



Etude physico-chimique de l'huile d'olive

**Pour l'obtention du diplôme de master 2 spécialité : Agroalimentaire
Contrôle de Qualité.**

Soumit par:
Marouane Djillali Benayed

Supervisé par:
Dr. Ilyes Chikhi

Liste des examinateurs:

Presidente:	Dr. Nassima Remdani	MCB	Université d'Ain Temouchent
Encadreur:	Dr. Ilyas Chikhi	MCA	Université d'Ain Temouchent
Examinatrice:	Dr. Fekih Nadia	MCA	Université d'Ain Temouchent

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement :

Cher CHIKHI ILYAS,

Je tiens à vous exprimer ma sincère gratitude pour m'avoir offert l'opportunité de réaliser mon stage pratique dans votre laboratoire pour mon Master 2 en analyse de l'huile d'olive. Cette expérience a été l'une des plus enrichissantes et des plus gratifiantes de ma professionnelle.

Merci infiniment pour votre générosité, votre disponibilité et votre appui tout au long de cette expérience inoubliable. Je suis fier d'avoir eu la chance de travailler avec vous et votre équipe.

Sincèrement, BENAYAD Marouane

Table des matières

Remerciements.....	III
Table des matières.....	IV
Table des figures.....	VII
Liste des tableaux	VIII
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique.....	3
I.1. Introduction.....	4
I.2 L'origine de l'olivier.....	4
I.3 Répartition de l'Oliver	4
I.3.1 La culture de l'olivier au monde.....	4
I.3.2 La culture de l'olivier en Algérie.....	5
I.3.3 La culture de l'olivier à Tlemcen.....	5
I.4 Principales variétés d'oliviers.....	6
I.5 L'olive	8
I.5.1 Définition	8
I.5.2 Composition de l'olive.....	8
I.6 L'huile d'olive.....	9
I.6.1 Définition	9
I.6.2 Composition chimique de l'huile d'olive.....	9
I.6.2.1 Fraction saponifiable.....	9
I.6.2.2 Fraction insaponifiables	10
I.7 Les principales méthodes d'extraction de l'huile d'olive	11
I.7.1 Récolte	11
I.7.2 La réception des olives.....	13
I.7.3 Le Lavage	13
I.7.4 Le broyage.....	13
I.7.5 Le malaxage	14
I.7.6 L'extraction	15
I.7.6.1 Extraction par pression.....	15
I.7.6.2 Extraction par centrifugation (procédé continu).....	15
I.8 Production mondiale de l'huile d'olive.....	17
I.9 Production de l'huile d'olive en Algérie	17
I.10 Consommation de l'huile d'olive en Algérie.....	18
I.11 Les catégories d'huile d'olive	18
I.12 Données physico-chimiques de l'huile d'olive	19
I.13 Caractéristiques sensorielles.....	20
I.14 Intérêt diététique et nutritionnel de l'huile d'olive	21
Chapitre II : Matériels et méthodes	24
II.1 Introduction	25
II.2 Echantillonnage.....	25
II.3 Caractères chimiques.....	25
II.3.1 Indice d'acide	25
II.3.1.1 Définition	25

II.3.1.2 Principe	26
II.3.1.3 Matériels et réactifs utilisés.....	26
II.3.1.4 Méthode de calcul.....	26
II.3.1.5 Mode opératoire.....	27
II.3.2 Indice d'iode.....	27
II.3.2.1 Définition	27
II.3.2.2 Principe	27
II.3.2.3 Matériels et réactifs.....	27
II.3.2.4 Méthode de calcul.....	28
II.3.2.5 Mode opératoire.....	28
II.3.3 Indice de saponification	29
II.3.3.1 Définition	29
II.3.3.2 Principe	29
II.3.3.3 Matériels et réactifs.....	29
II.3.3.4 Méthode de calcul.....	29
II.3.3.5 Mode opératoire.....	30
II.3.4 Indice de peroxyde (IP).....	30
II.3.4.1 Définition	30
II.3.4.2 Principe	31
II.3.4.3 Matériels et réactifs.....	31
II.3.4.4 Préparation des solutions	31
II.3.4.5 Méthode de calcul.....	31
II.3.4.6 Mode opératoire.....	32
II.4 Caractères physiques.....	32
II.4.1 Indice de réfraction.....	32
II.4.1.1 Définition	32
II.4.1.2 Principe	32
II.4.1.3 Mode opératoire.....	33
II.4.2 Densité	33
II.4.2.1 Définition	33
II.4.2.2 Principe	33
II.4.2.3 Matériels.....	33
II.4.2.4 Méthode de calcul.....	33
II.4.2.5 Mode opératoire.....	34
II.4.3 Teneur en eau	34
II.4.3.1 Définition	34
II.4.3.2 Principe	34
II.4.3.3 Matériels.....	34
II.4.3.4 Méthode de calcul.....	35
II.4.3.5 Mode opératoire.....	35
II.4.4 Le potentiel d'hydrogène (pH)	35
II.4.4.1 Définition	35
II.4.4.2 Principe	36
II.4.4.3 Mode opératoire.....	36
Chapitre III : Résultats et discussion	37

