

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEM
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département d'Agronomie
Laboratoire des Produits Naturels



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR
L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES
SPECIALITE : SECURITE AGROALIMENTAIRE ET ASSURANCE QUALITE**

THÈME :

Etude comparative de quelques caractéristiques physico-chimiques de trois huiles d'olive issues de la région de Tlemcen.

Présenté par :
BERRICHI Taha Soufyane
ALLAL Mustapha

Soutenu le
24/06/2024

Jury

Professeur BENAMMAR Chahid El Houcine	Président	Univ. Tlemcen, Dep Biologie
Docteur BERRICHI Meryem	Examinatrice	Univ. Tlemcen, Dep Biologie
Monsieur LAHBAB Ahmed	Examineur	Directeur de Caque
Docteur CHAOUCHE Tarik Mohammed	Encadrant	Univ. Tlemcen, Dep Biologie

Année universitaire : 2023-2024

Remerciements

A notre aimable encadrant,

Monsieur le Docteur CHAOUICHE Tarik Mohammed.

Nous vous remercions docteur, pour votre soutien, votre gentillesse et votre disponibilité.

Au président de jury

Monsieur le Professeur BENAMAR Chahid El Houcine.

Nous vous remercions de nous avoir honorés en acceptant la présidence du jury.

Aux membres de jury,

Nous vous remercions de vous avoir accepté d'être parmi le jury, soyez assurés de notre respectueuse considération.

Nos sincères remerciements vont à tous les enseignants du département de biologie, Merci pour votre accompagnement tout au long de notre cursus.

Dédicace

A ma chère maman Fatma,

Aucun mot et aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, le dévouement, l'estime et le respect que j'ai pour vous. Tu as toujours été à mes côtés, ta prière et ta bénédiction m'ont aidé à poursuivre mes études, merci pour tous les sacrifices que tu m'as donné depuis ma naissance, tu es le symbole de bonté pour moi et ma source de motivation, je te dédie ce travail et je tiens à te témoigner mon profond amour, que Dieu, te préserve et t'accorde une longue vie.

A mon cher papa Mohamed,

Mon meilleur complice, tu as toujours été pour moi l'exemple de la personne respectueuse, honnête et méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es, grâce à toi j'ai appris le sens du travail et de responsabilité, merci de me permettre d'être fière de t'avoir comme papa, ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployé pour m'assurer une meilleure éducation et formation. Je t'aime papa et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde la santé, le bonheur et une longue vie.

A mes chères sœurs Esma et Amina,

Vous êtes un modèle de persévérance, de détermination et de courage je suis fière de vous et tellement reconnaissant de vous avoir dans ma vie, je vous souhaite un meilleur avenir plein de joie, de sérénité, de santé et de réussite, Je vous exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amour.

A tous les membres de ma famille ainsi que mes amis,

Je vous dédie ce modeste travail en témoignage de ma profonde affection.

Soufyane

Avec l'aide de Dieu le Tout Puissant et enfin achever ce modeste travail.

*Aux êtres les plus chers à mes yeux, à mon **père** et ma **mère**, vous présentez pour moi la source de tendresse qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Vos prières et vos bénédictions m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jours et nuits pour mon éducation et pour mon bien être. Ce travail est le fruit de vos sacrifices, que Dieu vous accorde la santé, une longue vie et du bonheur.*

*A Mes très cher Grand père **hadj Snouci** et **hadj Hafid** Allah yarhamhoum.*

*A ma très chère petite sœur **Nihel** et à mes chers frères **Racim** et **Snouci**.*

A mes meilleurs amis Abdrahman Abdrahmim Abdou et Hicham

A tous mes amis (es) que j'ai rencontré à l'université et à tous ceux qui me connaissent de près ou de loin.

Je vous dédie ce modeste travail en témoignage de ma profonde affection.

Mustapha

Liste des photos

Photo 1 : Tir vertical d'un vieil olivier (Terbah, 2023).	8
Photo 2 : pH mètre.....	35
Photo 3 : Réfractomètre.....	35
Photo 4 : Plaque agitatrice	35
Photo 5 : Balance analytique	35
Photo 6 : Distillateur.....	35

Liste des figures

Figure 1 : Section transversale et composition physique de l'olive (Nefzaoui, 1991).....	6
Figure 2 : Cycle de développement de l'olivier (Cherfaoui, 2018).	11
Figure 3 : Production mondiale d'huile d'olive (Djazzar & Mimoun, 2020).	15
Figure 4 : Consommation mondiale d'huile d'olive (Djazzar & Mimoun, 2020).	16
Figure 5 : Carte oléicole de l'Algérie (Oukkal, 2014).	18
Figure 6 : schéma des différents modes de broyage (Bennai, 2019).....	21

Liste des tableaux

Tableau I : Pourcentage de la composition chimique de l'olive.....	7
Tableau II : Quelques critères thermiques de l'olivier (Amira & Mokhtar, 2019).....	13
Tableau III : Effets du déficit en eau du sol sur les différentes phases phénologiques de l'olivier (Amira & Mokhtar, 2019).	13
Tableau IV : Les principales variétés d'oliver cultivées dans le monde (Ayadi, 2009).	17
Tableau V : Oléiculture au niveau de Tlemcen (St-Gelais, 2017).....	20
Tableau VI : Résultats des indices de peroxyde des trois échantillons d'huile d'olive.	43
Tableau X : Résultats des indices d'acides des trois échantillons d'huiles d'olive.	44
Tableau VII : Résultats des acidités libres exprimés en pourcentage d'acide oléique.	46
Tableau VIII : Résultats des indices de saponification de trois échantillons étudiés.	46
Tableau IX : Résultats des indices d'ester des échantillons étudiés.....	47
Tableau XI : Résultats des densités relatives des échantillons étudiés.	48
Tableau XIII : Résultats des indices de réfraction des échantillons étudiés.....	49
Tableau XIV : Tableau récapitulatif des résultats des différentes analyses des propriétés physico-chimiques des trois échantillons étudiés.....	50

Liste des abréviations

C.A : Codex Alimentarius

C.O.I : Conseil oléicole international

I.A : Indice d'acide

I.E : Indice d'ester

I.P : Indice de peroxyde

I.S : Indice de saponification

U.V : ultra-violet

°C : Degré Celsius

% : Pourcentage

U.E : Union Européen

Table des matières

Remerciements	I
Dédicace	II
Liste des photos	IV
Liste des figures	V
Liste des tableaux	VI
Liste des abréviations	VII
Table des matières	VIII
Introduction	1
Partie bibliographique	4
Chapitre 1	5
1. Définition	6
1.1. Structure physique de l'olive	6
1.2. Composition chimique de l'olive	6
2. Historique	7
3. Systématique	8
3.1.1. Origine de l'olivier	8
3.1.2. Caractéristiques de l'olivier	9
3.1.3. Dangers qui menacent l'olivier	9
3.2. Huile d'olive	10
3.2.1. Catégories des huiles d'olives	10
4. Exigence de l'olivier	11
5. Situation continentale	14
5.1. Production mondiale de l'huile d'olive	14
5.2. Consommation mondiale de l'huile d'olive	15
6. Situation nationale de l'huile d'olive	18

7. Processus de fabrication des huiles d'olives	20
Chapitre 2	23
1. Composition Nutritionnelle et paramètres physico chimiques l'huile d'olive.....	24
1.1. Composition nutritionnelle	24
1.2. Paramètres physico-chimiques :	24
2. Législation de l'huile d'olive	26
2.1. Législation nationale :	26
2.2. Législation internationale	27
2.3. Codex Alimentarius	28
2.4. Organisation mondiale de l'huile d'olive (IOC) :	28
Etude expérimentale	31
Introduction	32
Matériel et méthodes	33
1. Echantillonnage.....	34
2. Matériels utilisés	34
3. Méthodes de dosage des indices chimiques.....	36
3.1. Indice de peroxyde.....	36
3.1.1. Définition	36
3.1.2. Principe de la mesure	36
3.1.3. Mode opératoire	36
3.2. Indice d'acide	37
3.2.1. Définition	37
3.2.2. Principe.....	37
3.2.3. Mode opératoire	37
3.3. Indice de saponification.....	38
3.3.1. Définition	38
3.3.2. Principe.....	38

3.3.3.	Mode opératoire	38
3.4.	Indice d'ester	39
3.4.1.	Définition	39
4.	Propriétés physiques	39
4.1.	Densité relative	39
4.1.1.	Définition	39
4.1.2.	Principe.....	39
4.1.3.	Mode opératoire	40
4.2.	Indice de réfraction.....	40
4.2.1.	Définition	40
4.3.2.	Principe de mesure et mode opératoire	41
	Résultats et discussions	42
1.	Indices chimiques.....	43
1.1.	Indice de peroxyde.....	43
1.1.	Indice d'acide	44
1.2.	Acidité	44
1.3.	Indice de saponification.....	46
1.4.	Indice d'ester	47
2.	Caractères physiques.....	48
2.1.	Densité relative	48
2.2.	Indice de réfraction.....	49
	Conclusion générale	52
	Références bibliographiques	55
	Annexe	61

Introduction

Introduction

L'huile d'olive a une histoire riche et fascinante qui remonte à des millénaires dans le bassin méditerranéen. Les premières traces de culture de l'olivier remontent à plus de 6 000 ans, dans les régions de l'Est méditerranéen était utilisée non seulement comme aliment, mais aussi pour l'éclairage, dans les cosmétiques, et pour les rites religieux (Barjol, 2014).

En outre, en raison de sa composition unique et de ses nombreux composés bioactifs, l'huile d'olive, tel que l'amélioration de la digestion, la prévention des ulcères, régulation de la glycémie, réduction de la pression artérielle et du cholestérol ainsi que de nombreuses propriétés intéressantes comme : anti cancéreuses, anti oxydantes, anti inflammatoires et anti microbiennes, offre une gamme impressionnante de bienfaits pour la santé (Bouhadjra, 2011).

Son inclusion dans une alimentation équilibrée, telle que le régime méditerranéen, peut contribuer significativement à la prévention de diverses maladies et à la promotion de la santé globale (Bouhadjra, 2011; Veillet, 2010).

L'huile d'olive en Algérie a une histoire riche qui reflète l'évolution des pratiques agricoles et des influences culturelles à travers les siècles. Aujourd'hui, elle continue de jouer un rôle crucial dans l'économie, la culture et l'alimentation du pays. La récolte des olives et la production d'huile d'olive sont des activités traditionnelles qui rassemblent les communautés et font partie intégrante du patrimoine culturel algérien (Lamani & Ilbert, 2016b).

La production nationale d'huile d'olive est un secteur en pleine évolution, avec des racines profondes dans l'histoire et la culture du pays. Les efforts pour moderniser la production, améliorer les rendements, et valoriser les produits locaux sont essentiels pour renforcer la compétitivité de l'huile d'olive algérienne sur les marchés nationaux et internationaux (Lamani & Ilbert, 2016b). Avec des initiatives appropriées, le secteur a le potentiel de croître et de contribuer de manière significative à l'économie algérienne. Cette production varie d'une année à une autre en fonction des conditions climatiques et des techniques agricoles utilisées. En moyenne, la production peut atteindre environ 70 000 à 80 000 tonnes par an, mais ces chiffres peuvent fluctuer (Djebari & Meddour, 2020).

Malgré les progrès, le secteur oléicole en Algérie fait face à des difficultés tels que la modernisation des techniques de production, et l'amélioration des infrastructures qui restent des défis pour de nombreux producteurs, ainsi qu'à la gestion de l'eau et l'adaptation aux changements climatiques (Aouidad, 2017).

Introduction

L'objectif principal de notre étude est de réaliser une analyse comparative des principales caractéristiques physico-chimiques de trois huiles d'olive issues des huileries de la région de Tlemcen (Algérie). Plus spécifiquement, cette étude vise à évaluer la qualité des huiles : en déterminant les paramètres de qualité tels que l'indice de réfraction, la densité relative, la teneur en eau, l'indice d'acide et l'acidité, l'indice de peroxyde, l'indice d'ester et l'indice de saponification pour évaluer la qualité des trois huiles d'olive ; Comparer ces paramètres de qualité aux normes en vigueur.

La structure de ce mémoire est divisée en deux parties :

La première partie bibliographique présente des généralités sur l'huile d'olive et de l'olivier, aussi que des informations sur les compositions physico-chimiques, les techniques d'extraction-et la situation nationale et mondiale.

La deuxième partie de l'étude est consacrée à une analyse expérimentale, où nous avons réalisé des analyses physico-chimiques de trois échantillons d'huiles d'olives issues de la région de Tlemcen, afin de vérifier leur qualité.

Ensuite, nous avons décrit et discuté les résultats des analyses en les comparants aux normes internationales établies par le Codex Alimentarius et le Conseil Oléicole International. Enfin une conclusion générale.

Partie bibliographique

Chapitre 1

1. Définition

L'huile d'olive est extraite à partir du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L), c'est l'une des huiles ancestrales les plus répandues dans le monde entier. Elle est utilisée dans la cuisine, la médecine traditionnelle, la phytothérapie et la cosmétologie.

1.1. Structure physique de l'olive

L'olive est un fruit, pour cela la qualité d'huile de ce dernier dépend de sa composition chimique, donc de l'action de ses enzymes, et aussi des conditions externes de l'opération d'extraction tels que la température, le temps, la pression, l'humidité et la qualité des équipements ainsi que les techniques d'extractions.

Cette dernière est composée de trois parties : la cuticule (ou l'épicarpe), la pulpe (ou la mésocarpe) et le noyau (ou l'endocarpe). La majeure partie de l'huile d'olive est extraite à partir de la pulpe (Ajana et al., 1999). La figure ci-dessous présente la structure et la composition physique des trois parties de l'olive :

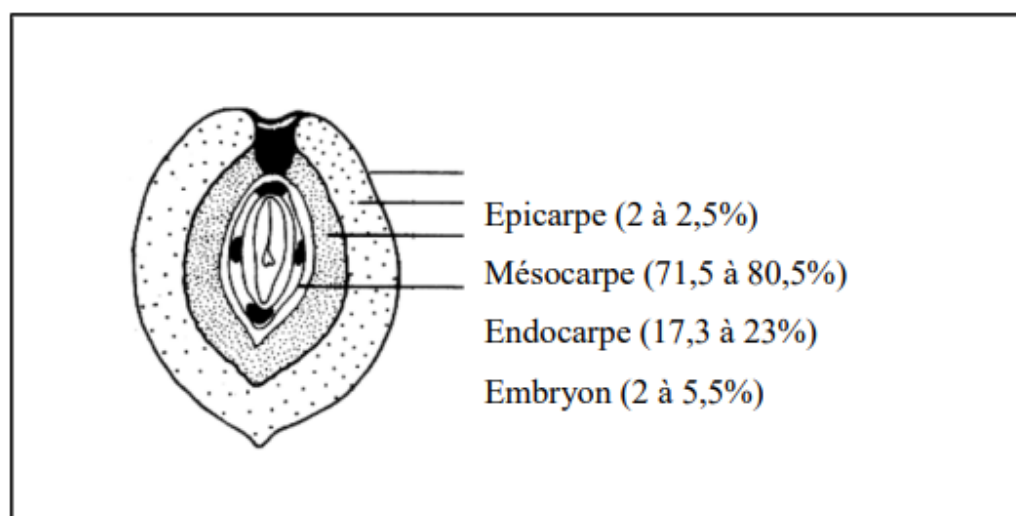


Figure 1 : Section transversale et composition physique de l'olive (Nefzaoui, 1991).

1.2. Composition chimique de l'olive

Le fruit d'olive est composé principalement d'eau, d'huile et de composés hydrosolubles comme : le sucre, les acides organiques, les composés azotés et les phénols, aussi, il contient une fraction colloïdale insoluble dont : hémicellulose, cellulose, pectine, protéine structurale et enzymatique, comme indique le tableau suivant (Alagna et al., 2012) :

Tableau I : Pourcentage de la composition chimique de l'olive.

