile d'olive, contribuant ainsi à un secteur plus performant et respectueux de l'environnement. (*Jimenez et al., 2007*).

Partie pratique



I. Matériels et méthodes

I.1.Echantillonnage

L'huile d'olive de cette étude est issue de la récolte manuelle d'un même verger et d'une même variété.

Les échantillons d'huile d'olive analysés dans notre étude ont été prélevés dans une huilerie traditionnelle et moderne dans la région de Bouhinoune (Tizi -Ouzou).

L'extraction traditionnelle de l'huile d'olive a été extraite le 07 mars tandis que l'extraction moderne a été prélevée le 21 mars.

Après le prélèvement, les huiles sont mises dans des flacons en plastiques de 200 ml recouverts ensuite avant leur conservation à l'obscurité (T° ambiantes) (Figure 7 et 8).



Figure 4 : Flacons d'huile d'olive de Bouhinoune selon l'extraction moderne.



Figure 5 : Flacons d'huile d'olive de Bouhinoune selon l'extraction traditionnelle

Ces échantillons sont soumis à un certain nombre d'analyse physico-chimiques pour évaluer leurs caractéristiques physico-chimiques spécifiques.

II. Méthode d'analyse

II.1. Analyses physiques

II.1.1. Densité

La densité d'un objet est une mesure de combien de matière est contenue dans un espace donné. En d'autres termes, c'est le rapport entre la **masse** de l'objet et son **volume**.

- **Expression des résultats**

La densité (ρ) est définie comme :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Où :

- **P** : la densité
- **V** : Volume
- **m** : la masse



Figure 6 : densimètre (labomoderne.com)

- **Mode opératoire**

- On nettoie soigneusement le bécher et on le sèche.
- Déterminer la masse (à l'aide d'une balance analytique), puis du bécher rempli avec un volume de 10 ml d'eau distillée.
- Nettoyer et sécher le bécher.
- Pour chaque échantillon on remplit le bécher avec un volume de 10 ml d'huile.
- Déterminer la masse.

II.1.2. Viscosité

La viscosité est la mesure de la résistance d'un fluide à la déformation ou à l'écoulement. Elle est généralement exprimée en centipoise (cP) ou poiseuille (Pa.s) pour les liquides comme l'huile d'olive.

- **Expression des résultats**

La viscosité(η)est définie comme :

Où :

$$\eta = K \cdot \rho \cdot t$$

- η = viscosité dynamique (en centipoises, cP, ou en, poiseuille Pa. s)
- K =constante du viscosimètre (dépendant de la géométrie du capillaire)
- ρ =densité du liquide (mg/cm^3)
-
- t =temps de passage du liquide (en second).



Figure 7: photo prise au laboratoire du viscosimètre

- **Mode opératoire**

- Remplir le viscosimètre à bille d'huile d'olive.
- Vérifier qu'il n'est pas formation de bulles d'air.
- Chronométrer le temps de l'écoulement de la bille.

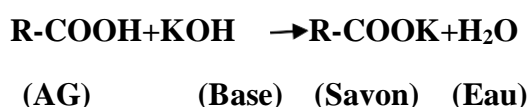
II.2. Analyses chimiques

II.2.1. Acidité libre

Est la teneur en acides gras libres résultant de l'hydrolyse des triglycérides présent dans l'huile d'olive. Elle est exprimée en pourcentage, le nombre de grammes d'acide oléique libre pour 100 grammes d'huile.

- **Principe**

Elle correspond à la teneur en pourcentage acide gras (exprimée en acide oléique) présent dans l'huile olive et représente un paramètre dans l'évaluation de sa qualité. Le principe repose sur la neutralisation des acides gras à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium de normalité 0,5 mole/L pour donner des savons.



- **Expression des résultats**

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

$$\text{Acidité (\%)} = \frac{C \times V \times M}{m \times 10}$$

Où :

- **V** : volume, en millilitres, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée.
- **C** : concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée.
- **M** : masse molaire, en grammes par mole, de l'acide adopté pour l'expression du résultat (=282)
- **m** : poids en grammes, de la prise d'essai.



Figure 8 : Huile avant l'ajoute de l'indice de
Coloration de « KOH »



Figure 9 : Huile après la coloration rose

1. Préparation de la solution d'hydroxyde de potassium (KOH) 0.1N (Solution éthanolique)

2. Mode opératoire

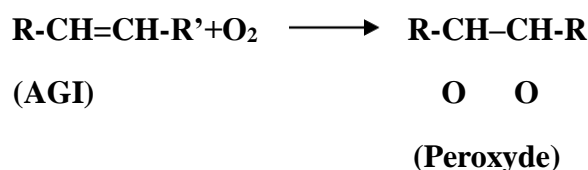
- Peser 5g d'huile d'olive dans un bécher de 100ml ;
- Ajouter 50ml d'éthanol à 96% ;
- Agiter énergiquement jusqu'à la dissolution de corps gras (huile) ;
- Titrer par une solution de KOH à 0,1N, en présence de 2 à 3 gouttes de phénophtaléine, jusqu'à l'apparition de la couleur rose persistante pendant 10S ;
- Déterminer le volume (V) de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisé.

II.2.2. L'indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est le nombre de milli équivalents d'oxygène actif par un Kilogramme de corps gras (meqO₂/kg d'huile).