III.1 Introduction.....	38
III.2 Caractères chimiques.....	38
III.2.1 Indice d'acide.....	38
III.2.2 L'acidité.....	39
III.2.3 Indice d'iode.....	40
III.2.4 Indice de saponification.....	41
III.2.5 Indice de peroxyde	42
III.3 Caractères physiques	43
III.3.1 Indice de réfraction.....	43
III.3.2 Densité	44
III.3.3 Teneur en eau.....	45
III.3.4 Potentiel d'hydrogène.....	46
III.4 Analyse sensorielle.....	47
Conclusion générale et perspectives.....	49
Bibliographie	51

Table des figures

Figure I-1 : Représentation des olives.....	8
Figure I-2 : (a) : Récolte à la main, (b) : Gaulage des olives, (c) : Récolte des olives par un peigne vibreur.....	12
Figure I-3 : Lavage des olives.....	13
Figure I-4 : Broyage des olives.....	14
Le Figure I-5 : Opération de malaxage.....	15
Figure I-6 : Procédé traditionnel de l'extraction de l'huile d'olive	16
Figure I-7 : (a) : Système continu d'extraction avec centrifugation à 2 phases, (b) : Système continu d'extraction avec centrifugation à 3 phases.....	16
Figure I-8 : Sortie de l'huile par la centrifugeuse.....	17
Figure III-1 : Représentation graphique d'indice d'acide.....	39
Figure III-2 : Représentation graphique des résultats d'acidité.	40
Figure III-3 : Représentation graphique des résultats d'indice d'iode.....	41
Figure III-4 : Représentation graphique des résultats d'indice de saponification.....	42
Figure III-5 : Représentation graphique des résultats d'indice de peroxyde.	43
Figure III-6 : Représentation graphique des résultats d'indice de réfraction.	44
Figure III-7 : Représentation graphique des résultats de la densité.....	45
Figure III-8 : Représentation graphique des résultats de la teneur en eau.....	46
Figure III-9 : Représentation graphique des résultats du potentiel d'hydrogène.....	47

Glossaire

°C - Degré Celsius
A - Absorbance
A% - Acidité libre
C.A - Codex Alimentarius
C.O.I - Conseil Oléicole International
cm - Centimeter
F.A.O - Food and Agriculture Organization
g - Gramme
H - Hydrogène libre
H% - Humidité
H₂O - L'eau
H₃O⁺
Ion d'hydronium
HCL - Acide chlorhydrique
I - Indice
I₂ - Iode
Kg - Kilogramme
KOH - L'iodure de potassium
L - Litre
m - Mètre
max - Maximum
meq - Milliéquivalent
mg - Milligramme
min - Minute
ml - Millilitre
mm - Millimètre
mol - Mole
N - Normal
Na₂S₂O₃ - Thiosulfate de potassium
NaOH - L'hydroxyde de sodium
nm - Nanomètre
O - Acide oléique
pH - Potentiel d'hydrogène
T° - Température

Introduction générale

Introduction générale

L'huile d'olive est l'une des huiles les plus consommées au monde, appréciée par son goût unique et ses bienfaits pour la santé. En effet, l'huile d'olive est riche en acides gras mono insaturés, en antioxydants et en poly-phénols, qui ont des effets bénéfiques sur la santé cardiovasculaire, la prévention de certains cancers et l'amélioration de la fonction cognitive.

Cependant, la qualité de l'huile d'olive peut varier considérablement en fonction de nombreux facteurs, tels que le cultivar, le climat, le traitement et la conservation. De plus, la contrefaçon et la fraude sont devenues un problème majeur pour l'industrie de l'huile d'olive, entraînant des pertes financières considérables pour les producteurs et les consommateurs.