Constituants	%
Eau	50
Huiles	22
Protéines	1.6
Sucres	19.1
Celluloses	5.8
Sels minéraux	1.5

2. Historique

L'utilisation de l'huile d'olive remonte à des millénaires, avec des preuves de sa culture et de son extraction dès 6000 ans avant notre ère dans la région méditerranéenne. Les anciennes civilisations de Grèce et d'Égypte ont été parmi les premières à cultiver les oliviers pour leur huile, qui servait non seulement d'aliment de base mais aussi de denrée précieuse utilisée pour l'éclairage, les rituels religieux et les soins de la peau.

Pendant l'Antiquité classique, l'huile d'olive a continué à jouer un rôle essentiel dans les sociétés méditerranéennes, en particulier en Grèce et à Rome. Sa production s'est perfectionnée avec des techniques comme le pressage et le filtrage. Outre ses usages culinaires, l'huile d'olive était largement utilisée en médecine, dans les soins du corps et lors des Jeux Olympiques.

Sous l'Empire romain, l'Espagne (alors appelée Hispanie) est devenue l'une des principales régions productrices et exportatrices d'huile d'olive de haute qualité, avec une estimation de plus de 30 millions d'amphores exportées. Cette importance s'est poursuivie au Moyen Âge, l'huile d'olive étant notamment utilisée pour la fabrication de savons en Espagne et en France, ainsi que pour l'éclairage et les soins de beauté (Boudon, 1987; Luque Janodet, 2021; Schörle, 2021).

3. Systématique

La classification botanique de *Olea europaea* selon APG III est la suivante :

- Règne : Archéplastides
- Clade : Angiospermae
- Clade : Eudicotyledones
- Clade : Asteridae
- Ordre : Lamiales
- Famille : Oleaceae
- Genre : *Olea*



- Espèce : *Olea europaea* L.

Photo 1: Tir vertical d'un vieil olivier (Terbah, 2023).

3.1.1. Origine de l'olivier

L'olivier serait originaire de la région asiatique qui semble avoir été le couffin de la civilisation méditerranéenne. Pushe estime qu'il a ensuite été envoyé en Égypte et de là au Maghreb d'une part et en Grèce d'autre part (Hilab, 2021). Quelle que soit son origine,

l'olivier est un arbre très typique que l'on retrouve désormais dans toute la périphérie méditerranéenne et qui a été introduit avec succès dans certaines zones aux climats de type méditerranéen (Chaker, 2016).

3.1.2. Caractéristiques de l'olivier

- Nom commun : Olivier
- Nom latin : *Olea europæa*
- Famille : Oleaceae
- Type : arbre fruitier
- Végétation : vivace
- Feuillage : persistant
- Hauteur : 2 à 10 mètres en moyenne
- Exposition : ensoleillée
- Plantation : extérieure en pleine terre ou un bac
- Résistance : moyennes
- Type de sol : argileux, calcaire et caillouteux
- PH : alcalin, neutre, acide
- Humidité : sol sec et drainé

Les feuilles sont opposées, de forme allongée et ovale, sur des pétioles courts, coriaces et intacts, avec des bords recourbés et des surfaces supérieures vert foncé brillantes. Ses feuilles sont persistantes et chaque feuille vit en moyenne trois ans avant de jaunir et de tomber, généralement en été. Lors de la taille, l'équilibre entre racines et feuilles doit toujours être respecté. Une taille excessive risque de provoquer la mort des racines (MASMOUDICHARFI & MSALLEM, 2015).

Pendant les périodes de sécheresse, les feuilles des oliviers peuvent perdre jusqu'à 60 % de leur eau, diminuer considérablement la photosynthèse et fermant les stomates qui permettent les échanges gazeux pour réduire la perte d'eau par évapotranspiration. Cette protection naturelle des arbres leur permet de subsister mais n'est pas propice à la production de fruits et de fleurs (MASMOUDICHARFI & MSALLEM, 2015).

3.1.3. Dangers qui menacent l'olivier

Les champignons, insectes, bactéries ou virus peuvent tous atteindre l'arbre. Aujourd'hui, c'est la bactérie *Xylella fastidiosa* qui menace les oliviers de notre région, affectant depuis 2010 les oliviers centenaires de la région des Pouilles en Italie. En conséquence, certaines

oliveraies ont perdu presque tous leurs arbres, car le film moussieux transporte des bactéries qui provoquent leur mort. Depuis, elle s'est étendue à l'Espagne, à la Corse et au sud de la France, menaçant toute la Méditerranée (MAHROUG et al., 2022). Cependant, on estime que seule la pourriture des racines est une maladie véritablement mortelle des oliviers ; les conséquences de *Xanthomonas solani* sont principalement économiques (MAHROUG et al., 2022).

3.2. Huile d'olive

Le mésocarpe charnu du fruit fournit l'huile (15 à 35 % selon les espèces). Cette huile est composée de près de 80% d'acide oléique et d'acide vaccénique (aussi duquel 9,7% d'acide palmitique, 7,5% d'acide linoléique, 1,1% d'acide myristique, 0,1% de phytostérols) et de chlorophylle (lequel lui offre sa couleur) glucides, amylase (lipase) et vitamines (A, D et F) (d'Aygalliers, 1900)

3.2.1. Catégories des huiles d'olives

Par conséquent, les huiles d'olives sont classées en différentes catégories, qui diffèrent par leur composition chimique, leur qualité et donc leur prix, les principales catégories d'huiles d'olive classées par le Conseil International d'Huile d'Olive (COI) sont :

- **Huile d'olive** : Parfois appelée "huile d'olive pure", c'est un mélange d'huile d'olive raffinée et d'huile d'olive vierge ou vierge extra. Elle subit un processus de raffinage pour éliminer les impuretés et les défauts sensoriels, puis est mélangée avec de l'huile d'olive vierge ou vierge extra pour lui donner une saveur acceptable. Elle est plus neutre en saveur que les huiles d'olive vierges et est souvent utilisée pour la cuisson et la friture.

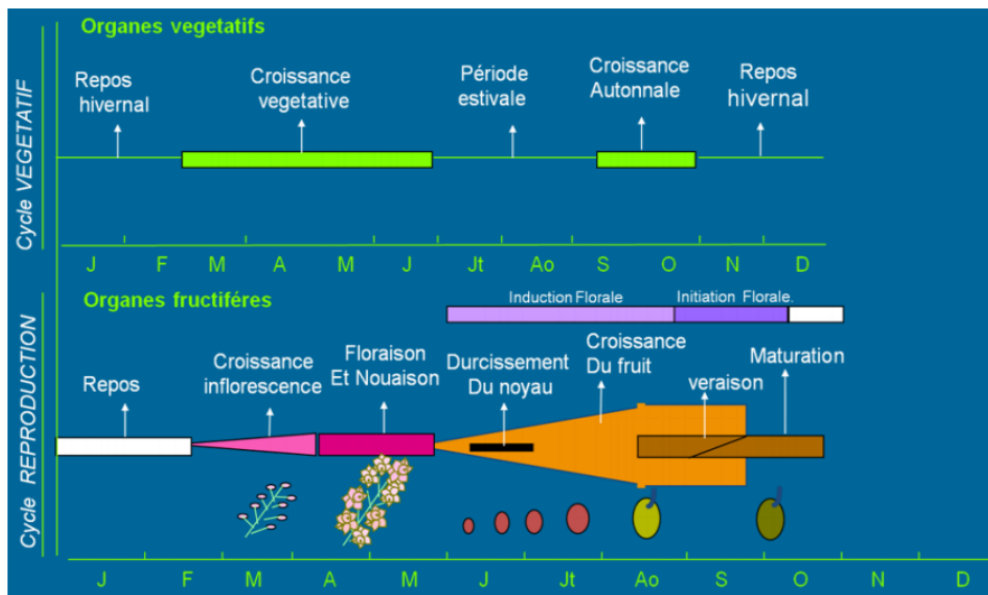
- **Huile d'olive vierge extra (HOVE)** : Il s'agit de la plus haute qualité d'huile d'olive, extraite mécaniquement sans utilisation de produits chimiques et présentant une acidité très faible (généralement inférieure à 0,8 %). L'HOVE est caractérisée par sa saveur intense, son arôme fruité et sa couleur verte. Elle est idéale pour être consommée crue, comme dans les salades, les vinaigrettes ou en finition sur des plats.

- **Huile d'olive vierge** : Également extraite mécaniquement sans l'utilisation de produits chimiques, mais présentant une acidité légèrement plus élevée que l'huile d'olive vierge extra (jusqu'à 2 %). Elle a une saveur légèrement moins prononcée que l'huile d'olive vierge extra et peut être utilisée de la même manière, bien qu'elle soit généralement moins chère.

- **Huile d'olive raffinée** : Cette huile est obtenue à partir d'olives de qualité inférieure ou de sous-produits du processus de fabrication de l'huile d'olive vierge. Elle est soumise à un processus de raffinage plus intense, ce qui la rend neutre en saveur et plus stable à haute température. Elle est principalement utilisée pour la cuisson et la friture, mais elle peut également être mélangée avec de l'huile d'olive vierge pour produire de l'huile d'olive.

4. Exigence de l'olivier

Les oliviers sont des arbres robustes qui peuvent atteindre la taille de 10 à 15 m de hauteur. Leurs



branches sont tortueuses et peux longues avec des feuilles plus long et moins large donnant des fleurs aux mois de mai et juillet tout dépend la nature de la grappe en suivant un cycle de développement (voir figure 2).

Figure 2 : Cycle de développement de l'olivier (Cherfaoui, 2018).

Ce sont des arbres qui vivent longtemps, ils sont sensibles au froid et à la chaleur. les différentes catégories des oliviers varient suivant les climats et les régions puisqu'elles peuvent prospérer dans des conditions variées (Pagnol, 1975). Parmi les exigences générales à prendre en compte on trouve :

- **Climat** : Les oliviers préfèrent les climats méditerranéens, avec des étés secs et chauds et des hivers humides et doux. Ils peuvent aussi tolérer des températures froides jusqu'à un certain degré, mais les températures très basses et les gelés prolongées peuvent endommager les arbres et réduire donc la production d'olives (Baldy, 1990).
- **Sol** : Les oliviers prospèrent dans des sols qui sont bien drainés et peu fertiles. Un sol sableux ou argileux avec un pH qui est légèrement acide à neutre est idéal. Il faut s'assurer que le sol ne retient pas l'eau, car l'humidité excessive peut entraîner des maladies des racines (d'Aygalliers, 1900).
- **Altitude** : La culture des oliviers dépend largement de l'altitude. Les limites à ne pas dépasser pour les versants du nord sont de 700 à 800 m, et pour les versants du sud de 900 à 1000 m.

Dans le nord-est de l'Algérie une étude a démontré qu'il y'avait de nombreux oliviers sauvages qui ont poussés jusqu'à une altitude de 1100 m, et que les habitants de cette région ont même pu tirer quelques huiles de ces oliviers (Morizot, 1993).

- **Exposition au soleil** :

Les oliviers sont des arbres qui poussent dans des pays à climat méditerranéen où les températures varient en moyenne entre 16 et 22°C au cours de l'année. Ils aiment la lumière et la chaleur et supportent des températures élevées et une atmosphère sèche, par contre ils craignent le froid, une température qui est basse peut être dangereuse pour l'arbre, particulièrement au moment de la floraison. En outre, il peut supporter les températures élevées de l'été s'il reçoit une alimentation hydrique satisfaisante (Abboud et al., 2023). Pour cela les oliviers ont besoin d'une exposition en plein soleil pour une croissance optimale et une bonne fructification. Ils doivent recevoir au moins six à huit heures de soleil direct par jour (Baldy, 1990).

- **Brouillard** : Il peut provoquer la chute des fleurs (Cherfaoui et al., 2018).
- **Neige** : Elle cause la rupture des branches (Cherfaoui et al., 2018).

- **Grêle** : Elle peut détruire les jeunes rameaux (Cherfaoui et al., 2018).

Tableau II : Quelques critères thermiques de l'olivier (Amira & Mokhtar, 2019).

-10°C à 12 °C	-Repos végétatif hivernal (risque de gel)
-7 °C à 5 °C	-Réveil printanier (risque de gel)
-9 °C à 10 °C	-Zéro de végétation
-14C à 15 °C	-Développement des inflorescences
- 18 °C à 19 °C	-Floraison
-21 °C à 22 °C	-Fécondation
-35 °C à 38 °C	-Arrêt de végétation
- > 40 °C	-Risque de brûlure

Arrosage : Bien que les oliviers soient résistants à la sécheresse une fois établis, un arrosage régulier est nécessaire pendant les premières années de croissance afin de favoriser un bon enracinement. Une fois matures, les oliviers peuvent survivre avec peu d'eau, mais un arrosage modéré pendant les périodes de sécheresse prolongée peut aider à maintenir la production d'olives comme indique le tableau si dessous (Guillaud, 1899; Larcena, 2012). En Algérie le régime de la pluie est bien réparti, seulement juillet qui est statistiquement sec.

Tableau III : Effets du déficit en eau du sol sur les différentes phases phénologiques de l'olivier (Amira & Mokhtar, 2019).

	Phénologie de l'olivier	Effet du déficit en eau dans le sol
Mars/ avril	-Différenciation des bourgeons à fleurs - Développement des bourgeons à fleurs - Sortie des bourgeons à bois - Début de croissance des pousses	- Réduction du nombre des inflorescences - Augmentation de la proportion de fleurs incomplètes - Avortement des fleurs - Réduction de la croissance des pousses
Mai/ juin	-Floraison -Nouaison -Grossissement des fruits (augmentation du nombre des cellules) -Allongement des pousses	-Réduction du nombre de fruits noués -Chute des fruits -Pousses peu allongées et augmentation de l'alternance de production
Été	-Grossissement des fruits (augmentation de la taille des cellules) -Allongement des pousses -Induction floral	-Arrêt du grossissement des fruits -Chute des fruits

Automne	<ul style="list-style-type: none"> -Grossissement des olives -Formation de l'huile -Accumulation des réserves 	<ul style="list-style-type: none"> -Fruits de petites tailles -Rapport pulpe/noyau faible -Baisse du rendement en huile -Réduction de l'accroissement des pousses -Floraison de la compagne suivante de moindre qualité
----------------	--	--

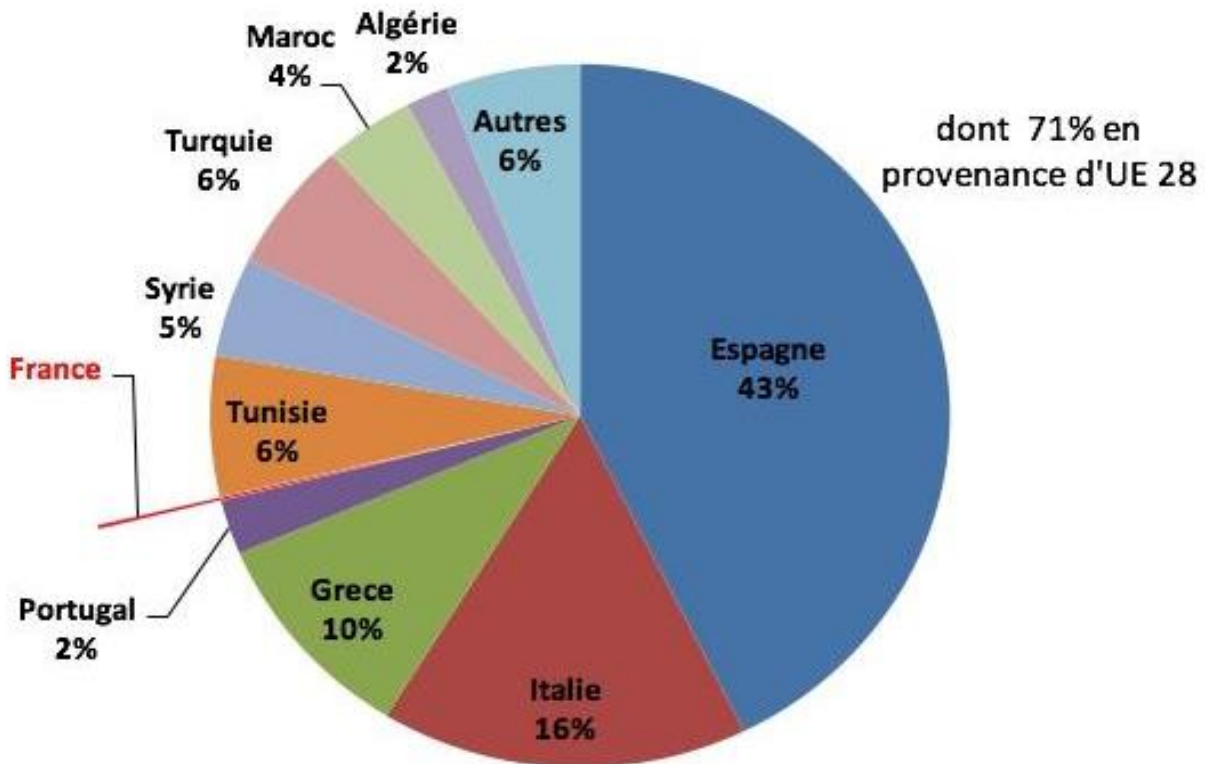
Taille : La taille régulière des oliviers est importante pour maintenir leur forme, favoriser la circulation de l'air et faciliter la récolte des olives. La meilleure période pour tailler est généralement à la fin de l'hiver ou au début du printemps, avant que la nouvelle croissance ne commence (Amira & Mokhtar, 2019).