• Principe

L'indice de peroxyde nous permet d'évaluer l'état de fraîcheur d'huile. Le principe repose sur le titrage de l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) En présence de l'oxygène O₂, les acides gras insaturés s'oxydent en donnant des peroxydes selon la réaction suivante :



- **Expression du résultat**

L'indice de peroxyde (IP), exprimé en milli équivalent d'oxygène actif par kilogramme, est calculé comme suit :

$$\text{IP}(\text{meq O}_2) = \frac{N(V_1 - V)1000}{m}$$

Où :

- V_1 : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour le titrage ;
- N : normalité de la solution thiosulfate de sodium utilisée (0,01) ;
- $m(\text{g})$: poids en grammes de la prise d'essai ;
- V : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour le titrage pour l'essai à blanc.



Figure10 : Coloration bleu



Figure11 : la disparition de couleur bleu

1. Préparation des solutions

- **Préparation d'iodure de potassium** : peser 2g d'iodure de potassium et ajouter 200ml de l'eau distillée.
- **Préparation de la solution d'amidon** : mettre 0.25g d'amidon dans 50ml d'eau bouillante, laissé bouillir pendant 3 minutes
- **Préparation de la solution volumétrique standard de thiosulfate de Na (0.1mol/l)** : Mettre 4.74g de thiosulfate de Na et ajouter 300ml de l'eau distillée.
- **Préparation du solvant** : on mélange des volumes égaux de cyclohexane et d'acide acétique ; mélanger 180ml de cyclohexane et 180ml d'acide acétique.

2. Mode opératoire :

- Peser 2g d'huile dans un Erlenmeyer ;
- Ajouter 10ml de chloroforme ; puis 15ml d'acide acétique tout en agitant afin de dissoudre l'échantillon ;
- Ajouter 1ml d'iodure de potassium KI (solution aqueuse saturée préparée juste avant son emploi) ;
- Boucher aussitôt, agiter pendant 1 min, laisser 5 min à l'air libre la lumière à une température comprise entre 15°C et 25°C ;
- Ajouter 75ml d'eau distillée ; et titrer avec la solution de thiosulfate de sodium pour passer de la couleur orange à jaune pâle ;
- Ajouter 0,5ml de la solution d'amidon ; agiter ; si une couleur bleue apparaît ; il y a présence de peroxyde ;
- Traiter, tout en agitant avec la solution de thiosulfate de sodium. (0,01N) jusqu'à la disparition de la coloration bleue ;
- Effectuer un essai à blanc dans les mêmes conditions ;

II.2.3. L'indice d'iode

C'est le nombre de grammes d'halogène fixé par 100 grammes de produit, exprimé en gramme d'iode, est déterminé à l'aide du réactif de Wijs et titré avec une solution de thiosulfate de sodium.

- **Principe**

Il a pour but la détermination de l'insaturation de l'huile d'olive. Quel que soit le réactif halogène utilisé, l'iode se fixe sur les insaturations des chaînes grasses ses en les saturants.

Il est déterminé à l'aide du réactif de Wijs et titré avec une solution de thiosulfate de sodium.

- **Expression des résultats**

L'indice d'iode est donné par l'équation :

$$I_i = \frac{V_1 - V_2 \times 0,0127}{M}$$

Où :

- **V** : le volume de Na₂S₂O₃ utilisée pour l'essai à blanc exprimé en millilitres ;
- **V₁** : le volume de Na₂S₂O₃ utilisée pour l'échantillon exprimé en millilitres ;
- **M** : la masse de la prise d'essai en grammes



Figure 12 : coloration bleu violet



Figure 13 : changement de la couleur bleu violet
vers le blanc

• Mode Opérateur

- Peser 0,2g d'huile d'olive dans un erlenmeyer
- Ajouter 10ml d'éthanol pur
- Agiter le mélange
- Ajouter 10ml d'iode 0,2N tout en ajoutant pour dissoudre
- Introduire 30ml d'eau distillé
- Agiter pendant 5min
- Effectuer un titrage sous une burette graduée remplie de sulfate 0,1N jusqu'à l'apparition d'une coloration jaune
- Verser 1ml de la solution d'empois d'amidon au mélange dont la couleur vireau bleu violet

II.2.4. Composés Phénoliques

Les composés phénoliques sont une vaste classe de composés chimiques présents dans les plantes, y compris les olives, qui possèdent un groupe hydroxyle (-OH) directement attaché à un cycle aromatique (un anneau benzénique). Ces composés sont largement reconnus pour leurs propriétés anti oxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes.

Les composés phénoliques ont une structure de base comprenant un ou plusieurs cycles aromatiques (comme le benzène) aux quels sont attachés des groupes hydroxyles (-OH) et d'autres groupes fonctionnels. Cette structure permet aux phénols d'interagir facilement avec d'autres molécules, y compris les radicaux libres, ce qui explique leur puissante capacité antioxydante. (Servili.M et al.,2004)



Figure 14 : photo prise du spectrophotomètre

- **Mode opératoire :**

1.Préparation de la gamme d'étalon de l'acide gallique :

- Préparer une solution d'acide gallique 1 mg dans 100 ml de méthanol/eau (95 ml d'eau et 5ml de méthanol).
- A partir de cette solution, préparer des solutions diluées de 5 ml aux concentrations 8mg/l,6mg/l,4mg/l,2mg/l.
- Pour chaque dilution ajouter 0,5ml de folincioalceu ,1ml de bicarbonate de sodium.
- Agiter et compléter avec méthanol/eau jusqu'à 25ml.
- Laisser les solutions 1h à l'obscurité puis mesurer l'absorbance.

2.Dosage des composés phénoliques dans l'huile :

- On pèse 25g dans un bécher.
- Ajouter 5ml de solution méthanol/eau et agiter vigoureusement pendant 2 min puis lisser reposer 5min jusqu'à la séparation des deux phases.
- Récupérer 0,5 ml de la phase aqueuse et lui ajouter 4,5ml de méthanol/eau ;0,5 ml de réactif de folincioalceu, 1ml de bicarbonate de sodium et compléter avec méthanol/eau jusqu'à 25ml.
- Laisser à l'abri de la lumière pendant 1h puis mesurer l'absorbance à 720nm.