Face à ces défis, il est devenu essentiel de développer des méthodes fiables et efficaces pour évaluer la qualité et l'authenticité de l'huile d'olive. Les méthodes analytiques traditionnelles telles que la chromatographie en phase gazeuse (CPG) et la chromatographie liquide (CL) sont couramment utilisées pour cela, mais ces méthodes peuvent être coûteuses, complexes et nécessitent une formation spécialisée pour leur utilisation.

Dans cette étude pratique, nous nous intéressons à l'utilisation de techniques simples et peu coûteuses pour évaluer la qualité de l'huile d'olive. Nous avons choisi de nous concentrer sur l'analyse des paramètres physico chimiques et sensorielle.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1 Introduction :

L'huile d'olive est un produit alimentaire important et populaire dans le monde entier. Ce chapitre présente une synthèse bibliographique des travaux existants sur la qualité de l'huile d'olive et les méthodes d'analyse sensorielle utilisées pour l'évaluer. Nous abordons les composants chimiques de l'huile d'olive, les défauts sensoriels courants et les arômes caractéristiques de l'huile d'olive de haute qualité. Nous passons également en revue les principales méthodes d'analyse sensorielle utilisées pour évaluer la qualité de l'huile d'olive.



Figure I-1 : Représentation des olives.

I.2 L'origine de l'olivier :

L'olivier, dont le nom scientifique est *Olea europaea*, est un arbre fruitier qui pousse dans les régions méditerranéennes depuis des milliers d'années. L'origine précise de l'olivier est difficile à déterminer en raison de sa longue histoire et de son adaptation à différents environnements. Cependant, plusieurs théories ont été proposées pour expliquer l'origine de l'olivier et la propagation de son usage.

Dans cette section, nous présentons une synthèse bibliographique des travaux existants sur l'origine de l'olivier et son histoire. Nous examinons les différentes théories proposées par les chercheurs pour expliquer l'origine de l'olivier, ainsi que les preuves archéologiques,

botaniques et génétiques qui soutiennent ces théories. Nous passons également en revue les différentes variétés d'olives cultivées dans le monde et leur répartition géographique.

La compréhension de l'origine de l'olivier est importante pour comprendre l'histoire et la culture de la production d'huile d'olive, ainsi que pour mieux appréhender la diversité des variétés d'olives et leur influence sur la qualité de l'huile d'olive. Cette synthèse bibliographique sur l'origine de l'olivier nous permettra de mieux comprendre l'histoire et l'évolution de la production d'huile d'olive, ainsi que les caractéristiques des différentes variétés d'olives utilisées pour produire cette huile.

I.3.1 La culture de l'olivier au monde :

L'olivier est une plante très ancienne qui a été cultivée dans les régions méditerranéennes depuis plus de 5000 ans. Aujourd'hui, la culture de l'olivier est répartie dans de nombreux pays du monde, tant dans les régions méditerranéennes que dans d'autres régions climatiques adaptées à la culture de cette plante.

Dans ce chapitre, nous présentons une synthèse bibliographique des travaux existants sur la culture de l'olivier dans le monde, en nous concentrant sur les principaux pays producteurs d'huile d'olive. Nous examinons les différentes variétés d'olives cultivées dans chaque pays, ainsi que les méthodes de culture, de récolte et de transformation des olives en huile d'olive.

La connaissance de la culture de l'olivier dans le monde est essentielle pour comprendre les caractéristiques chimiques de l'huile d'olive produite dans différentes régions, ainsi que pour optimiser les pratiques agronomiques afin de maximiser la qualité et la quantité de la production d'huile d'olive. Cette synthèse bibliographique sur la culture de l'olivier dans le monde nous permettra de mieux comprendre les facteurs qui influencent la composition chimique de l'huile d'olive, notamment les pratiques agronomiques et les facteurs environnementaux.

I.3.2 La culture de l'olivier en Algérie :

L'Algérie est un pays méditerranéen doté d'un important patrimoine oléicole, qui remonte à l'Antiquité. L'olivier est largement cultivé dans de nombreuses régions du pays, notamment dans les wilayas de Tlemcen, Bejaia, Bouira, Tizi-Ouzou, Jijel, Skikda, El Oued et Biskra.