Fertilisation : Les oliviers n'ont généralement pas besoin de beaucoup d'engrais. Cependant, une fertilisation légère avec un engrais équilibré au printemps peut aider à favoriser la croissance et la fructification (Amira & Mokhtar, 2019; Belguerri, 2016).

5. Situation continentale

5.1. Production mondiale de l'huile d'olive

La production d'huile d'olive est principalement concentrée dans les régions méditerranéennes comme indique figure 3, en raison des conditions climatiques favorables pour la culture de l'olivier (*Olea europaea*. L) (Barjol, 2014). Cependant, l'huile d'olive est également produite sur d'autres continents, bien que dans une moindre mesure (voir tableau IV).



Source FOP d'après OW et COI

Figure 3 : Production mondiale d'huile d'olive (Djazzar & Mimoun, 2020).

5.2. Consommation mondiale de l'huile d'olive

La consommation mondiale d'huile d'olive au cours de l'année de récolte 2021/2022 a atteint 3.1 millions de tonnes, soit une augmentation de 3.5 % par rapport à l'année précédente (Lamani & Ilbert, 2016a).

Les cinq principaux pays consommateurs d'huile d'olive sont l'Espagne, l'Italie et la Grèce, membres de l'Union européenne l'UE, suivis des États-Unis et de la Syrie. Ensemble, ces pays représentent plus de 70 % de la consommation mondiale d'huile d'olive (El badaoui & el mekki, 2017).

En termes de consommation par habitant, la Grèce arrive en tête avec une moyenne de 21 litres par personne et par an, suivie par l'Espagne (14 litres), l'Italie (12 litres) et le Portugal (6 litres) (Errach & Sayadi).

Il est important de noter que ces chiffres sont susceptibles de changer en fonction de divers facteurs, notamment les rendements la récolte, les coûts de production et les préférences des consommateurs (Erraach & Sayadi).

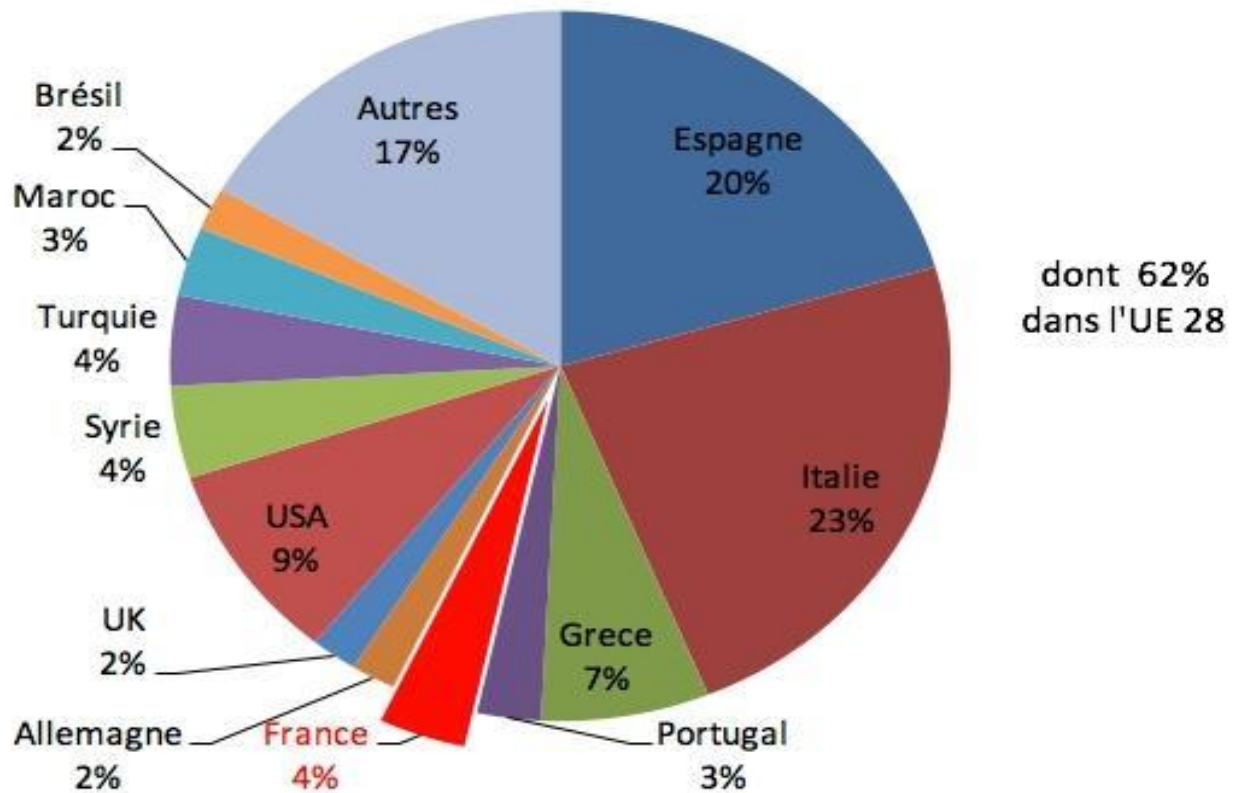


Figure 4 : Consommation mondiale d'huile d'olive (Djazzar & Mimoun, 2020).

Tableau IV : Les principales variétés d'oliver cultivées dans le monde (Ayadi, 2009).

Pays	Variétés	Utilisation	Distribution en hectares
Argentine	Arauco Arbequina	Huile+Table Huile	28 .670
Espagne	Picual Hojiblanca Cornicabra Lechin Manzanilla Verdal de Badajoz Empeltre Arbequina Cacerena	Huile Huile+ Table Huile Huile Table+Table Huile Huile Huile Huile +Table	2.127 000
Etats –Unis	Manzanilla Mission	Table Table	12 150
France	Picholine Tanche Aglандаu	Table Table Huile	20. 000
Grèce	Koroneik Conservolia Kalamata Mastoidis	Huile Table Table Huile	630.800
Italie	Frontoio MoraioIo Leccino Coratina Carolea Noccellara Belice Itrana Ascolana tenera	Huile Huile Huile Huile Huile + Table Table Table Table	1.140 685
Liban	Soury	Huile +Table	32.000
Maroc	Picholine marocaine	Huile +Table	412 000
Portugal	Galega Carrasquenha Redondil	Huile +Table Huile +Table Huile +Table	316 000
Syrie	Al –Zeiti Al –Sorani Al – Doeibly	Huile Huile Huile +Table	405 000
Tunisie	Chemlali Chetoui Meski	Huile Huile Table	1.538 000
Turquie	Ayvalik Cakir Gemlik Memecik Dornat	Huile Huile Table Table Table	877 700
Ancienne Yougoslavie	Oblica Zutica	Huile +Table Huile+ Table	29 960

6. Situation nationale de l'huile d'olive

La situation de l'huile d'olive en Algérie est influencée par divers facteurs, notamment la production, la consommation intérieure, les politiques gouvernementales et les tendances du marché international (voir figure) (Lamani & Ilbert, 2016a).

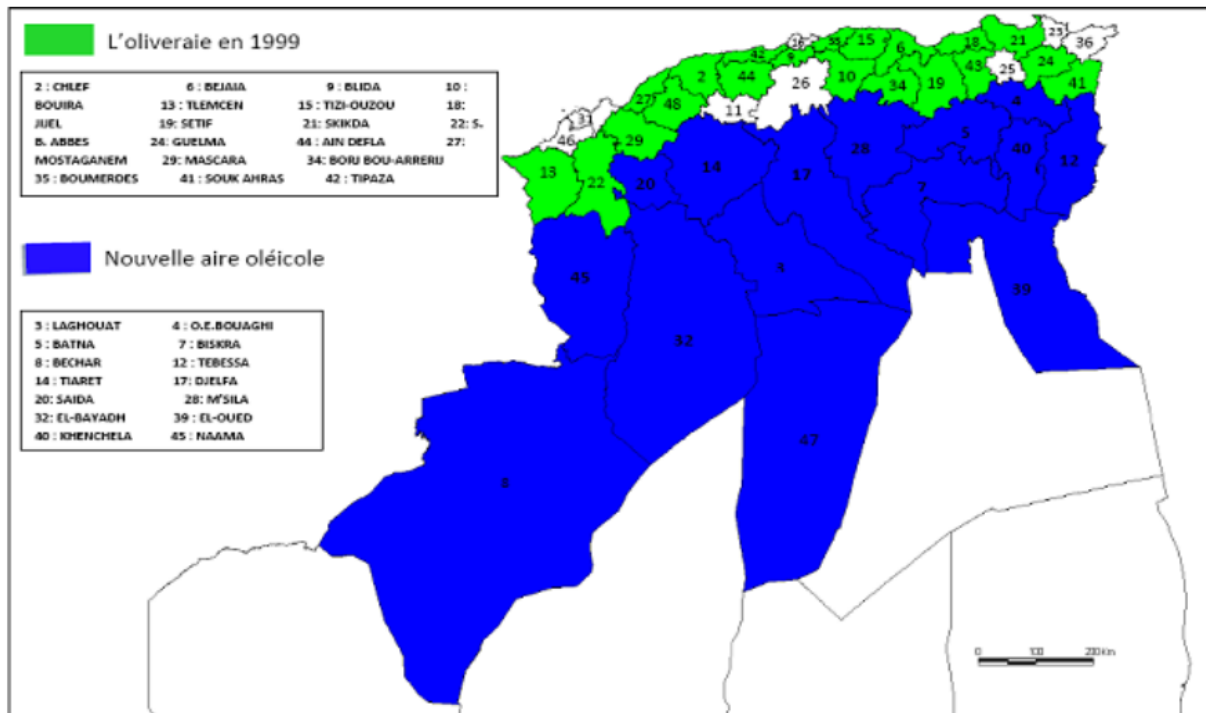


Figure 5 : Carte oléicole de l'Algérie (Oukkal, 2014).

Voici un aperçu de certains aspects clés de la situation actuelle (Boudi, 2013; Hadjou, 2013; Medjras, 2007; Selaimia, 2018) :

- **Production** : L'Algérie est l'un des principaux producteurs d'huile d'olive en Afrique du Nord. La production d'huile d'olive est concentrée dans plusieurs régions du pays, notamment la Kabylie, la région de Constantine, et la région de Tlemcen. Cependant, la production peut varier d'une année à l'autre en raison de facteurs tels que les conditions météorologiques, les maladies des oliviers et les pratiques agricoles.
- **Consommation intérieure** : L'huile d'olive est largement consommée en Algérie, tant dans la cuisine quotidienne que dans les plats traditionnels. Elle est également utilisée dans l'industrie alimentaire pour la fabrication de produits tels que les conserves et les sauces. La consommation intérieure est donc un facteur important qui influence la demande et la production d'huile d'olive.

- **Politiques gouvernementales** : Le gouvernement algérien intervient souvent dans le secteur agricole pour soutenir les producteurs locaux et encourager la production nationale. Des politiques telles que les subventions aux agriculteurs, les programmes de formation et de développement agricole, ainsi que la promotion de la modernisation des techniques de production peuvent avoir un impact sur la production et la qualité de l'huile d'olive.
- **Tendances du marché international** : L'Algérie exporte également une partie de sa production d'huile d'olive vers des marchés internationaux. Les tendances du marché mondial, telles que les fluctuations des prix, la demande des consommateurs et la concurrence avec d'autres producteurs, peuvent influencer les exportations algériennes de l'huile d'olive.

La situation de l'huile d'olive en Algérie est le résultat d'une combinaison de facteurs locaux et internationaux, et elle est sujette à des variations en fonction de ces différents éléments.

La production d'huile d'olive en Algérie a connu une augmentation constante, ce qui en fait un contributeur important à l'échelle mondiale. Selon le Conseil oléicole international, l'Algérie a produit 110 000 tonnes métriques d'huile d'olive au cours de la campagne 2021/2022 (Lamani & Ilbert, 2016a). Il s'agit d'une augmentation considérable par rapport aux 60 000 tonnes métriques produites au cours de la campagne 2016/2017 (Lamani & Ilbert, 2016a).

La croissance de la production d'huile d'olive en Algérie peut être attribuée à divers facteurs, tels que les initiatives gouvernementales visant à promouvoir le secteur et les investissements dans les technologies et infrastructures modernes (Lamani & Ilbert, 2016a). Le pays a également étendu ses oliveraies, avec une augmentation de la superficie totale sous culture d'oliviers, passant de 800 000 hectares en 2010 à plus d'un million d'hectares en 2020 (Lamani & Ilbert, 2016a).

Au niveau de la wilaya de Tlemcen la capacité oléicole a doublé durant les six années (2010-2017) passant de 7705 ha en 2010 à 15312 ha en 2017 ce qui a justifié l'importance de ce domaine et l'intérêt de l'oléiculture à la wilaya de Tlemcen (voir tableau V), les zones où les oliviers sont les plus cultivés sont : Maghnia, Remchi, Ouled mimoune, Sabra, benisenouses...etc, La production tirée de ce bilan est de 730000 qx d'olives dont 438000 qx est orienté vers la confiserie, 292000 qx est réservé à l'extraction des huiles d'olive (St-Gelais, 2017).

Compagne	Superficie totale (ha)	Superficie en rapport (ha)	Production d'olive à huile (qx)	Rendement d'olive (qx/ha)	Production d'huile (hl)	Rend huile (l/q)
2010/2011	7705	5300	162900	38	25400	16
2016/2017	15312	12000	292000	50	52560	18

Tableau V : Oléiculture au niveau de Tlemcen (St-Gelais, 2017).

7. Processus de fabrication des huiles d'olives

Le processus d'extraction de l'huile désigne l'ensemble des traitements auxquels est soumis le fruit de l'olivier, dans le but d'obtenir le produit final, l'huile d'olive. Depuis le transport de l'olivier jusqu'au moulin à huile jusqu'à la réception du produit final, on rencontre les étapes suivantes (Aloui, 2019; Bennai, 2019) :

1. Récolte des olives : Les olives sont récoltées à maturité, généralement à l'automne. La méthode de récolte peut varier, de la cueillette manuelle à l'utilisation de machines.
2. Nettoyage et tri : Les olives sont triées pour éliminer les feuilles, les branches et les débris. Certaines installations utilisent des machines pour ce processus.
3. Broyage : Les olives sont ensuite broyées pour former une pâte. Traditionnellement, cela se fait en utilisant des meules en pierre, mais des méthodes modernes utilisent des broyeurs métalliques.

Il existe dans la nature quatre types d'actions principales qui nous permettent de broyer une matière à savoir ; compression, cisaillement, traction, torsion ou la flexion (voir schéma ci-dessous).