II. 3. Analyses statistiques

Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenus sur les huiles échantillonnées ont fait l'objet d'une analyse statistique à l'aide du logiciel T STUDENT ; ou elle consiste en une comparaison entre deux huiles d'extraction différente moderne et traditionnelle.

Résultats et discussion

II.1. Résultats et discussion

II.1. Analyses physiques

II.1.1. Densité

La densité de l'huile d'olive est une mesure physique qui indique de masse est contenue dans un certain volume d'huile.

Les résultats de la densité son intégrés dans le tableau II.

Tableau II : valeurs de la densité des huiles d'olive étudiées

Paramètres	Échantillons d'huile					
	Traditionnelle			Moderne		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Densité	0,808	0,68	0,89	0,86	0,65	0,98
Moyenne totale	0,79			0,82		
Norme C.O.I	0,91 à 0,92 g /cm ³					

Les résultats de densité des huiles d'olive tant pour les méthodes d'extraction traditionnelles que modernes, révèlent des variations importantes par rapport aux normes (C.O. I) fixée. Pour les huiles traditionnelles les densités moyennes sont toute en dessous des normes. De même pour les huiles modernes ou seuls les échantillons E3 dépassent légèrement la norme.

Les variations observées dans les échantillons peuvent également être dues aux différences dans les procédés de production ou dans la composition chimique des matériaux (*Brown et Taylor, 2019*). Ainsi, bien que les matériaux modernes présentent globalement une densité plus proche de la norme, l'analyse montre que la performance varie significativement entre les échantillons individuels, ce qui pourrait nécessiter des ajustements dans les processus de contrôle de qualité pour garantir une conformité constante avec les standards établis (*Cooper et al., 2018*).

II.1.2. Viscosité

La viscosité de l'huile d'olive, comme celle de tout fluide, peut être mesurée de différentes manières en utilisant divers instruments et méthodes.

Les résultats de la viscosité sont consignés dans le tableau III

Tableau III : valeur de la viscosité des échantillons d'huile d'olive étudiée

Paramètre	Huile d'olive					
	Traditionnelle			Moderne		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Viscosité (cP ou Pa)	71,60	71,60	71,60	60,58	66,09	66,09
Moyenne totale	71,11			58,75		
Norme C.O.I	A 25°C : Environ 60-80 cP ou 60-80 Pa.s					

Les résultats de viscosité de l'huile d'olive sont obtenus par deux méthodes traditionnelles et modernes mesurés sur trois échantillons (E₁, E₂, E₃) pour chaque méthode.

Les viscosités des huiles d'olive produites de manière traditionnelle sont constantes pour trois échantillons. En revanche les huiles produites par la méthode moderne présente une légère variation de la viscosité.

La comparaison de ces valeurs avec la norme de viscosité du Conseil Oléicole International (C.O.I.) pour l'huile d'olive à 25°C, qui se situe entre environ 60 et 80 cP, montre que les huiles issues des deux méthodes de production respectent globalement les standards internationaux de viscosité. Toutefois, les huiles d'olive modernes, notamment l'échantillon E1 à 60,58 cP, se trouvent au seuil inférieur de cette norme. Cela peut indiquer que les processus modernes, bien que permettant une certaine homogénéité (comme le montre la faible variation entre les échantillons E2 et E3), pourraient bénéficier d'ajustements pour atteindre des viscosités plus proches de la moyenne optimale recommandée par le C.O.I. (Carrillo *et al.*, 2021)

II.2. Analyses chimiques

II.2.1. Acidité

Les résultats d'indice d'acide (acidité) sont présentés dans le tableau IV

Tableau IV : Valeur en % d'indice d'acide (acidité) des échantillons des huiles d'olive étudiées

Paramètre	Huile d'olive					
	Huile traditionnelle			Huile moderne		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Acidité %	5,69	5,58	4,17	2,42	2,48	2,59
Moyenne totale	5,22			2,43		
Norme C.O.I	≤2,0% huile vierge			≤3,3% huile courante		

Les résultats d'acidité des huiles d'olive sont produites par des méthodes traditionnelles et moderne en examinant trois échantillons pour chaque méthode (E₁, E₂, E₃). Les huiles produites de manières traditionnelles présentent des niveaux d'acidité au-delà des limites maximales des normes établies par le C.O.I. En revanche, les huiles d'olives produites par des méthodes modernes montrent des niveaux d'acidité inférieure à la norme C.O.I.

La comparaison de ces valeurs aux normes établie par le (C.O.I.), qui stipulent une acidité maximale de ≤2,0% pour l'huile d'olive vierge et de ≤3,3% pour l'huile d'olive courante, on constate que les huiles produites par des méthodes traditionnelles dépassent largement ces limites. En revanche, les huiles produites par des méthodes modernes se situent juste au-dessus de la norme pour l'huile vierge (≤2,0%) mais bien en dessous de la limite pour l'huile courante (≤3,3%). Cette différence significative indique que les méthodes de production modernes sont plus efficaces pour contrôler et réduire l'acidité de l'huile d'olive, un paramètre clé de qualité qui est influencé par plusieurs facteurs, tels que la qualité des olives, les conditions de stockage, et les techniques d'extraction utilisées (*Inarejos-García et al., 2011*). Pour améliorer la qualité des huiles traditionnelles et les amener au niveau des normes internationales, des améliorations dans les pratiques de récolte, de stockage, et de traitement sont recommandées.

II.2.2. Indice de peroxyde

Les résultats d'indice de peroxydes sont présentés dans le tableau V

Tableau V : Valeur d'indice de peroxyde des échantillons d'huile d'olive étudiées.