(a) : par compression ou par friction

(c) : par choc contre une paroi

(b) : par cisaillement

(d) : par collision entre les éléments à broyer

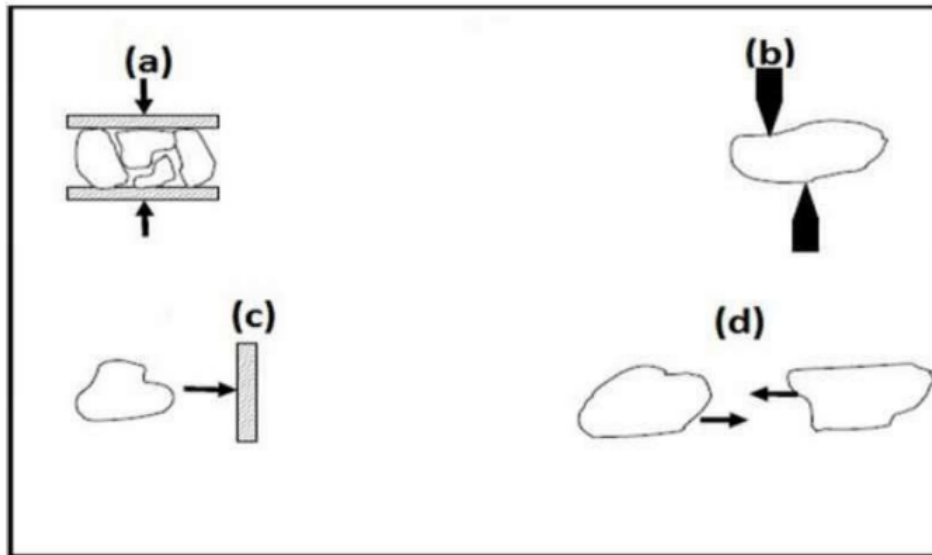


Figure 6 : schéma des différents modes de broyage (Bennai, 2019).

4. Malaxage : La pâte d'olives est malaxée pour séparer les huiles de la matière solide. Ce processus peut durer de 20 à 40 minutes, et il est crucial pour extraire le maximum d'huile.

5. Extraction : L'extraction de l'huile se fait habituellement par centrifugation. La pâte est centrifugée pour séparer l'huile de l'eau et des particules solides.

6. Filtration : Après l'extraction, l'huile est souvent filtrée pour éliminer les résidus solides restants et pour obtenir une huile plus claire.

7. Stockage : L'huile d'olive est stockée dans des cuves en acier inoxydable ou dans des conteneurs spéciaux pour préserver sa qualité.

8. Conditionnement : Enfin, l'huile d'olive est mise en bouteille ou en bidon pour la vente. Elle peut être conditionnée dans différents types de contenants, selon les préférences du producteur et du marché cible.

Il est à noter que certaines étapes peuvent varier en fonction des pratiques locales, des technologies disponibles et des normes de qualité visées par le producteur. La qualité de l'huile d'olive dépend également de facteurs tels que la variété des olives, les conditions de culture et de récolte, ainsi que les pratiques de transformation utilisées (Aloui, 2019)

Chapitre 2

1. Composition Nutritionnelle et paramètres physico chimiques l'huile d'olive

L'huile d'olive est reconnue pour sa composition nutritionnelle bénéfique pour la santé, ainsi que pour ses paramètres physico-chimiques qui déterminent sa qualité

Voici un aperçu de ces deux aspects :

1.1. Composition nutritionnelle

- Acides gras : L'huile d'olive est principalement composée d'acides gras monoinsaturés, en particulier l'acide oléique, qui représente généralement plus de 70% de sa composition lipidique (Boumaiza, 2020).

- Acides gras saturés : moins que 15% (Boumaiza, 2020).

- Acides gras polyinsaturés : Ils sont présents en quantités plus faible que les acides gras monoinsaturés.

- Vitamines : L'huile d'olive contient des vitamines liposolubles, notamment la vitamine E, un antioxydant naturel qui aide à protéger les cellules contre les dommages oxydatifs (Boumaiza, 2020).

- Autres composés : L'huile d'olive contient également des composés phénoliques et d'autres antioxydants, qui peuvent offrir divers bienfaits pour la santé (Boumaiza, 2020).

1.2. Paramètres physico-chimiques :

- ▲ Indice d'acidité : Il mesure la quantité d'acides gras libres présents dans l'huile d'olive. Un indice d'acidité plus faible indique une meilleure qualité (Addou, 2017).
- ▲ Indice de peroxyde : Cet indice mesure le degré d'oxydation de l'huile d'olive. Un indice de peroxyde plus bas indique une meilleure fraîcheur et une meilleure qualité de l'huile (Addou, 2017; Chalal, 2019).
- ▲ Absorbance UV : Il est utilisé pour évaluer la dégradation de l'huile d'olive due à l'exposition à la lumière (Chalal, 2019).
- ▲ Couleur : La couleur de l'huile d'olive peut varier en fonction de divers facteurs, tels que le stade de maturité des olives et les méthodes de transformation. Une couleur plus intense peut indiquer une teneur plus élevée en antioxydants (Chalal, 2019).
- ▲ Stabilité à l'oxydation : Il s'agit de la capacité de l'huile d'olive à résister à l'oxydation et à rancir, ce qui peut être influencé par des facteurs tels que la qualité des olives, les conditions de stockage et les processus de fabrication (Chalal, 2019).

- ♣ Teneur en eau et impuretés : La quantité d'eau et d'impuretés dans l'huile d'olive peut affecter sa stabilité et sa durée de conservation. Une teneur en eau élevée peut favoriser la croissance des micro-organismes et accélérer le processus de rancissement (Chemoun & Oulmas, 2019).
- ♣ Indice de réfractométrie : Cet indice mesure la réfraction de la lumière à travers l'huile d'olive, ce qui peut être utilisé pour estimer la densité et la pureté de l'huile (Chemoun & Oulmas, 2019).
- ♣ Acidité grasse : Il s'agit de la quantité totale d'acides gras présents dans l'huile d'olive, y compris les acides gras libres et les triglycérides (Chemoun & Oulmas, 2019).
- ♣ Composition en triglycérides : La composition en triglycérides de l'huile d'olive peut varier en fonction de facteurs tels que la variété des olives et les conditions de production. Certains types de triglycérides peuvent contribuer à la stabilité et à la qualité de l'huile (Leila, 2019).
- ♣ Profil en composés volatils : Les composés volatils dans l'huile d'olive, tels que les esters, les alcools et les aldéhydes, peuvent influencer son arôme et son goût. L'analyse du profil en composés volatils peut donc être utilisée pour évaluer la qualité sensorielle de l'huile (Leila, 2019).
- ♣ Teneur en cire : Les cires naturelles présentes dans l'huile d'olive peuvent influencer sa stabilité et sa clarté. Une teneur en cire excessive peut entraîner la formation de précipités indésirables (ALIOUA & BENLIFA; Boussakou, 2019).
- ♣ Teneur en chlorophylle : La chlorophylle est un pigment naturel présent dans les olives qui peut affecter la couleur de l'huile d'olive. Une teneur élevée en chlorophylle peut donner à l'huile une teinte plus verte (Boussakou, 2019).
- ♣ Ratio de peroxyde/indice d'acidité : Ce ratio est utilisé pour évaluer l'équilibre entre l'oxydation et l'hydrolyse dans l'huile d'olive. Un ratio optimal peut indiquer une meilleure qualité et une plus grande stabilité de l'huile (Meddour, 2019).
- ♣ Contaminants : Les contaminants tels que les métaux lourds, les pesticides et les résidus de solvants peuvent être présents dans l'huile d'olive en raison de pratiques agricoles ou de processus de production inadéquats. Leur présence doit être surveillée pour garantir la sécurité alimentaire (Naib & Ben Ramdane, 2018).
- ♣ Indice de saponification : Cet indice mesure la quantité de potassium ou de sodium nécessaire pour saponifier une certaine quantité d'huile. Il peut être utilisé pour estimer la composition en acides gras de l'huile (Addou, 2017).

2. Législation de l'huile d'olive

La législation concernant l'huile d'olive varie d'un pays à l'autre et est également réglementée au niveau international par des organisations telles que le Codex Alimentarius de la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) et l'Organisation mondiale de l'huile d'olive (International Olive Council - IOC). Voici un aperçu de la législation et des normes applicables à l'huile d'olive :

2.1. Législation nationale :

La législation algérienne relative à l'huile d'olive citée par le journal officiel de la république démocratique algérienne qui définit tous les décrets spécifiques à la réglementation des huiles d'olive, de la production jusqu'à la commercialisation, afin de garantir la sécurité alimentaire de cette huile (Lamani & Ilbert, 2016a). Voici quelques éléments clés de la législation algérienne concernant l'huile d'olive :

- Définitions et catégories : La législation définit les différentes catégories d'huile d'olive en fonction de leur qualité et de leurs caractéristiques organoleptiques. Cela peut inclure des catégories telles que l'huile d'olive vierge extra, l'huile d'olive vierge, l'huile d'olive raffinée, etc (Lamani & Ilbert, 2016a).
- Critères de qualité : Des critères de qualité sont établis pour chaque catégorie d'huile d'olive, notamment des paramètres physico-chimiques tels que l'acidité, l'indice de peroxyde, l'absorbance UV, ainsi que des critères organoleptiques tels que le goût, l'odeur et la couleur (Lamani & Ilbert, 2016a).
- Méthodes de production : La législation peut définir des normes et des pratiques de production pour garantir que l'huile d'olive est produite de manière hygiénique et conforme aux bonnes pratiques agricoles et de fabrication (Lamani & Ilbert, 2016a).
- Contrôle de la qualité : Des mécanismes de contrôle de la qualité peuvent être mis en place pour surveiller la conformité des huiles d'olive aux normes établies. Cela peut inclure des inspections régulières des installations de production, des analyses en laboratoire et des évaluations sensorielles (Lamani & Ilbert, 2016a).

- Étiquetage : Des exigences d'étiquetage précises sont établies pour informer les consommateurs sur la catégorie, l'origine, la date de production, les caractéristiques organoleptiques et les conditions de conservation de l'huile d'olive (Lamani & Ilbert, 2016a).
- Sanctions : Des sanctions peuvent être prévues en cas de non-conformité avec la législation, telles que des amendes, la suspension de l'activité de production ou des poursuites pénales (Lamani & Ilbert, 2016a).

Il est important de noter que les détails spécifiques de la législation algérienne sur l'huile d'olive peuvent varier et sont régulièrement mis à jour pour refléter les normes nationales et internationales en évolution. Les producteurs et les distributeurs d'huile d'olive en Algérie sont tenus de se conformer à ces réglementations pour assurer la qualité et la sécurité des produits destinés aux consommateurs algériens et internationaux (Lamani & Ilbert, 2016a, 2016b).

2.2. Législation internationale

Chaque pays a ses propres réglementations concernant l'huile d'olive, souvent basées sur des critères de qualité, de production et d'étiquetage (Lamani, 2015). Ces lois peuvent varier en fonction des traditions culinaires, des pratiques agricoles et des normes de qualité spécifiques à chaque pays.

Par exemple, en Espagne, premier producteur mondial d'huile d'olive, la législation espagnole (comme le Real Decreto en Espagne) établit des normes pour la classification des différentes catégories d'huile d'olive, les critères de qualité, les méthodes de production et d'étiquetage (Lamani, 2015).

Le secteur de l'huile d'olive bénéficie d'une réglementation harmonisée divisée en instruments généraux tels que l'Organisation Commune de Marché (OCM Unique) et les instruments relatifs aux appellations d'origine (Lamani, 2015).

En outre, il existe des réglementations spécifiques à l'industrie qui fixent les normes de commercialisation et les méthodes d'analyse associées :

- Règlement (CE) n° 1234/2007 du Conseil du 22 octobre 2007 : portant organisation commune des marchés dans le secteur agricole et dispositions spécifiques pour certains produits de ce secteur (« Règlement « OCM unique »). Cela n'a été introduit qu'en

décembre 2013 par le règlement (UE) no. 1308/2013 portant organisation commune des marchés agricoles (Djazzar & Mimoun, 2020).

- Règlement (CE) 1151/2012 relatif aux systèmes de qualité des produits agricoles et alimentaires (Djazzar & Mimoun, 2020).
- Le Règlement (CE) n° 1898/2006 du 14 décembre 2006 fixe les modalités d'application du Règlement du Conseil n° 510/2006 relatif à la protection des indications géographiques et des appellations d'origine des produits agricoles et alimentaires. Le présent règlement établit l'application spécifique du règlement (CE) n° 510/2006, notamment en ce qui concerne les demandes d'enregistrement et d'étiquetage (appellations, symboles communautaires) des produits portant des indications géographiques ou des appellations d'origine (Djazzar & Mimoun, 2020).
- Règlement (CE) n° 2568/91 de la Commission européenne du 11 juillet 1991 relatif aux propriétés de l'huile d'olive et de l'huile de grignons d'olive et aux méthodes d'analyse associées (Djazzar & Mimoun, 2020).
- Règlement (CE) n° 29/2012 de la Commission du 13 janvier 2012 relatif aux normes commerciales dans le secteur de l'huile d'olive (Djazzar & Mimoun, 2020).

2.3. Codex Alimentarius

- Le Codex Alimentarius est un recueil de normes alimentaires internationales élaboré par la Commission du Codex Alimentarius, une instance conjointe de la FAO et de l'OMS (Chen et al., 2021).

- Les normes du Codex pour l'huile d'olive couvrent divers aspects, y compris la pureté, les caractéristiques organoleptiques, les méthodes d'analyse et l'étiquetage (Stoll, 2017).

- Ces normes sont élaborées en concertation avec des experts de différents pays et industries pour assurer leur applicabilité et leur pertinence à l'échelle mondiale (Conte, 2020).

2.4. Organisation mondiale de l'huile d'olive (IOC) :

- L'IOC est une organisation intergouvernementale qui vise à promouvoir la coopération internationale dans le secteur de l'huile d'olive et des olives de table (Nasr, 2022).

- L'IOC établit des normes et des lignes directrices pour la production, la commercialisation et la consommation d'huile d'olive (Nasr, 2022).
- Ces normes couvrent un large éventail de critères de qualité, tels que l'acidité, les paramètres physico-chimiques, les caractéristiques sensorielles, les méthodes d'analyse et les bonnes pratiques agricoles (Nasr, 2022).
- L'IOC fournit également une assistance technique aux pays membres pour améliorer la qualité et la compétitivité de leurs produits oléicoles sur le marché mondial (Nasr, 2022).

En résumé, la législation nationale, les normes du Codex Alimentarius et les directives de l'Organisation mondiale de l'huile d'olive jouent un rôle essentiel dans la réglementation de la qualité, de la sécurité alimentaire et de la transparence du marché de l'huile d'olive à l'échelle nationale et internationale. Ces normes garantissent la qualité et l'intégrité des produits oléicoles et protègent les intérêts des producteurs et des consommateurs dans le monde entier (Nasr, 2022; Yahiaoui, 2017).

3. Les bienfaits l'huile d'olive

L'huile d'olive est reconnue depuis l'Antiquité pour ses vertus exceptionnelles. De nombreuses études scientifiques ont permis de mettre en évidence ses multiples bienfaits pour la santé (González, 2018; Kiritsakis, 1998).

- Santé cardiovasculaire

L'huile d'olive est riche en acides gras monoinsaturés, en particulier l'acide oléique, qui jouent un rôle essentiel dans la prévention des maladies cardiovasculaires. Selon une revue systématique et méta-analyse, une consommation élevée d'huile d'olive est associée à une réduction significative du risque de mortalité par maladie cardiovasculaire (Guasch-Ferré et al., 2014). De plus, les composés phénoliques présents dans l'huile d'olive vierge extra ont des propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes qui contribuent à la protection du système cardiovasculaire (Covas, 2006).

- Santé métabolique

L'huile d'olive a également des effets bénéfiques sur le métabolisme. Elle favorise un meilleur contrôle de la glycémie et une diminution du risque de diabète de type 2 (Zaccardi et al., 2015). De plus, sa consommation est associée à une réduction du tour de taille et du poids corporel, aidant ainsi à prévenir le surpoids et l'obésité (Schwingshackl & Hoffmann, 2014).