Paramètre	Huile d'olive					
	Traditionnelle			Modern		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Indice de peroxydes (meqO ₂ /k)	14	13	11,5	16	15	11
Moyenne totale	13,41			14,91		
Norme C.O.I	≤ 20 meqO ₂ /kg					

Les résultats de l'indice de peroxyde des huiles d'olives analysés sont produites par des méthodes traditionnelles et modernes à travers trois échantillons (E1, E2, E3) pour chaque méthodes. Les échantillons traditionnels montrent des indices de peroxydes inférieure à la norme C.O.I. Tan-dit que les échantillons modernes montrent un indice de peroxyde inférieure ou égale à la norme C.O.I.

Comparés à la norme du (C.O.I.), qui fixe un maximum de 20 meqO₂ /kg pour les huiles d'olive de qualité, tous les échantillons, qu'ils soient produits par des méthodes traditionnelles ou modernes, se situent bien en deçà de cette limite. Cela indique que, globalement, les huiles des deux types de production sont conformes aux standards internationaux de qualité en matière de fraîcheur et de stabilité oxydative (*Méndez & Falqué., 2007*)

II.2.3. Indice d'iode

Les résultats d'indice d'iode sont consignés dans le tableau VI

Tableau VI : valeur d'indice d'iode des échantillons d'huile d'olive étudiée

Paramètre	Huile d'olive					
	Traditionnelle			Moderne		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Indice d'iode (g)	23,49	24,7	34,92	33,02	31,11	31,75
Moyenne totale	27,82			31,78		
Norme C.O.I	75-94					

Les résultats de l'indice d'iode de l'huile d'olive produite par des méthodes traditionnelles et modernes, mesuré sur trois échantillons (E1, E2, E3) pour chaque méthode. Les échantillons d'huiles d'olive produite de manière traditionnelle et moderne montrent des valeurs inférieures au norme établie par le C.O.I.

Comparés à la norme du (C.O.I.), qui fixe un intervalle de référence pour l'indice d'iode entre 75 et 94 g, tant les huiles produites par des méthodes traditionnelles que modernes affichent des indices d'iode nettement inférieurs à cette norme. Cette différence significative suggère que les huiles évaluées, quelle que soit la méthode de production, ont un degré d'insaturation beaucoup plus faible que ce qui est considéré comme optimal pour les huiles d'olive vierges ou de haute qualité (Vossen., 2007)

II.2.4. Composés phénoliques

Les composés phénoliques de l'huile d'olive sont une classe diversifiée de substances chimiques naturelles, présentes en petites quantités, qui jouent un rôle crucial dans les caractéristiques organoleptiques, la stabilité et les bienfaits pour la santé de l'huile d'olive. Ces composés incluent divers acides phénoliques, alcools phénoliques, lignanes, flavonoïdes et secoiridoïdes.

Les résultats des composés phénoliques sont consignés dans le tableau VII

Tableau VII : Valeurs des composés phénoliques des échantillons d'huile d'olive étudiée

Paramètre	Huile d'olive					
	Traditionnelle			Moderne		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Composés phénoliques (mg/kg)	251,92	207,6	243,48	223,85	246,3	258,93
Norme C.O.I	300mg/kg					

Les résultats des composés phénoliques des huiles d'olives extraite par méthodes modernes et traditionnelles et modernes montrent des concentrations inférieures à la norme de 300mg /kg établie par le C.O.I.

Le fait que toutes les huiles, quelle que soit la méthode de production, ne respectent pas la norme du C.O.I. de 300 mg/kg suggère que des améliorations sont nécessaires pour augmenter la teneur en composés phénoliques. Cela pourrait inclure une meilleure sélection des variétés d'olives, des optimisations dans les techniques de récolte et de traitement, ou encore des ajustements des conditions de stockage pour minimiser la perte de ces précieux antioxydants (Gómez-Alonso *et al.*, 2002)

CONCLUSION

Pour conclure, l'examen des méthodes d'extraction de l'huile d'olive dans la région de Bouhinoune souligne un équilibre délicat entre les pratiques traditionnelles et modernes. La méthode traditionnelle, profondément enracinée dans la culture locale et transmise de génération en génération, garantit une huile d'olive de qualité supérieure, riche en composés phénoliques et offrant des saveurs distinctives. Cependant, elle reste limitée par des rendements plus faibles et des exigences de main-d'œuvre élevées.

À l'inverse, l'extraction moderne, qui utilise des technologies avancées, permet une production plus rapide et des rendements plus élevés, mais peut parfois compromettre certains aspects qualitatifs de l'huile, tels que sa richesse en polyphénols. Ces méthodes modernes offrent néanmoins des opportunités de répondre à une demande croissante tout en respectant les normes internationales.

La production d'huile d'olive à Bouhinoune est influencée par de nombreux facteurs, tels que le climat, la topographie, et les préférences locales des producteurs. La variété d'olive Chemlal se distingue particulièrement pour sa teneur élevée en huile et son profil organoleptique unique, en faisant un choix privilégié pour maintenir une qualité d'huile répondant aux goûts locaux et aux standards globaux.

En somme, un avenir prometteur pour l'huile d'olive de Bouhinoune pourrait résider dans une approche intégrée qui allie les méthodes traditionnelles et modernes. En conservant les pratiques culturelles et en incorporant des innovations technologiques, la région pourrait continuer à produire une huile de haute qualité tout en augmentant ses rendements et sa compétitivité sur le marché international, assurant ainsi la durabilité de cette production précieuse.

ANNEXES



Annexe 1 : Matériels et réactifs relatifs à l'indice d'acidité.