- Santé cérébrale

Les composés phénoliques de l'huile d'olive, tels que l'oleuropéine et l'hydroxytyrosol, ont des propriétés neuroprotectrices. Ils peuvent contribuer à la prévention des troubles cognitifs liés à l'âge et des maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer (Valls-Pedret, 2012).

- Système immunitaire et inflammation

L'huile d'olive possède des vertus anti-inflammatoires et antimicrobiennes grâce à sa teneur élevée en antioxydants. Elle peut ainsi aider à renforcer le système immunitaire et à lutter contre les infections (Bulotta, 2014).

En conclusion, l'huile d'olive est un aliment aux multiples bienfaits pour la santé, agissant sur de nombreux aspects du bien-être. Sa consommation régulière devrait être encouragée dans le cadre d'une alimentation équilibrée et saine (González, 2018; Kiritsakis, 1998).

Etude expérimentale

Etude expérimentale

Introduction

L'huile d'olive, un produit phare de la région méditerranéenne, est appréciée non seulement pour ses qualités organoleptiques exceptionnelles mais aussi pour ses bienfaits nutritionnels et médicaux. Afin de garantir la qualité et la pureté de l'huile d'olive, des analyses physico-chimiques rigoureuses sont indispensables.

Cette partie pratique du mémoire vise à évaluer et comparer les caractéristiques physico-chimiques de trois échantillons d'huile d'olive provenant de différents moulins : Moulin de ghazaouet (Haqiqi) (A), Moulin de Sabra (B), et Moulin de Ouzidan (C), en suivant les normes établies par des organismes internationaux tels que le Conseil Oléicole International (COI) et l'Union Européenne (UE).

La démarche expérimentale adoptée comprend plusieurs étapes cruciales pour une évaluation complète et précise des échantillons. Les analyses effectuées incluent la mesure de la teneur en eau, de l'indice de peroxyde, de l'indice d'acide, de l'indice de saponification, de l'indice de réfraction, de l'acidité, de l'indice d'ester et de la densité relative.

Chaque paramètre étudié est essentiel pour déterminer la qualité globale de l'huile, sa stabilité et son aptitude à la consommation. Les méthodes employées dans cette étude comprennent des techniques de titration, des mesures de réfractométrie, et des calculs basés sur les résultats expérimentaux. Chaque test vise à fournir des informations précises sur des aspects spécifiques de l'huile, permettant ainsi une évaluation globale et comparative des trois échantillons.

Enfin, les démarches employées dans cette étude seront détaillées dans les sections suivantes, incluant le matériel, les réactifs, les procédures expérimentales, et les formules de calcul. Les résultats obtenus seront ensuite discutés pour fournir une évaluation comparative des trois échantillons d'huiles d'olive.

Cette approche systématique permet d'assurer une analyse complète et fiable, essentielle pour les producteurs, les consommateurs, et les régulateurs de l'industrie des huiles d'olive.

Matériel et méthodes

1. Echantillonnage

Cette étude porte sur 3 échantillons d'huile d'olive qui proviennent de différentes régions de la wilaya de Tlemcen

- Tlemcen (Sebra) : huile prête à être mise sur le marché.
- Tlemcen (Ouziden) : huile prête à être mise sur le marché.
- Tlemcen (Ghazaouet) : huile prête à être mise sur le marché.

Ces échantillons ont été achetés et conservés dans des bouteilles opaques en verre afin de les mettre à l'abri de la lumière et à la température ambiante de 25 °C pour éviter tout risque d'oxydation.

Cadre de l'étude : le travail a été fait au niveau du laboratoire des produits naturels.

2. Matériels utilisés

- Bêchers de 100 mL
- Erlenmeyers en verre de 100 et 250 mL
- Ballons de 100 mL
- Burettes
- Plaques agitatrices
- Barreaux magnétiques
- Montages à reflux – Balance de précision
- Rampe
- Ampoules à décanter
- Pincettes et statifs



Photo 2 : pH mètre



Photo 3 : Réfractomètre



Photo 4 : Plaque agitatrice



Photo 5 : Balance analytique

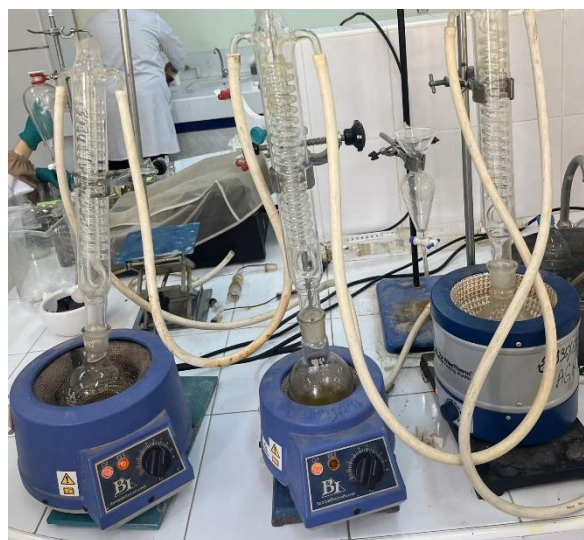


Photo 6 : Distillateur

3. Méthodes de dosage des indices chimiques

3.1. Indice de peroxyde

3.1.1. Définition

L'indice de peroxyde est une mesure couramment utilisée dans l'industrie alimentaire et chimique pour évaluer la qualité et la stabilité des huiles et des graisses. Il indique la quantité de peroxydes présents dans une substance, qui sont des produits intermédiaires de l'oxydation des lipides. Un indice de peroxyde élevé suggère que l'huile ou la graisse a été exposée à l'oxygène et qu'elle est en train de rancir. Il est mesuré en millimoles de peroxyde par kilogramme de graisse (mmol/kg) ou en milléquivalents d'oxygène actif par kilogramme (meq/kg).

3.1.2. Principe de la mesure

La mesure de l'indice de peroxyde repose principalement sur la méthode de titration iodométrique. Cette méthode permet de quantifier la quantité de peroxydes présents dans une substance grasse en utilisant des réactions chimiques spécifiques en utilisant le thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) comme solution titrante, ce dernier réduit l'iode en iodure (I^-).

3.1.3. Mode opératoire

- ▲ Peser 5 g d'huile d'olive et ajouter 30 ml du mélange 12 ml de chloroforme et de 18 ml d'acide acétique, Dissoudre en agitant.
- ▲ Ajouter 1 ml de solution saturée d'iodure de potassium. Agiter durant 1mn
- ▲ Abandonner pendant 5 mn, à l'obscurité (à une température comprise entre 15 et 25°C)
- ▲ Ajouter rapidement environ 75 ml d'eau pour arrêter la réaction.
- ▲ Ajouter l'indicateur d'iode (empois d'amidon). Si une couleur bleu violacé apparaît après agitation énergique, il y a présence de peroxyde.
- ▲ Titrer immédiatement avec le thiosulfate de sodium N/100 jusqu'à disparition de la coloration violette.
- ▲ Lorsque la couleur jaune pâle commence à disparaître, ajoutez 0,5 ml de solution d'amidon (1 %). Titrer (lentement) jusqu'à disparition de la coloration bleu violacé.
- ▲ Effectuer dans les mêmes conditions un essai à blanc.
- ▲ Le calcul de l'IP est donné par la formule :

$$\text{IP (meq d'O}_2\text{/kg)} = \frac{[N (V_1 - V_0)]}{m} \cdot 1000 = \frac{(V_1 - V_0) \times 10}{m}$$

N : La normalité de la solution de thiosulfate de sodium utilisée 0.01N ; V₁ = Volume de thiosulfate N/100 ; V₀ = Volume de thiosulfate N/100 de l'essai à blanc ; m : masse d'huile en g.

3.2. Indice d'acide

3.2.1. Définition

L'indice d'acide est souvent exprimé en pourcentage de la masse d'acide oléique libre dans l'huile. Elle est souvent exprimée en pourcentage de la masse d'acide oléique (ou d'autre acide gras prédominant dans un corps gras) par rapport à la masse totale de l'huile. L'acidité est un indicateur de la qualité de l'huile, où une faible acidité signifie généralement une meilleure qualité.

3.2.2. Principe

La mesure de l'acidité d'une huile implique une titration acido-basique, où la quantité d'acide oléique libre est déterminée par titrage avec une solution basique standard de KOH.

3.2.3. Mode opératoire

- ♣ Peser précisément une quantité de chaque huile (5 g) et la placer dans un flacon ou un bécher.
- ♣ Ajouter quelques gouttes de phénolphaléine. Cette substance reste incolore dans un milieu acide et devient rose dans un milieu basique.
- ♣ Titrer la solution avec une solution de KOH de concentration connue jusqu'à ce que la solution change de couleur (rose pâle), indiquant que les acides gras libres ont été neutralisés. Cette étape doit être effectuée avec soin pour éviter une sur-titration.
- ♣ La quantité de KOH utilisée pour neutraliser les acides gras libres est notée.
- ♣ L'indice d'acide est calculé en utilisant la formule suivante : $\text{IA} = \frac{V \times N \times 56.1}{m}$

Où : V est le volume de la solution de KOH utilisé pour la titration (en millilitres) ; N est la normalité de la solution de KOH ; 56.1 est la masse molaire de KOH (g/mol) ; m est la masse de l'échantillon d'huile (en grammes).

Acidité

L'acidité pour les huiles dont l'acide oléique est prédominant est calculée en utilisant la

formule suivante : $\text{Acidité (\%)} = \frac{282 \times N \times V}{P \times 10}$ ou $\text{Acidité (\%)} = \text{IA} / 2$

Où : V est le volume de solution de KOH utilisé (en mL) ; N est la normalité de la solution de KOH (0.1N) ; P est la masse de l'échantillon d'huile (en g) ; 282 est le poids moléculaire de l'acide oléique.

3.3. Indice de saponification

3.3.1. Définition

La saponification est un autre paramètre important dans l'analyse physico-chimique des huiles d'olive. Elle correspond à la quantité de base (généralement KOH) nécessaire pour saponifier les graisses et les huiles, c'est-à-dire pour convertir les esters d'acides gras en savon et en glycérol. L'indice de saponification est exprimé en milligrammes de KOH par gramme d'huile.

3.3.2. Principe

La mesure de l'indice de saponification repose sur la saponification des triglycérides présents dans l'huile ou la graisse en présence d'un excès d'une solution alcoolique de potasse (KOH).

3.3.3. Mode opératoire

- ♣ Pesez exactement 1 à 2 g d'huile d'olive et placez-les dans un ballon de saponification.
- ♣ Ajoutez 25 ml de solution de KOH (0.5 N ou 1 N en éthanol) dans le ballon contenant l'huile.
- ♣ Fixez le ballon de saponification sur le réchaud ou bain-marie. Chauffez doucement la solution pendant environ 30 minutes en agitant constamment pour saponifier complètement l'huile.
- ♣ Après saponification, laissez refroidir la solution à température ambiante.
- ♣ Ajoutez quelques gouttes d'indicateur phénolphtaléine à la solution refroidie.
- ♣ Titrer la solution avec de l'acide chlorhydrique (HCl) 0.5 N ou 1 N jusqu'à ce que la couleur rose disparaisse.

♣ Effectuez une titration blanche en répétant les étapes ci-dessus sans ajouter l'échantillon d'huile pour déterminer la quantité de KOH non réagie.

L'indice est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{IS (mg KOH/g)} = ((V_0 - V_1) * [\text{HCL}] * M \text{ KOH}) / m$$

V₀ : Volume versé au témoin en ml ; V₁ : Volume de l'essai en ml ; m : masse d'huile exactement pesée en g ; [HCL] : concentration de la solution d'acide chlorhydrique en mol/l ; MKOH : masse molaire du KOH en g/mol.

3.4. Indice d'ester

3.4.1. Définition

L'indice d'ester d'une huile est une mesure qui indique la quantité d'esters présents. Il est calculé en soustrayant l'indice d'acide de l'indice de saponification : $I = I_s - I_A$

Cet indice est utile pour évaluer la qualité et les caractéristiques de l'huile d'olive, car il donne une indication de la quantité d'acides gras estérifiés.

♣ Indice de Saponification : Quantité de base (KOH) nécessaire pour saponifier les graisses et les huiles (en mg de KOH par gramme d'huile).

♣ Indice d'Acide : Quantité de base (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides gras libres dans l'huile (en mg de KOH par gramme d'huile).

4. Propriétés physiques

4.1. Densité relative

4.1.1. Définition

La densité relative de l'huile d'olive est une mesure essentielle pour évaluer sa qualité, sa pureté et son authenticité. Les valeurs typiques se situent entre 0,910 et 0,916 à 20°C. La précision de cette mesure dépend de la méthode utilisée et de la température à laquelle elle est effectuée. La densité relative joue un rôle crucial dans le contrôle de la qualité et la conformité réglementaire de l'huile d'olive.

4.1.2. Principe

La mesure de la densité relative de l'huile d'olive consiste à déterminer la masse volumique de l'huile et à la comparer à celle de l'eau à une température donnée. La densité relative est une mesure sans dimension, obtenue en divisant la densité de l'huile par la densité de l'eau.

4.1.3. Mode opératoire

❖ Calibrage avec de l'eau :

1. Peser le pycnomètre vide.
2. Remplir le pycnomètre avec de l'eau distillée jusqu'à un repère précis.
3. Peser le pycnomètre rempli d'eau.
4. Calculer la masse d'eau en soustrayant la masse du pycnomètre vide.
5. La densité de l'eau est connue (1 g/cm³ à 4°C, ajustée pour la température ambiante).

❖ Mesure de l'huile d'olive :

1. Vider et sécher le pycnomètre.
2. Remplir le pycnomètre avec l'huile d'olive jusqu'au même repère.
3. Peser le pycnomètre rempli d'huile.
4. Calculer la masse de l'huile en soustrayant la masse du pycnomètre vide.
5. La densité relative de l'huile d'olive est donnée par la formule suivante : $D = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$

M0: Masse en (gr) du pycnomètre vide ; M1 : Masse en (gr) du pycnomètre rempli d'eau ; M2 : Masse en (gr) du pycnomètre rempli d'huile d'olive.

4.2. Indice de réfraction

4.2.1. Définition

L'indice de réfraction (n) est défini comme le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et la vitesse de la lumière dans une substance donnée. Il est mesuré en utilisant un réfractomètre, généralement à une température standard (souvent 20°C).

Son importance dans l'étude des Huiles d'Olive est citée comme suit :

1. Authenticité et Pureté : Des variations dans l'indice de réfraction peuvent indiquer la présence de mélanges avec d'autres huiles ou impuretés.
2. Identification des Types d'Huile : L'indice de réfraction peut aider à distinguer entre différentes variétés d'huiles d'olive.
3. Détection de l'Altération : Les changements dans l'indice de réfraction peuvent signaler l'oxydation ou d'autres formes de détérioration de l'huile.

4.3.2. Principe de mesure et mode opératoire

Pour mesurer l'indice de réfraction des huiles d'olive, on utilise généralement un réfractomètre. La procédure typique est la suivante :

- Nettoyez soigneusement le prisme du réfractomètre avec un solvant non réactif et un tissu propre.
- S'il y a des impuretés visibles dans l'huile d'olive, filtrez-la avant de procéder à la mesure.
- Suivez les instructions spécifiques de l'appareil pour calibrer le réfractomètre. Cela implique généralement de placer une goutte d'un étalon (comme de l'eau distillée) sur le prisme et d'ajuster l'appareil jusqu'à ce qu'il affiche l'indice de réfraction connu de l'étalon.
- Déposez quelques gouttes de l'échantillon d'huile d'olive sur le prisme du réfractomètre.
- Assurez-vous que l'huile couvre entièrement la surface du prisme sans bulles d'air.
- Fermez le couvercle (pour les modèles qui en ont) pour éviter les interférences avec la lumière ambiante.
- Lisez directement l'indice de réfraction sur l'échelle du réfractomètre. Pour les modèles numériques, l'indice s'affichera automatiquement.
- Notez la température de la mesure. L'indice de réfraction des huiles d'olive est généralement donné à 20°C. Si la température diffère, il peut être nécessaire d'appliquer une correction (des tables de correction peuvent être disponibles dans la documentation du réfractomètre).