Matériels	Réactifs
<ul style="list-style-type: none"> • Balance analytique. • Burette 25ml. • Agitateur magnétique. • Bécher de 100ml. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ethanol à 96% • Solution de KOH a 0,1N • Phénophtaléine, solution à 10g/l dans l'éthanol à 96%

Annexe 3 : Matériels et réactifs relatifs à l'indice de peroxyde.

Matériels	Réactifs
<ul style="list-style-type: none"> • Plaque chauffante • Balance analytique • Burette 25ml • Erlenmeyer • Agitateur magnétique • Pipette • Bécher 	<ul style="list-style-type: none"> • Chloroforme • Acide acétique • Solution iodures de potassium (solution aqueuse saturée) • Solution thiosulfate de sodium (0.002N solution aqueuse) • Empois d'amidon • Eau distillé

Annexe 4 : Matériels et réactifs de l'indice d'iode

Matériels	Réactifs
<ul style="list-style-type: none"> • Burette graduée • Erlenmeyers • Pipettes volumétriques • Béchers • Balance analytique • Agitateur magnétique • Support burette • Ballon à col rodé • Entonnoir 	<ul style="list-style-type: none"> • Solution de Wijs • Solution de thiosulfate de • Solution d'iodure de potassium (KI) • Acide acétique glacial (CH₃COOH) • Indicateur • Eau distillée

Annexe 5 : Matériels et réactifs des composés phénoliques

Matériels	Réactifs
<ul style="list-style-type: none">• Balance• Agitateur magnétique• Vortex• Erlenmeyer• Becher• Pipette• Burette• Les tubes à essai	<ul style="list-style-type: none">• Hexane• Solution méthanol /eau (5/95)• Eau distillée• Folin iocalteu• Solution de bicarbonate de sodium a 35%• Acide galliques

Annexe 6 : Matériels de la densité

Matériels
<ul style="list-style-type: none">• Balance analytique• Becher• pipette

Références

Bibliographiques

A

AFIDOL.(2011),WWW.AFIDOL.org. Protection raisonné et biologique en oléiculture

AFIDOL. 2007 éd., WWW.AFIDOL.org. Le marché de l'huile d'olive : situation et perspective. Production et consommation mondiales.

Akcel, Par. (2023) « L'huile d'olive biologique est-elle meilleure que l'huile d'olive conventionnelle ? » Huile d'olive de Kabylie - Zzit ouzemmour, huiledolivedekabylie.com/lhuile-dolive-biologique-est-elle-meilleure-que-lhuile-dolive-conventionnelle/.

Aparicio, R. & Harwood, J. (2013). Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties. Springer Science & Business Media.

Aydar, Alev Yüksel. (2018) « Emerging Extraction Technologies in Olive Oil Production ». Technological Innovation in the Olive Oil Production Chain,

Almeida, Deusdélia Teixeira de, Fernanda Verena Ferracini de Medeiros, Samira Ramos da Silva, et Maria Lúcia Carneiro da Cunha. 2018. « Effets de différentes conditions de stockage sur la stabilité oxydative de l'huile de palme brute et raffinée, de l'oléine et de la stéarine (*Elaeis Guineensis*) ». *Science et technologie alimentaires*, vol. 39, p. 211-217.

Agrimaroc.net. 2018, « Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité ». Transfert de Technologie en Agriculture Maroc

Angerosa, Francesco, Maurizio Servili, Maria Elisa Selvaggini, Andrea Taticchi, Giorgio Esposto, et Stefania Montedoro. 2006. *Olive Oil: Chemistry and Technology*. 2ème édition, AOCS Press.

Amirante, Pasquale, Maria Lisa Clodoveo, Bruno Dugo, Maria Eugenia Leone, et Vito Tamborrino. 2006. « Effects of Extraction Systems on the Quality of Virgin Olive Oil ». *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108(5), 381-389.

Angerosa, F., Mostallino, R., Basti, C., & Vito, R. (2001). "Influence of Olive Fruit Maturity and Harvesting Method on the Phenolic Composition and Sensory Properties of Virgin Olive Oil." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(12), 5568-5574.

Angerosa, F., & Basti, C. (2001). Olive Oil Volatile Compounds from the Lipoxygenase Pathway i Angerosa, F., & Basti, C. (2001). *Olive oil volatile compounds from the lipoxygenase pathway in relation to fruit ripeness. Italian Journal of Food Science*, 13(4), 421-428.n Relation to Fruit Ripeness. *Italian Journal of Food Science*, 13(4), 421-428.

B

Bulotta, Stefania, Rosaria Celano, Ennio Lepore, Eleonora Mignogna, and Daniela Russo. « Beneficial Effects of the Olive Oil Phenolic Components Oleuropein and Hydroxytyrosol: Focus on Protection Against Cardiovascular and Metabolic Diseases ». *Journal of Translational Medicine*, p. 219.

Bruni, Umberto, Nicola R. Cortesi, and Paolo Fiorino. (1994). « Influence des techniques agronomiques, des cultivars et des zones d'origine sur les caractères de l'huile d'olive vierge ». *Revue*.

Buckland, Genevieve, Miguel A. Martínez-González, Nerea Martín-Moreno, Carmen Barrios, and Estefanía Toledo. « Olive Oil Intake and Mortality Within the Spanish Population (EPIC-Spain) ». *The American Journal of Clinical Nutrition*.

Beltrán, Gema, Ana Isabel Sánchez-Aguayo, Pablo Jiménez-Araujo, and Rafael Uceda. (2013). « Composition, Quality Parameters and Sensory Attributes of Virgin Olive Oils from Different Olive Varieties Grown in Southern Spain ». *Food Chemistry*, 139(2), 564-571.