L'indice de réfraction varie légèrement avec la température. Si la mesure est effectuée à une température différente de °C, une correction peut être nécessaire.

Formule de correction : $n_{T0} = n_T + \alpha(T - T_0)$

Où : n_{T0} est l'indice de réfraction corrigé à 20°C ; n_T est l'indice de réfraction mesuré à la température T.

Résultats et discussions

1. Indices chimiques

1.1. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde (IP) est une mesure de la concentration de peroxydes et d'hydroperoxydes dans une huile ou une graisse. Ces composés sont les premiers produits de l'oxydation lipidique, un processus qui mène au rancissement et à la dégradation de la qualité de l'huile. L'indice de peroxyde est donc un indicateur crucial de la fraîcheur et de la stabilité oxydative des huiles et graisses (Lagardere, 2004).

Un indice de peroxyde bas indique une faible oxydation et une meilleure qualité de l'huile, tandis qu'un indice élevé signale une dégradation avancée et une possible altération des qualités organoleptiques et nutritionnelles (Lagardere, 2004).

Selon les normes élaborées par codex Alimentarius (C.A) et le conseil oléicole international (C.O.I)

- ❖ Huile d'Olive Extra Vierge : Doit avoir un indice de peroxyde inférieur ou égal à 20 millimoles d'oxygène actif par kilogramme (meq O₂/kg).
- ❖ Huile d'Olive Vierge : Aussi limitée à 20 meq O₂/kg.
- ❖ Huile d'Olive Lampante : Présente souvent un indice de peroxyde supérieur à 20 meq O₂/kg, rendant cette huile impropre à la consommation sans raffinage.

Nos résultats sont présentés dans le tableau VI :

Tableau VI : Résultats des indices de peroxyde des trois échantillons d'huile d'olive.

Origine	Ghazaouet	Sebra	Ouziden
Caractères			
Indice de peroxyde	8.45	6.27	5.13
Norme C.A et C.O.I	Max 20 milliéquivalents d'oxygène peroxydique /Kg d'huile		

En comparant les résultats obtenus avec ceux des C.A et C.O.I, on peut conclure que les trois échantillons d'huile d'olive ont des valeurs d'indice de peroxyde dans les normes (inférieur à 20 méq d'O₂/kg), pour cela on peut les classer dans la catégorie des bonnes huiles d'olive. Cela indique que les huiles n'ont pas subi une oxydation excessive, assurant ainsi une bonne qualité et une fraîcheur relative des huiles.

1.1. Indice d'acide

L'indice d'acide est un paramètre important utilisé pour évaluer la qualité et la fraîcheur de l'huile d'olive. Un indice d'acide bas est généralement recherché pour garantir une huile d'olive de haute qualité (Sadik, 1992). Les valeurs obtenues pour les trois huiles étudiées sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau VII : Résultats des indices d'acides des trois échantillons d'huiles d'olive.

Origine Caractères	Ghazaouet	Sebra	Ouziden
Indice d'acide	0.1%	0.19%	0.17%
Normes C.A et C.O.I	Huile d'Olive Extra Vierge : $IA \leq 0,8\%$ Huile d'Olive Vierge : $IA \leq 2,0\%$ Huile d'Olive Courante : $IA \leq 3,3\%$ Huile d'Olive Lampante : $IA > 3,3\%$		

D'après les résultats obtenus, et en les comparants aux normes établies par C.A et C.O.I, les trois échantillons étudiés sont considérés comme des huiles d'olives très fraîches et de haute qualité comparable à celle des huiles extra vierge.

1.2. Acidité

L'acidité d'une huile est un paramètre clé pour évaluer sa qualité et sa fraîcheur. La méthode de titration acido-basique permet de déterminer avec précision la concentration d'acides gras libres, offrant ainsi une mesure fiable de l'état de l'huile. Les normes spécifiques d'acidité aident à garantir que seules les huiles de haute qualité sont mises sur le marché pour la consommation humaine et d'autres applications industrielles (Boulfane, 2015). Selon les normes élaborées par codex alimentarius (C.A) et le conseil oléicole international (C.O.I) :

❖ Huile d'Olive Extra Vierge :

- Acidité maximale : 0,8% d'acide oléique.
- Critères : Cette catégorie représente l'huile d'olive de la plus haute qualité, obtenue uniquement par des procédés mécaniques, sans traitement chimique. Une faible acidité indique une bonne qualité des olives, un processus de production soigné, et une bonne conservation.

❖ Huile d'Olive Vierge :

- Acidité maximale : 2,0% d'acide oléique.
- Critères : Cette huile est également obtenue par des procédés mécaniques. Une acidité légèrement plus élevée peut être due à des olives de qualité inférieure ou à des conditions de stockage moins optimales.

❖ Huile d'Olive Vierge Courante :

- Acidité maximale : 3,3% d'acide oléique.
- Critères : Utilisée principalement pour la consommation, mais avec une qualité inférieure aux huiles vierges et extra vierges.

❖ Huile d'Olive Lampante :

- Acidité : Supérieure à 3,3% d'acide oléique.
- Critères : Cette huile n'est pas destinée à la consommation sans raffinage en raison de sa haute acidité et de son goût désagréable. Elle est souvent utilisée pour la production d'huile d'olive raffinée.

❖ Huile d'Olive Raffinée :

- Acidité maximale : 0,3% d'acide oléique après le processus de raffinage.
- Critères : Cette huile est obtenue par raffinage de l'huile d'olive lampante, pour réduire l'acidité et améliorer le goût.

❖ Huile d'Olive - Composée d'Huiles Raffinées et Vierges :

- Acidité maximale : 1,0% d'acide oléique.
- Critères : Un mélange d'huile d'olive raffinée et d'huile d'olive vierge ou extra vierge.

Les valeurs obtenues des trois huiles sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau VIII : Résultats des acidités libres exprimés en pourcentage d'acide oléique.

Origine	Ghazaouet	Sebra	Ouziden
Caractères			
Acidité libre	1.79%	5.15%	1.71%
Normes C.A et C.O.I	Max 3.3 % En acide oléique		

Suite aux résultats obtenus des trois huiles d'olive étudiées, et en comparant les résultats à ceux des normes appliquées par le C.O.I et C.A, on peut conclure que les huiles de la région de Ghazaouet ainsi que Ouziden sont des huiles vierges, par contre l'huile venue de Sebra présente une acidité supérieur aux normes ce qui la classe comme une huile lampante, cette mauvaise qualité résulte de divers facteurs comme la mauvaise qualité des olives, des techniques de récolte et de traitement inadéquates, et des conditions de stockage défavorables.

1.3. Indice de saponification

La saponification est un autre paramètre important dans l'analyse physico-chimique des huiles d'olive. Elle correspond à la quantité de base (généralement KOH) nécessaire pour saponifier les graisses et les huiles, c'est-à-dire pour convertir les esters d'acides gras en savon et en glycérol (SERVI, 2015). L'indice de saponification est exprimé en milligrammes de KOH par gramme d'huile.

$$A. I_s = \frac{(23,24 - 5,7) \cdot 65,11 \cdot 0,5}{7,284} = 67,5569$$

$$B. I_s = \frac{(23,24 - 7,3) \cdot 56,11 \cdot 0,5}{7,548} = 57,9645$$

$$C. I_s = \frac{(23,24 - 6) \cdot 56,11 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{7,548} = 64,0789$$

Les valeurs obtenues pour les trois huiles étudiées sont représentées dans le tableau suivant :

Origine	Ghazaouet	Sebra	Ouziden
Caractères			
Indice de saponification	67,5569	57,9645	64,0789
Normes C.A et C.O.I	184-196		

Tableau IX : Résultats des indices de saponification de trois échantillons étudiés.

- Les indices de saponification obtenus pour les trois échantillons sont nettement inférieurs à la norme standard (184-196 mg KOH/g).

- Ces résultats pourraient indiquer des erreurs dans les calculs ou la préparation des échantillons. Il est crucial de revoir les procédures utilisées pour s'assurer de leur conformité avec les méthodes standardisées.
- Une autre possibilité pourrait être que les huiles analysées ne soient pas des huiles d'olive pures ou qu'elles aient été mélangées avec d'autres huiles ayant un indice de saponification plus bas.

1.4. Indice d'ester

L'indice d'ester d'une huile est une mesure qui indique la quantité d'esters présents, c'est-à-dire les composés résultant de la réaction entre des acides gras et des alcools. Il est calculé en soustrayant l'indice d'acide de l'indice de saponification. Cet indice est utile pour évaluer la qualité et les caractéristiques de l'huile d'olive, car il donne une indication de la quantité d'acides gras estérifiés (Allel Dounia, 2023).

$$I = I_s - I_A$$

A. $I = 67,5569 - 1,07 = 66,4869$

B. $I = 57,9645 - 1,96 = 56,0045$

C. $I = 64,0789 - 1,709 = 62,3699$

Les valeurs obtenues pour les trois huiles étudiées sont représentées dans le tableau suivant :

Origine	Ghazaouet	Sebra	Ouziden
Caractères			

Tableau X : Résultats des indices d'ester des échantillons étudiés.

Indice d'ester	66,4869	56,0045	62,3699
Normes C.A et C.O.I	Maximum 20		

En comparant les résultats obtenus par l'analyse des trois échantillons étudiés on trouve qu'ils sont largement supérieurs aux normes établies par le C.A et C.O.I ce qui pourrait indiquer une certaine dégradation de l'huile ou des conditions de stockage moins optimales. Cependant, cela ne signifie pas nécessairement que l'huile n'est pas consommable ou qu'elle est de mauvaise qualité. Il est toujours important de prendre en compte d'autres facteurs tels que l'acidité, l'indice de peroxyde et les autres paramètres physico-chimiques.

Origine	Ghazaouet	Sebra	Ouziden
Caractères			
Densité relative	0.911 g/cm ³	0.910 g/cm ³	0.914 g/cm ³
Normes C.A et C.O.I	0,910 - 0,916 g/cm ³		

2. Caractères physiques

2.1. Densité relative

La densité relative de l'huile d'olive est une mesure comparative importante pour évaluer la qualité et l'authenticité de l'huile (Allel Dounia, 2023). La méthode au pycnomètre est une technique précise pour déterminer cette densité, qui est généralement comprise entre 0,910 et 0,916 g/cm³ à 20°C selon le C.O.I et C.A. Les résultats obtenus avec nos échantillons sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XI : Résultats des densités relatives des échantillons étudiés.

La détermination de la densité des huiles d'olive étudiés nous a permis de les classer comme huiles pures et de haute qualité puisque les résultats se situent dans les normes établies par C.A et C.O.I (entre 0,910 et 0,916), pour cela il est probable que les huiles sont authentiques et n'ont pas été mélangées avec des huiles de moindre qualité ou des substances étrangères et

n'ont subis aucune contamination significative par des impuretés ou des additifs non autorisés.

2.2. Indice de réfraction

Les huiles d'olive vierges ont généralement un indice de réfraction compris entre 1.4677 et 1.4705 à 20°C. Ces valeurs peuvent légèrement varier en fonction de la variété d'olive, de la région de production, et des conditions de stockage (Allel Dounia, 2023).

Dans une étude comparative, les indices de réfraction de différentes huiles d'olive peuvent être mesurés et comparés. Voici un tableau montre les trois échantillons hypothétiques d'huiles d'olive :

Tableau XII : Résultats des indices de réfraction des échantillons étudiés.

Échantillon	Indice de Réfraction	Température	Pourcentage
Huile d'Olive A	1.47	21.8°	72%
Huile d'Olive B	1.465	22.1°	70%
Huile d'Olive C	1.47	22.2°	72%
Normes C.A et C.O.I	1.4677-1.4705		

L'indice de réfraction est un paramètre crucial dans l'analyse physico-chimique des huiles d'olive. Il aide non seulement à vérifier la pureté et l'authenticité des huiles, mais aussi à identifier les variétés et détecter les altérations. Une étude comparative des indices de réfraction permet d'évaluer et de comparer différentes huiles d'olive de manière objective et précise.

- Ces valeurs sont typiques des huiles d'olive vierges, confirmant l'authenticité des échantillons.
- Des variations mineures entre les échantillons peuvent être attribuées à des différences dans les variétés d'olives utilisées ou les méthodes de production.
- Aucun échantillon ne présente de déviation significative qui indiquerait une contamination ou un mélange avec d'autres huiles.

Origine	Ghazaouet	Sebra	Ouziden
Caractère			

Tableau XIII : Tableau récapitulatif des résultats des différentes analyses des propriétés physico-chimiques des trois échantillons étudiés.

Indice de peroxyde	8.45	6.27	5.13
Acidité	1.796%	5.15%	1.71%
Indice de saponification	67.55	57.96	64.07
Indice d'ester	66.48	56.0045	62.369
Indice d'acide	0.1%	0.19%	0.17%
Densité	0.7284	0.7715	0.7548
Teneur en eau	0.63%	0.61%	0.64%
Indice de réfraction	1.47	1.46	1.47

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce mémoire est basé sur une étude quantitative comparative de quelques huiles d'olive locales venues de régions différentes de la Wilaya de Tlemcen, afin d'assurer leur qualité et pureté, enfin discuter conformités aux normes internationales que précisent le Codex Alimentarius et le Conseil Oléicole International pour pouvoir arriver au stade de la commercialisation.

Cependant, les caractéristiques physico-chimiques déterminées par cette étude ont pu montrer les résultats suivants :

- Les indices de peroxyde trouvés sont dans les normes ce qui qualifie les trois huiles d'olive comme bonnes.
- Les huiles d'olive venues de Ghazaouet et de Sebra ne sont pas acides donc de meilleure qualité par rapport à celle de la région de Ouziden qui présente une acidité supérieure aux normes donc considérée comme huile lampante.
- L'Indice de saponification des trois huiles est largement inférieur aux normes ce qui les rend comme huiles impurs.
- L'indice d'ester des trois échantillons ne se trouve pas dans les normes cela indique la présence des impuretés dans les huiles.
- Les échantillons ont des indices d'acide conformes aux normes cela les classe comme des huiles de qualité haute comparable aux huiles extra vierge.
- La densité de même se trouve dans les normes.
- Ainsi que l'indice de réfraction des trois échantillons qui est conforme.

Afin de garantir une huile d'olive de haute qualité on a recours à contrôler plusieurs facteurs, tels que le type et la variété d'olive utilisé, les processus de collecte, d'extraction, de production, de stockage et de conservation, aussi la formation des personnels qui assurent les tâches de chaque étape de la collecte des olives jusqu'à la commercialisation.

Pour atteindre les exigences organoleptiques voulus quelques perspectives sont recommandées :

- Amélioration des pratiques de collecte des olives.
- Modernisation et automatisation des Techniques de Production.
- Développement des Infrastructures.
- Formation et Sensibilisation des Producteurs.
- L'entretien régulier des instruments et des appareils.

Conclusion générale

- Le respect des normes de production et de stockage.
- Mettre en place des laboratoires de contrôle qualité.

En conclusion l'huile d'olive occupe une place importante de point de vue sa valeur nutritionnelle et sanitaire ainsi que biologique. Pour cela, il est essentiel que les vendeurs assurent une qualité haute des huiles d'olive commercialisées en assurant la pureté et en améliorant le conditionnement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abboud, S., Ouni, A., Aydi Ben Abdallah, R., & Dbara, S. (2023). Potential use of olive mill wastewater spreading in olive orchards for improving soil fertility and olive oil quality under semi-arid Environment. *Communications in soil science and plant analysis*, 54(18), 2563-2571.
- Addou, S. (2017). Etude des paramètres physico-chimiques et organoleptiques de l'huile d'olives de la variété Siguoise dans la région de Tlemcen
- Ajana, H., El Antari, A., & Hafidi, A. (1999). Evolution of biométrie parameters and chemical composition of olives from the moroccan picholine variety during fruit ripeness. *Grasas y Aceites*, 50(1), 1-6.
- Alagna, F., Mariotti, R., Panara, F., Caporali, S., Urbani, S., Veneziani, G., Esposto, S., Taticchi, A., Rosati, A., & Rao, R. (2012). Olive phenolic compounds: metabolic and transcriptional profiling during fruit development. *bmc plant biology*, 12, 1-19.
- ALIOUA, D., & BENLIFA, S. Etude des caractéristiques physico-chimiques des eaux de lavage des huiles brutes d'olives: bio-activités universite kasdi merbah Ouargla].
- Allel Dounia. (2023). Qualité physico-chimique et bactériologique de l'huile d'olive.
- Aloui. (2019). Conception et réalisation d'une nouvelle machine d'extraction d'huile d'olive à usage domestique université mouloud mammeri Tizi-Ouzou].
- Amira, A., & Mokhtar, Z. (2019). Culture hyperintensive de l'olivier dans le monde et applications en tunisie.
- Aouidad, A. (2017). Contribution à l'étude des contraintes liées à la labellisation de l'huile d'olive en Algérie université mouloud mammeri].
- Ayadi. (2009). Physico-chemical change and heat stability of extra virgin olive oils flavoured by selected Tunisian aromatic plants. *Food and chemical toxicology*, 47(10), 2613-2619.
- Baldy, C. (1990). Le climat de l'olivier (*Olea europaea* L.), *ecologia mediterranea*, 16(1), 113-121.
- Barjol, J.-L. (2014). L'économie mondiale de l'huile d'olive. *ocl*, 21(5), d502.
- Belguerri, H. (2016). Contribution à l'étude de l'effet de l'irrigation et la fertilisation azotée et potassique sur les performances productives et qualitatives de l'olivier super-intensif.
- Bennai. (2019). Analyse préliminaire du processus traditionnel de production d'huile d'olives appliqué dans certaines régions de kabylie (nord algérien).

Références bibliographiques

- Boudi. (2013). Compétitivité de la filière huile d'olive en Algérie: cas de la wilaya de Béjaïa. Les cahiers du cread, 89-112.
- Boudon, V. (1987). Le pain et l'huile d'olive dans la Grèce antique, de l'araire au moulin. in: jstor.
- Bouhadjra, K. (2011). Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge ummto].
- Boulfane. (2015). Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la chaouia-maroc, journal of applied biosciences, 87, 8022-8029.
- Boumaiza. (2020). État de l'art de l'enrichissement des huiles d'olives sur la qualité nutritionnelle et les propriétés biologiques université de jijel].
- Boussakou, A. A. (2019). L'étude des caractéristiques pomologique des olives et étude physico-chimique de l'huile d'olive de la variété chemlal de la région de beni douala université mouloud mammeri].
- Bulotta. (2014). Beneficial effects of the olive oil phenolic components oleuropein and hydroxytyrosol: focus on protection against cardiovascular and metabolic diseases. journal of translational medicine, 12, 1-9.
- Chaker, S. (2016). De la très probable origine berbère du nom grec (et latin) de l'olivier. La lingua nella vita e la vita della lingua itinerari e percorsi degli studi berberi, 345.
- Chalal, C. (2019). Effets de la période de récolte sur le changement du fruit et des paramètres physico-chimiques de l'huile d'olive des variétés chemlal et aimel université mouloud mammeri].
- Chemoun, L., & Oulmas, S. (2019). Effets de la période de récolte sur le changement du fruit et des paramètres physico-chimiques de l'huile d'olive des variétés chemlal et azeradj université mouloud mammeri].
- Chen, C., Frank, K., Wang, T., & Wu, F. (2021). Global wheat trade and codex alimentarius guidelines for deoxynivalenol: a mycotoxin common in wheat. global food security, 29, 100538.
- Cherfaoui. (2018). Volatile compounds of Algerian extra-virgin olive oils: Effects of cultivar and ripening stage. International journal of food properties, 21(1), 36-49.
- Cherfaoui, M., Cecchi, T., Keciri, S., & Boudriche, L. (2018). Volatile compounds of Algerian extra-virgin olive oils: Effects of cultivar and ripening stage. International journal of food properties, 21(1), 36-49.

Références bibliographiques

- Conte. (2020). Olive oil quality and authenticity: A review of current eu legislation, standards, relevant methods of analyses, their drawbacks and recommendations for the future. *trends in food science & technology*, *105*, 483-493.
- Covas. (2006). The effect of polyphenols in olive oil on heart disease risk factors: a randomized trial. *Annals of internal medicine*, *145*(5), 333-341.
- d'Aygalliers, P. (1900). *L'olivier et l'huile d'olive*. Libr. J.-B. Baillièrè et fils.
- Djazzar, A., & Mimoun, T. (2020). La dynamique de la construction d'un produit de qualité en cours de certification Indication Géographique (IG) cas de l'huile d'olive «acbalinath ghobri» université mouloud mammeri].
- Djebari, K., & Meddour, K. (2020). Détermination de l'huile d'olive préférée, à travers les déterminants de la qualité. Cas d'un panel du centre d'Algérie université mouloud mammeri].
- El badaoui, r., & el mekki, a. a. (2017). Perception du consommateur marocain de l'huile d'olive: problématiques, approches et perspectives managériales. *Revue marocaine de recherche en management et marketing*, *2*(17), 1-21.
- Erraach, Y., & Sayadi, S. Dans quelle mesure l'étiquetage environnemental et social pourrait valoriser l'huile d'olive espagnole en France?
- González. (2018). Olive oil. In *Food Integrity Handbook: A guide to food authenticity issues and analytical solutions*. eurofins analytics france.
- Guasch-Ferré, M., Hu, F. B., Martínez-González, M. A., Fitó, M., Bulló, M., Estruch, R., Ros, E., Corella, D., Recondo, J., & Gómez-Gracia, E. (2014). Olive oil intake and risk of cardiovascular disease and mortality in the predimed study. *bmc medicine*, *12*, 1-11.
- Guillaud, E. (1899). *L'olivier et le mûrier, histoire culture, parasites*. Octave Doin.
- Hadjou. (2013). Labellisation des huiles d'olive algériennes: contraintes et opportunités du processus? *new médit*, *12*(2), 35-46.
- Hilab, B. (2021). Effet du stress salin sur le comportement de quelques variétés locales d'olivier (*Olea europaea L. subsp. europaea var. europaea*)
- Kiritsakis, A. K. (1998). *Olive oil: from the tree to the table*. food & nutrition press.
- Lagardere. (2004). Détermination de l'acidité et de l'indice de peroxyde dans les huiles d'olive vierges et dans les huiles raffinées par spectrométrie proche infrarouge à transformée de fourier. *oléagineux, corps gras, lipides*, *11*(1), 70-75.
- Lamani. (2015). Stratégies de différenciation par l'origine des huiles d'olive en méditerranée. *cahiers agricultures*, *24*(3), 145-150.

Références bibliographiques

- Lamani, O., & Ilbert, H. (2016a). La segmentation du marché oléicole. Quelles politiques de régulation du marché d'huile d'olive en Algérie? *new medit*, 15(3), 19-28.
- Lamani, O., & Ilbert, H. (2016b). Spécificités de l'oléiculture en montagne (région kabyle en algérie): pratiques culturelles et enjeux de la politique oléicole publique. l'oléiculture au maroc de la préhistoire à nos jours: pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques. montpellier: ciheam, 149-159.
- Larcena, D. (2012). Terrasses et eau des versants en méditerranée. de l'eau agricole à l'eau environnementale. éditions quæ, 241-252.
- Leila, M. K.-M. (2019). Étude comparative des caractéristiques physico-chimiques de trois variétés d'huiles *Olea europaea* L d'olives algériennes.
- Luque Janodet, F. (2021). La métaphore conceptuelle dans les langues de spécialité: enjeux terminologiques et linguistiques de son emploi dans l'analyse organoleptique de l'huile d'olive (français-espagnol). *synergies europe* (16).
- Mahroug, N, Djemil, C., & Abderrahmane, O. (2022). Enquête phytosanitaire sur la verticilliose de l'olivier dans la région d'ain defla.
- Masmoudicharfi, C., & Msallem, M. (2015). Variabilité des paramètres morphologiques chez l'olivier et relations corrélatives.
- Meddour, K. (2019). Caractéristiques physico chimiques de l'huile d'olive de la variété chemlal de quelques régions de la kabylie (mekla et betrouna) selon la date de récolte [université mouloud mammeri].
- Medjras, N. (2007). Impacts prévisibles de l'intégration de l'algérie dans la zone de libre échange union-européenne/pays tiers méditerranéens sur la filière huile d'olive [ina].
- Morizot, P. (1993). L'Aurès et l'olivier. *antiquités africaines*, 29(1), 177-240.
- Naïb, A., & Ben Ramdane, F. (2018). Influence de la région d'étude, de la variété et de la date de récolte sur les caractéristiques pomologiques de fruit d'olives et sur les paramètres physicochimiques d'huile d'olive [université mouloud mammeri].
- Nasr, E. (2022). Signatures inorganiques et isotopiques combinées pour la discrimination de l'origine géographique de l'huile d'olive [Pau].
- Nefzaoui, A. (1991). Valorisation des sous-produits de l'olivier. *Options Méditerranéennes*, 16, 101-108.
- Oukkal, Y. (2014). Mise en évidence des symbiotes mycorhizien dans les racines de l'olivier (*olea europea* l.) après apport de margines sous une oliveraie de l'itaf de sidi aich (wilaya de bejaïa) [université mouloud mammeri].
- Pagnol, J. (1975). L'olivier. 3eme édition, avignon (france). aubanel, 180p.

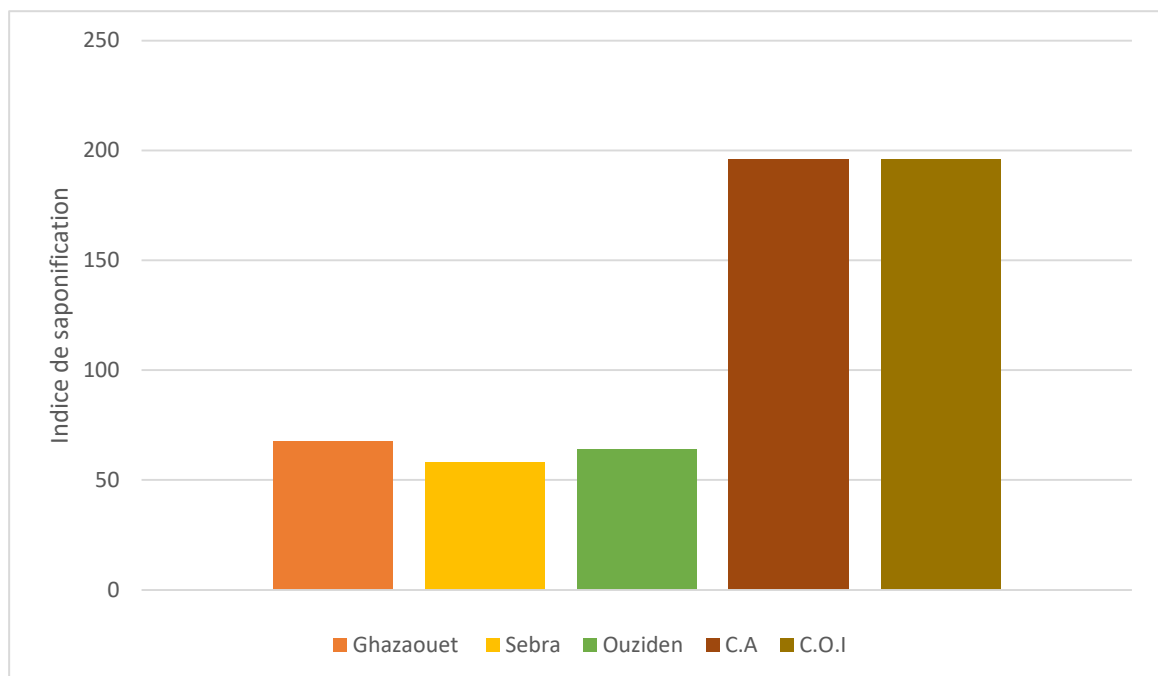
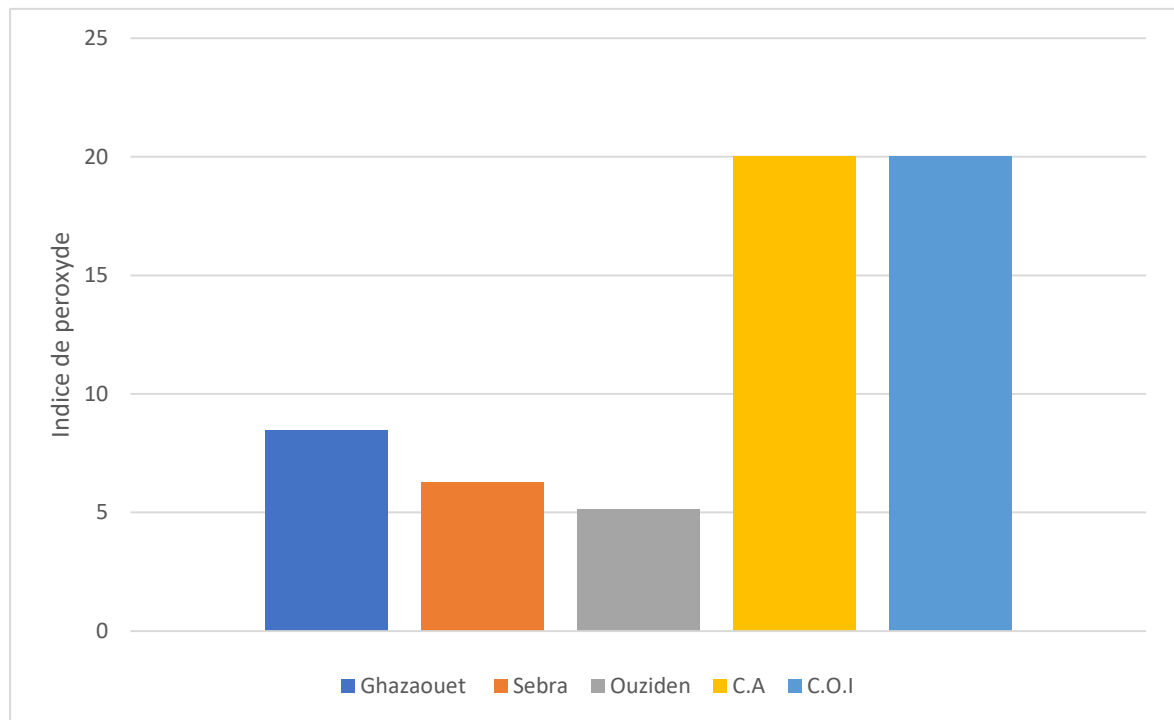
Références bibliographiques

- Sadik. (1992). Étude ultramicroélectrochimique des esters phosphoriques comme solvant: application a la détermination de l'indice d'acide des lubrifiants par amperométrie à une ultramicroélectrode de platine université henri poincaré-nancy 1].
- Schörle, K. (2021). Le commerce du vin, de l'huile d'olive et du garum dans l'antiquité. Le grand mezzé [catalogue de l'exposition, mucem, 19 mai 2021-31 décembre 2023],
- Schwingshackl, L., & Hoffmann, G. (2014). Monounsaturated fatty acids, olive oil and health status: a systematic review and meta-analysis of cohort studies, *lipids in health and disease*, 13, 1-15.
- Selaimia, R. (2018). Etude de l'huile d'olive d'Algérie
- Servi. (2015). Caractères de l'huile d'olive.
- St-Gelais, E. (2017). Caractérisation des variétés d olives dans la zone de hassi ben abdellah «cas de l exploitation de bensaci».
- Stoll, L. (2017). Active biodegradable film with encapsulated anthocyanins: effect on the quality attributes of extra-virgin olive oil during storage, *journal of food processing and preservation*, 41(6), e13218.
- Terbah. (2023). Isolation, caractérisation et traitement de la bactérie phytopathogène “*Pseudomonas savastanoi* pv *savastanoi*” Agent causal de la tuberculose de l’olivier Université Ibn Khaldoun].
- Valls-Pedret. (2012). Polyphenol-rich foods in the mediterranean diet are associated with better cognitive function in elderly subjects at high cardiovascular risk, *journal of alzheimer's disease*, 29(4), 773-782.
- Veillet, S. (2010). Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive: entre tradition et innovation.
- Yahiaoui, K. (2017). Inventaire et répartition spatiale des ravageurs de l’olivier au lac de réghaïa. *algerian journal of environmental science and technology*, 3(3).
- Zaccardi, F., Kurl, S., Pitocco, D., Ronkainen, K., & Laukkanen, J. (2015). Serum fructosamine and risk of cardiovascular and all-cause mortality: a 24-year prospective population-based study. *nutrition, metabolism and cardiovascular diseases*, 25(2), 236-241.