Bilal, Rana M., Hassan Ullah, Muhammad Atif Randhawa, and Shahnawaz Mahmood. (2011). « Olive Oil: Nutritional Applications, Beneficial Health Aspects and its Prospective Application in Poultry Production ». *Frontiers in Pharmacology*, vol. 12, août 2021, p. 723040.

Bendich, Adrian, Daniel Krinsky, Barbara Olson, and Sara Ellenber. (2011). *Olive Oil: A Concise Review of Its History, Production, and Health Benefits*.

Baccouri, Oueslati, Mourad Guerfel, Ines Baccouri, Monia Cerretani, Andrea Bendini, and Giuseppe Lercker. (2008). « Chemical Composition and Oxidative Stability of Tunisian Monovarietal Virgin Olive Oils with Regard to Fruit Ripening ». *Food Chemistry*, 109(4), 743-754.

Boskou, D. (2006). *Olive Oil: Chemistry and Technology*. AOCS Press.

Beauchamp, L. (2001). "Olive Oil: The Essence of the Mediterranean."

C

Conte, Paola, Maria C. del Mar Contreras, Isabel R. Rodriguez Gutiérrez, and Benedetto D. Manzo. (2018). « Table Olives : An Overview on Effects of Processing on Nutritional and Sensory Quality ». *Foods*, vol. 9, no 4, avril 2018, p. 514.

Caponio, Francesco, Teresa Gomes, Agostina Pasqualone, and Paola Summo. (2010). « Technological Aspects of Olive Oil Production ». In : Dimitrios Boskou (Ed.), *Olive Oil: Chemistry and Technology* (2nd ed.). AOCS Press, Urbana, IL, USA.

C.O. I, 2020."Sensory Analysis of Olive Oil - Method for the Organoleptic Assessment of Virgin Olive Oil,"

Chikhi, M., Bendjama, A., Hadjou, L., & Rahmani, M. (2013). "L'oléiculture en Algérie : état des lieux et perspectives." *Revue des Bioressources*, 1(2), 12-19.

Chemat, F., Abert Vian, M., & Cravotto, G. (2012). "Green Extraction of Natural Products : Concept and Principles." In *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8615-8627.

Chemat, F., & Cravotto, G. (2019). "Pulsed Electric Field (PEF) Technology for Oil Extraction: Innovations and Applications." *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 52, 331-340.

D

DAHMANE Sabrina, Djefel Djamilia « Étude de la qualité d'huile d'olive produite au niveau des communes : Ouaguenoun et Boghni » – wilaya de Tizi-Ouzou Mémoire de fin d'étude université de mouloud Mammeri de Tizi Ouzou

Dobrinčić, Ana, Katarina Balbino, Darija Repajić, Tomislav C. Stipančević, and Želimir Kurtanjek. 2020. « Comparison of Different Extraction Methods for the Recovery of Olive Leaves Polyphenols ». *Processes*, vol. 8, no 9, p. 1008.

Danlami, Jibrin Mohammed, Milad A. Ramli, Siti Norbaya Sam, and Mohammad Alhamid. 2014. « Une étude comparative de diverses techniques d'extraction d'huile à partir de plantes ». *Revue en génie chimique*, vol. 30, no 6, p. 605-626.

Dahdouh, Akram, Sami Dhibi, Ahmed Cherif, Ali Mnif, and Lotfi Abid. 2023. « Industrie de l'huile d'olive : Examen de la composition des flux de déchets, des impacts environnementaux et des voies de valorisation énergétique ». *Sciences de l'environnement et recherche sur la pollution*, vol. 30, no 16, p. 45473.

Dubost, F.(2008). *L'olivier : De l'arbre de lumière à l'arbre sacré*. Éditions Loubatières.

Di Giovacchino, Luciano, Costantini, N., Serraiocco, A., Surricchio, G., & Basti, C. (2002). "Effect of Storage Conditions on the Quality of Virgin Olive Oil." *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(9-10), 677-686.

E

Ethington, P. J. (1860-1906) « The Parameters of Urban Fiscal Policy : Socioeconomic Change and Political Culture in San Francisco,

F

Frangipane, Maria Teresa, Flamini, Guido, Cioni, Paolo, et al. (2023). « Profil antioxydant et analyse sensorielle des huiles d'olive de différents grades de qualité ». *Agriculture*, vol. 13, no 5, p. 993.F

FFC, Food Microbiology (2018)« **Virgin Olive Oil Yeasts: A Review** », vol. 70, p. 245 53. (2016) « L'huile d'olive, bonne pour le cœur ? »

G

Gharbi, Ines, Fendri, Ibtissem, Gargouri, Mohamed. (2014). « La filière huile d'olive en Tunisie ». *OCL*, vol. 21, no 2, mars, p. D202.

García, José María, Yousfi, Karim, Saoudi, Sami. (2006). Chemical and sensory evaluation of virgin olive oil from introductions in Spanish olive germplasm bank. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(21), 8297-8307.

Gómez-Candón, David, López-Granados, Francisca, Jurado-Expósito, Manuel. (2011). Olive oil extraction : Physicochemical and sensory characteristics of oils obtained by different extraction methods. *Food Research International*, 44(7), 2112-2118.

Garcia, J. M., & Yousfi, K. (2006). "The postharvest of mill olives." *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(8), 1074-1080.

Gómez-Carracedo, M., & Martínez, J. A. (2010). "Supercritical CO2 Extraction of Olive Oil: Effects on Oil Quality and Applications in Other Fields." *Journal of Supercritical Fluids*, 53(2), 194-200.

I

Isnard, H. (2004) « Kabylie: Structures de l'agriculture en Grande Kabylie ». Encyclopédie berbère, no 26, p. 4038-42.

Inarejos-García, Ana María, Rodríguez-Bencomo, José J., Pérez, A. M. (2011). Analytical characterization of olive oils: Comparative study of a new extraction method with traditional and other methods. *Food Chemistry*, 127(3), 1224-1232.

Inarejos-García, A. M., Gómez-Alonso, S., Salvador, M. D., & Fregapane, G. (2011). "Influence of malaxation conditions on virgin olive oil yield, overall quality and composition." *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(7), 791-801.

J

JUDDE A., (2004). Prévention de l'oxydation des acides gras dans un produit cosmétique : mécanisme, conséquences, moyens de mesure, quels antioxydants pour quelle application ? OCL- Vol. 11, n° 6, p : 414-418 et les niveaux de certains de ses composants mineurs. Liv. 53, 28-3.

Jiménez, A., Beltrán, G., & Uceda, M. (2007). New trends in olive oil extraction. *Food Research International*, 40(6), 760-777.

K

Kristine. (2023) « Le processus de pressage de l'huile d'olive ». *Savory Suitcase*,

Kamvissis, Vassilis N., Zervakis, Georgios I., Panagopoulos, Kleanthis K. (2008). « Une nouvelle méthode photométrique pour l'évaluation de la stabilité oxydative des huiles d'olive vierges ». *Journal de l'AOAC INTERNATIONAL*, vol. 91, no 4, p. 794-801.

Kiritsakis, A. (1998). "Flavor Components of Olive Oil - A Review." *Journal of the American Oil Chemists' Society*.

Keller, P., Martínez-González, M.A., & Ros, E. (2012). "The Mediterranean Diet: An Evidence-Based Approach." Academic Press.

L

Leroy I. (2010). L'huile d'olive dans tous ses états. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie

López-García, Elio, Garrido-Fernández, Antonio, García-García, Francisco J. (2023). « Delving into the study of lactic acid bacteria and yeasts distribution in table olive biofilms using a non-destructive procedure ». *Food Microbiology*, vol. 113, août, p. 104250.

Lozano-Sánchez, Jesús, Arraez-Román, Daniel, Segura-Carretero, Antonio. (2021). « Chapter 10 - Polyphenols in olive oil: the importance of phenolic compounds in the chemical composition of olive oil ». In *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention (Second Edition)*, edited by Victor R. Preedy and Ronald Ross Watson, Academic Press, p. 111-122.

M

Marie. (2020) « L'oxydation des huiles végétales, comment l'empêcher ? » ODEN,

Mohamed, Mohamed Ben, Smaoui, Soufiane, Chaouchi, Maher. (2015). « Impact de la production biologique sur la qualité des produits agricoles et agroalimentaires : Cas de l'huile d'olive et des tomates ». *Journal of New Sciences*.

Munekata, Paulo E. S., Barba, Francisco J., Estevez, Mario. (2020). « Phenolic Compounds Obtained from Olea Europaea By-Products and Their Use to Improve the Quality and Shelf Life of Meat and Meat Products—A Review ». *Antioxidants*, vol. 9, no 11, p. 1061.

Madhujith, Terrence ET Subajiny Sivakanthan. (2018) « Stabilité oxydative des huiles végétales comestibles ». *Bioactive Molecules in Food*, édité par Jean-Michel Mérillon et KG Ramawat, Springer International Publishing, , p. 1 à 23. Lien Springe

Morizot, Pierre. (1993) « L'Aurès et l'olivier ». *Antiquités africaines*, vol. 29, no 1, p. 177- 240.

Mousa, Youssef M., Aydin, I. D., and O'Shea, M. K. (2001). "Harvesting method and fruit position on the tree affect quality of olive oil." *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(5), 511-515.

Mylona, Dimitra. (2008). "Fish-eating in Greece from the fifth century B.C. to the seventh century A.D": a story of impoverished fishermen or luxurious fish banquets? Archaeopress,

Martínez, J. J., et al. (2005). "Vacuum-Assisted Extraction of Olive Oil: Effects on Quality and Sensory Attributes." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(14), 5405-5412.

Mínguez-Mosquera, M. I., & Hornero-Méndez, D. (2007). *The influence of the processing method on the quality of olive oil.* In *Olive Oil: Chemistry and Technology* (pp. 79-104). AOCS Press.

Morales, M. T., & Aparicio, R. (2006). *Trends in olive oil extraction technologies.* In *Olive Oil: Chemistry and Technology* (pp. 181-194). AOCS Press.

O

Olive Oil Times (2020) « Une nouvelle technologie de production améliorant la qualité de l'huile d'olive ».,

"Olive Oil Production: A Comprehensive Guide" by F. Servili & M. Montedoro (2017). - In *Olive Oil: Extraction Methods, Quality, and Health Benefits* (edited by J. M. Capella & M. J. Martinez).

P

Pineda, Manuel, Salvador, María D., Rodríguez-Bernaldo de Quirós, Antonio. (2018). « The Origin of Aliphatic Hydrocarbons in Olive Oil ». *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 98, no 6, p. 2440-2441.

Pristouri, Georgia, Zotos, Anastasios, and Koidis, Athanasios (2010). "Effect of packaging material on quality of olive oil." *Food Control*, 21(7), 998-1006.

Pallares, A. S., & Carrillo, J. M. (2014). "Traditional Olive Oil Production: Methods and Cultural Significance." In *The Olive Oil Handbook*, CRC Press.

R

Ramírez-Tortosa, María C., Mesa, María D., Gómez, José A. (1999). « Effect of Extra-Virgin Olive Oil and Fish-Oil Supplementation on Plasma Lipids and Susceptibility of Low-Density Lipoprotein to Oxidative Alteration in Free-Living Spanish Male Patients with Peripheral Vascular Disease ». *Clinical Nutrition* (Edinburgh, Scotland), vol. 18, no 3, p. 167-174.