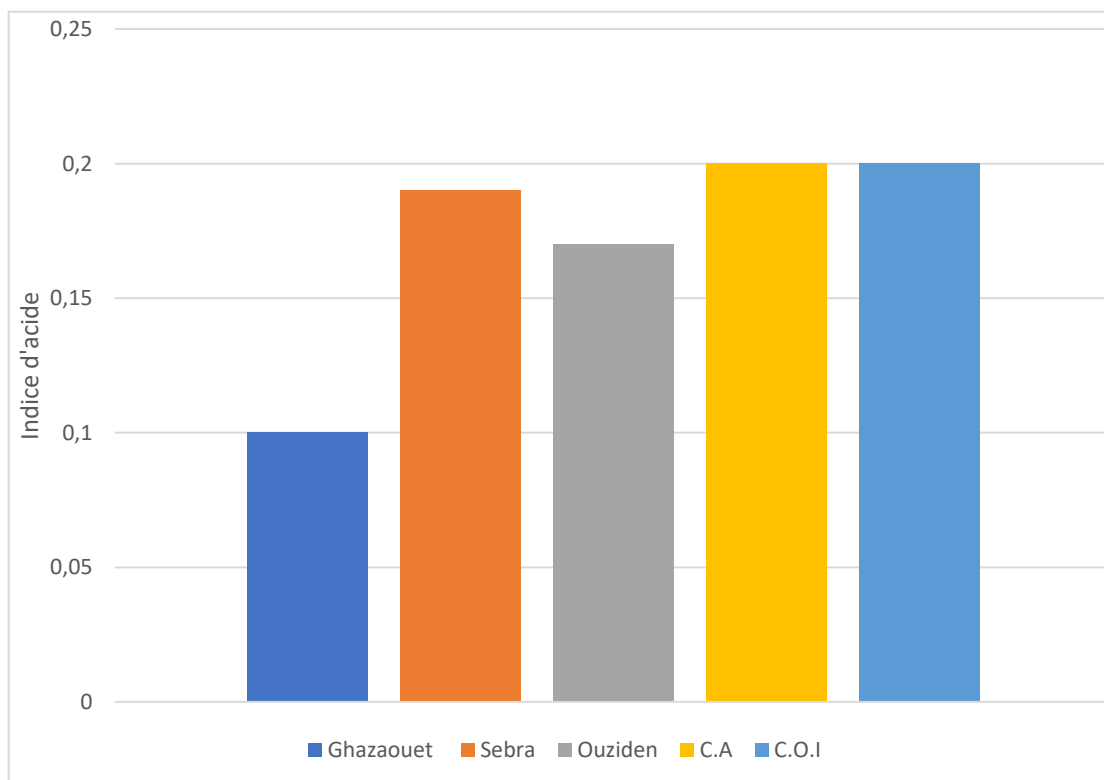
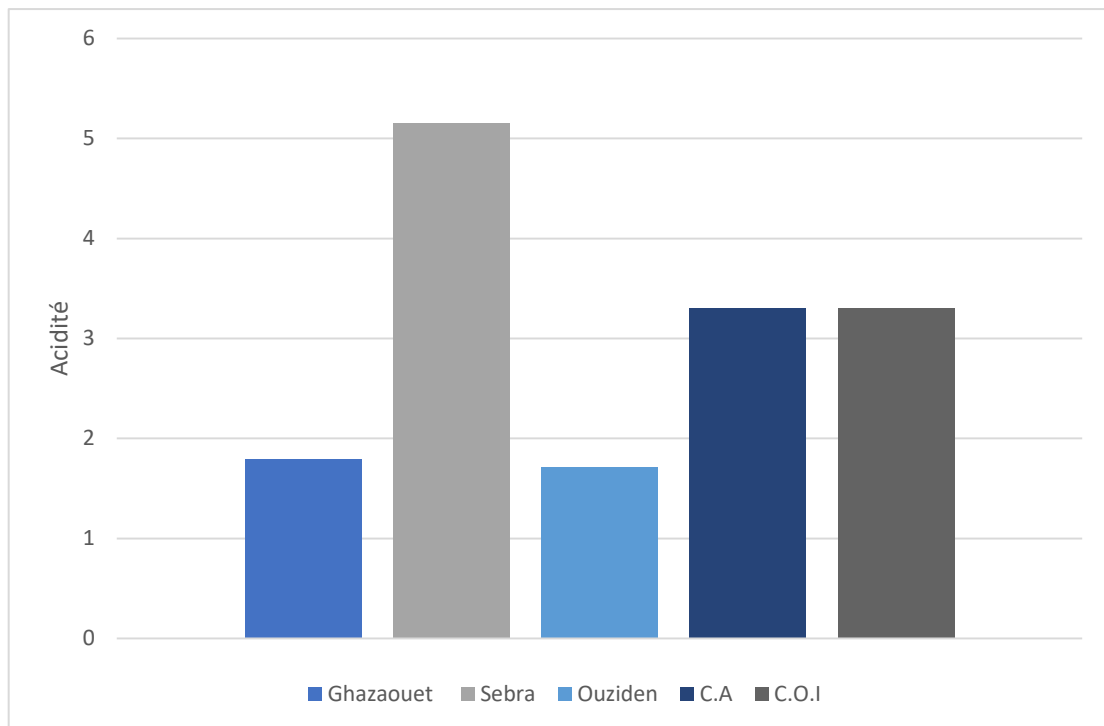
Annexe

Annexes

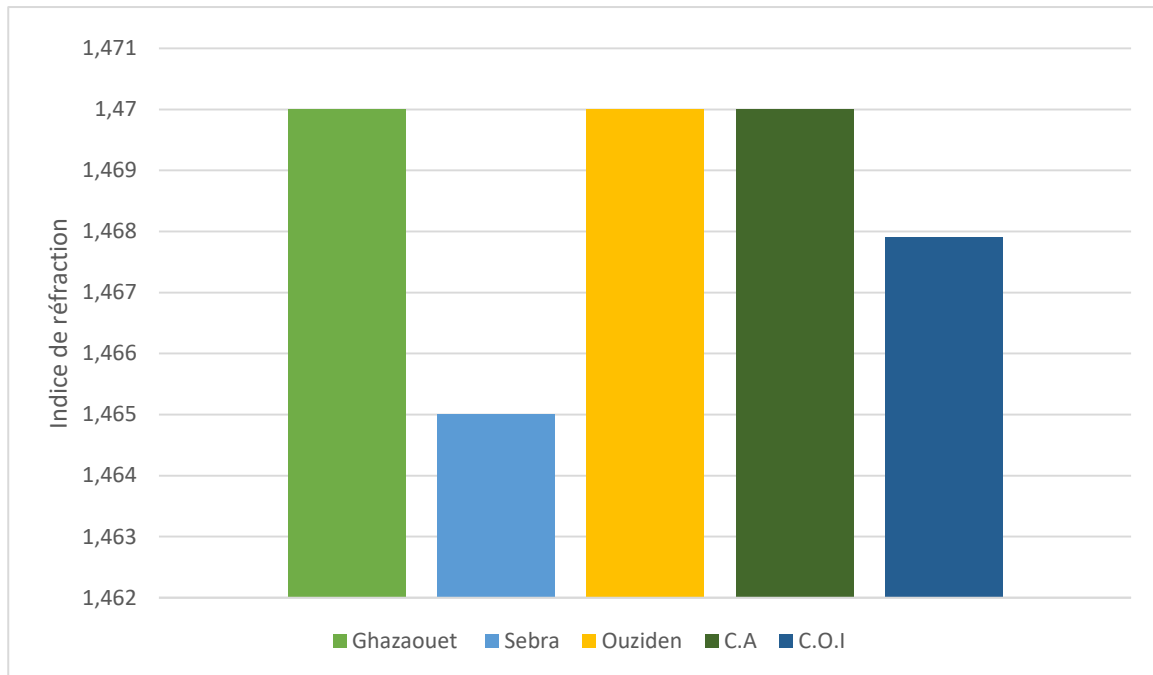
Voici tous les graphes concernant les indices étudiés :



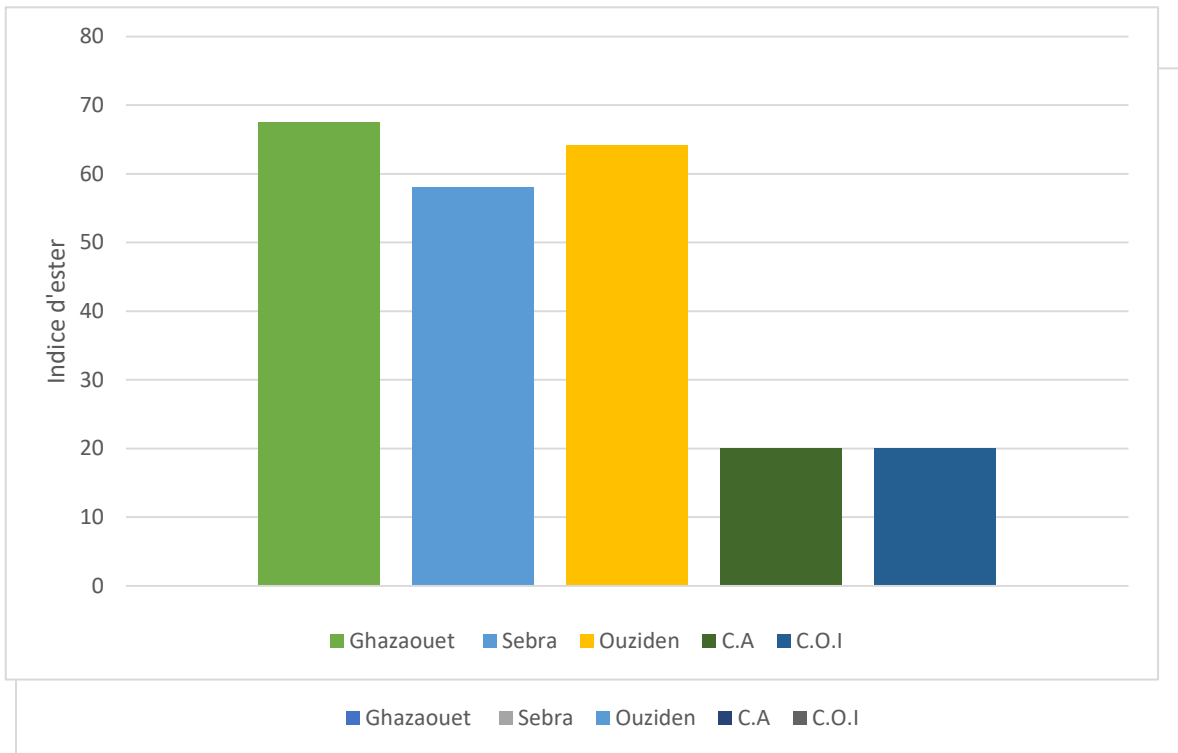
Annexes



Annexes



Annexes



الملخص :

زيت الزيتون هو منتج ذو قيمة كبيرة، معترف به لفوائده الغذائية واستخداماته المتنوعة وأهميته الاقتصادية. ويزيد دوره الثقافي والتاريخي من قيمته، مما يجعل زيت الزيتون أكثر بكثير من مجرد مكون للطهي. فهو رمز لثراء وتنوع تقاليد منطقة البحر الأبيض المتوسط، ويساهم في صحة ورفاهية الملايين من الناس في جميع أنحاء العالم.

وتركز دراستنا على ثلاث عينات من زيت الزيتون من منطقة تلمسان (الغزوات، وسبرا، وأوزيدن). واعتمد تقييم جودة ونقاء العينات على تحليل عدد من المعايير الفيزيائية الكيميائية مثل مؤشر الحمض والحموضة، ومعامل الانكسار، والكثافة النسبية، والمحتوى المائي، وقيمة البيروكسيد، وقيمة الإستر، وقيمة التصبن، ومقارنتها بالمعايير التي وضعها المجلس الدولي لزيت الزيتون والدستور الغذائي وأظهرت النتائج أن الرقم الحمضي ورقم البيروكسيد ومعامل الانكسار والصفات النسبية كانت جميعها ضمن المعايير التي وضعها المجلس الدولي للدستور الغذائي والدستور الغذائي.

أظهر تحديد حموضة الزيوت المستخرجة من غزوة وسبرا أنها زيوت بكر، في حين أن زيت أوزيدن هو زيت لامبانتني رقم الإستر ورقم التصبن ليسا ضمن المعايير، مما يشير إلى وجود شوائب كما أن المحتوى المائي لا يتوافق مع المعايير، مما يؤدي إلى سوء الحفظ بسبب أكسدة الزيوت

الكلمات المفتاحية: زيت الزيتون، التحليل الفيزيائي الكيميائي ومراقبة الجودة، تلمسان، الجزائر

Résumé :

L'huile d'olive est un produit de grande valeur, reconnu pour ses bienfaits nutritionnels, ses applications polyvalentes et son importance économique. Son rôle culturel et historique ajoute à sa valeur, faisant de l'huile d'olive bien plus qu'un simple ingrédient culinaire. Elle est un symbole de la richesse et de la diversité des traditions méditerranéennes, contribuant à la santé et au bien-être de millions de personnes à travers le monde.

Notre étude porte sur trois échantillons d'huiles d'olive de la région de Tlemcen (Ghazaouet, Sebra, Ouziden). L'évaluation de la qualité et de la pureté des échantillons est basée sur l'analyse de quelques critères physico-chimique tels que l'indice de réfraction, la densité relative, la teneur en eau, l'indice d'acide et l'acidité, l'indice de peroxyde, l'indice d'ester et l'indice de saponification, en les comparant aux normes établies par le conseil oléicole international et le codex alimentarius.

Les résultats ont montré que l'indice d'acide, l'indice de peroxyde, l'indice de réfraction ainsi que la densité relative se trouvent dans les normes établies par le C.A et le C.O.I.

Cependant, la détermination de l'acidité a révélé que les huiles de Ghazaouet et de Sebra sont des huiles vierges, tandis que celle d'Ouziden est une huile lampante.

De plus, les indices d'ester et de saponification ne sont conformes aux normes, indiquant la présence des impuretés.

Enfin, la teneur en eau n'est pas conforme aux normes, ce qui pourra nuire à la conservation des huiles et favoriser leur oxydation.

Mots clés : huile d'olive, analyse et contrôle de qualité physico-chimique, Tlemcen, Algérie.

Title: Comparative study of some physico-chemical characteristics of three olive oils from the Tlemcen region.

Abstract:

Olive oil is a valuable product, recognized for its nutritional benefits, versatile applications and economic importance. Its cultural and historical role adds to its value, making olive oil much more than just a culinary ingredient. It is a symbol of the richness and diversity of Mediterranean traditions, contributing to the health and well-being of millions of people around the world.

Our study focuses on three samples of olive oil from the Tlemcen region (Ghazaouet, Sebra, Ouziden). Evaluation of the quality and purity of the samples is based on analysis of a number of physico-chemical criteria, such as acid value and acidity, refractive index, relative density, water content, peroxide value, ester value and saponification value, comparing them with the standards set by the International Olive Oil Council and the Codex Alimentarius.

The results showed that acid value, peroxide value, refractive index and relative density were all within the standards set by the C.A. and C.O.I..

Determination of the acidity of the oils from Ghazaouet and Sebra shows that they are virgin oils, whereas the oil from Ouziden is a lampante oil.

The ester number and saponification number are outside the norm, indicating the presence of impurities.

The water content is not up to standard, causing poor preservation due to oxidation.

Key words: olive oil, physico-chemical analysis and quality control, Tlemcen, Algeria.