Rodríguez-López, Paloma, Lozano-Sánchez, Jesús, and Arraez-Román, Daniel (2021). « Chapter 10 - Polyphenols in olive oil: the importance of phenolic compounds in the chemical composition of olive oil ». In *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention (Second Edition)*, edited by Victor R. Preedy and Ronald Ross Watson, Academic Press, p. 111-122.

Ramos-Gabriel, Saris Ulises, Bañón, Santiago, and Fernández, José (2019). « Impact of fermented whey addition on resulting sensory characteristics and consumer preference of ripened cheeses ». *Emirates Journal of Food and Agriculture*, p. 449.

Ranalli, Antonio, Servili, Maurizio, and Esposito, Salvatore (2003). *Olive oil extraction. In: Harwood, John, Aparicio, Rafael (Eds.), Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties. Springer Science & Business Media.*

S

Servili, Maurizio, and Montedoro, Giovanni F. (2010). "Technological Aspects of Olive Oil Production." In *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*, Academic Press.

Sánchez, José, Montesano, Diego, and López-Bote, Carlos J. (2017). Recent developments in olive oil processing. In: Montesano, Diego, et al. (Eds.), *Olive Germplasm - The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy*. IntechOpen.

Servili, M & Montedoro, G. (2002). "Contribution of Phenolic Compounds to Virgin Olive Oil Quality." *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(9-10), 602-613.

Servili, M., & Montedoro, G. (2002). *The composition of olive oil: Factors affecting quality and nutritional value*. In *Olive Oil: Chemistry and Technology* (pp. 69-96). AOCS Press.

V

Visioli, Francesco, et Elena Bernardini. (2011) « Extra Virgin Olive Oil's Polyphenols : Biological Activities ». *Current Pharmaceutical Design*, vol. 17, no 8, , p. 786 804.

X

Xia, Meng, et Yi Zhong. «Olive Oil Consumption and Risk of Cardiovascular Disease and All-Cause Mortality: A Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies ». *Frontiers in Nutrition*. Frontier

Z

Zoubeidi, M., & Dahane, A. (2014). Olive growing has a considerable place in the economy of Algeria.

Résumé :

L'étude réalisée à Bouhinoune, Tizi Ouzou, lors de la campagne oléicole 2023/2024, compare les caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive obtenue par deux méthodes d'extraction : traditionnelle (pression mécanique) et moderne (centrifugation). Six échantillons d'huile ont été analysés pour leur acidité, indice de peroxyde, indice d'iode, composés phénoliques, densité et viscosité. Les résultats montrent que l'huile extraite par la méthode traditionnelle contient davantage de composés antioxydants naturels, ce qui la rend plus résistante à l'oxydation à court terme. En revanche, les huiles obtenues par les méthodes modernes présentent des avantages en termes de stabilité physico-chimique. Ces huiles affichent des résultats chimiques supérieurs grâce à une meilleure élimination des impuretés et des acides gras libres. Par conséquent, les huiles modernes bénéficient d'une meilleure durabilité et d'une qualité chimique plus uniforme, tout en conservant les caractéristiques essentielles appréciées pour leur goût et leur arôme distinctif.

Mots-clés : Huile d'olive, contrôle qualité, concentration, antioxydants naturels, Stabilité chimique

Abstract :

The study conducted in Bouhinoune, Tizi Ouzou, during the 2023/2024 olive harvest season, compares the physicochemical characteristics of olive oil obtained through two extraction methods: traditional (mechanical pressing) and modern (centrifugation and refining). Six oil samples were analyzed for acidity, peroxide value, iodine value, phenolic compounds, density, and viscosity. The findings reveal that oil extracted using the traditional method contains higher levels of natural antioxidants, which enhances its resistance to short-term oxidation. Conversely, oils obtained through modern methods demonstrate superior physicochemical stability. These oils show better chemical results due to more effective removal of impurities and free fatty acids. Consequently, modern oils benefit from improved durability and more consistent chemical quality, while retaining the essential characteristics appreciated for their distinct taste and aroma.

Mots-clés : Olive oil, quality control, concentration, natural antioxidants, chemical stability .

المخلص:

قارن الدراسة التي أجريت في بوحينان، تيزي وزو، خلال حملة الزيتون 2024/2023 خصائص الزيتون المستخرج باستخدام طريقتين: الطريقة التقليدية (الضغط الميكانيكي) والطريقة الحديثة (الطرد المركزي). تم تحليل ستة عينات من الزيت من حيث الحموضة، مؤشر البيروكسيد، مؤشر اليود، المركبات الفينولية، الكثافة، واللزوجة. أظهرت النتائج أن الزيت المستخرج بالطريقة التقليدية يحتوي على نسبة أعلى من المركبات المضادة للأكسدة الطبيعية، مما يجعله أكثر مقاومة للأكسدة على المدى القصير. من ناحية أخرى، تتمتع الزيوت الناتجة عن الطرق الحديثة بمزايا في الاستقرار الفيزيائي والكيميائي، حيث تحقق نتائج كيميائية أفضل بفضل إزالة الشوائب والأحماض الدهنية الحرة بشكل أكثر فعالية. وبالتالي، تستفيد الزيوت الحديثة من متانة أفضل وجودة كيميائية أكثر اتساقاً، مع الحفاظ على الخصائص الأساسية التي تميز طعمها ورائحتها الفريدة.

لكلمات المفتاحية: زيت الزيتون، مراقبة الجودة، التركيز، مضادات الأكسدة الطبيعية، الاستقرار الكيميائي