Dans cette section, nous présentons une synthèse bibliographique des travaux existants sur la culture de l'olivier en Algérie, en nous concentrant sur les principales variétés d'olives cultivées, les pratiques agronomiques utilisées pour la culture de l'olivier, les techniques de

récolte et de transformation des olives en huile d'olive, ainsi que les caractéristiques chimiques des huiles d'olive produites dans différentes régions du pays.

La compréhension de la culture de l'olivier en Algérie est essentielle pour améliorer la qualité et la quantité de la production d'huile d'olive dans le pays, ainsi que pour développer une industrie oléicole durable et compétitive. Cette synthèse bibliographique sur la culture de l'olivier en Algérie nous permettra de mieux comprendre les facteurs qui influencent la composition chimique de l'huile d'olive produite dans ce pays, ainsi que les défis et les opportunités liés à l'industrie oléicole.

I.3.3 La culture de l'olivier Ain temouchent :

La culture de l'olivier à Ain Temouchent bénéficie d'un environnement propice à la croissance de cet arbre emblématique. Située dans une région au climat méditerranéen, cette zone présente des conditions idéales pour la culture de l'olivier, qui est une culture traditionnelle et largement répandue dans la région.

Les oliveraies d'Ain Temouchent sont réputées pour abriter des variétés d'olives de qualité, telles que la Sigoise. Les agriculteurs locaux cultivent ces oliviers avec soin, en respectant les pratiques agricoles traditionnelles et en utilisant des techniques modernes pour améliorer le rendement et la qualité des récoltes.

La culture de l'olivier à Ain Temouchent représente une source de revenus importante pour les agriculteurs locaux, ainsi qu'un élément clé de l'économie régionale. Les olives récoltées sont utilisées principalement pour produire de l'huile d'olive de haute qualité, qui est appréciée tant sur le marché local que sur les marchés nationaux et internationaux.

Il convient de noter que la culture de l'olivier à Ain Temouchent est également associée à des traditions culturelles et gastronomiques riches. Les olives et l'huile d'olive occupent une place privilégiée dans la cuisine locale, ajoutant des saveurs uniques aux plats traditionnels de la région.

En conclusion, la culture de l'olivier à Ain Temouchent est ancrée dans la tradition et représente une activité agricole essentielle. Grâce à des conditions climatiques favorables et à la passion des agriculteurs locaux, cette région produit des olives et de l'huile d'olive de qualité, contribuant ainsi au développement économique et à la préservation des traditions locales.

I.4 Principales variétés d'oliviers :

. Les principales variétés d'oliviers cultivées pour la production d'huile sont notamment la Picholine, la Chemlal, la Koroneiki, la Arbequina, la Hojiblanca, la Picual, la Frantoio et la Leccino, tandis que les variétés de table les plus populaires sont la Kalamata, la Manzanilla, la Niçoise et la Gordal (Ouazzani et al., 1995 ; Idrissi et Ouazzani, 2003).

Tableau I-1 : Orientations variétales de l'olivier en Algérie (Loussert et Brousse 1998).

Variétés	Aire de culture	Importance	Pollinisateur	Destination	Observations
Sigoise	Ouest Algérien (Oranie, Tlemcen)	25%	Sigoise Cornicabra	Table +Huile	Très estimée pour la conservation et l'huilerie, rendement élevé en huile, variété autofertile.
Chemlal	Centre Algérien Kabylie	10%	Azeradj Frantoio	Huile	Huile très appréciée. Résiste en culture sèche. Inconvénients: autostérile, floraison tardive
Azeradj	Centre Algérien	15%		Table +Huile	Très bon pollinisateur de Chemlal.
Bouricha	Est Algérien (Collo-Oued El Kebir)	5à6%		Huile	Cultivée dans les régions à forte pluviométrie
Limli	Est Algérien	8%	Azeradj	Huile	Variété conseillée dans la région de jijel à Sidi-Aich

I.5 L'olive

I.5.1 Définition

L'olive est un fruit riche en composés bioactifs tels que les acides gras, les phénols et les tocophérols. L'étude chimique de l'olive peut être réalisée pour analyser la composition de ces composés et leurs effets sur la qualité et la santé de l'huile d'olive produite à partir de ce fruit.

I.5.2 Composition chimique de l'olive

Le tableau ci-dessous représente les principaux composés de l'huile d'olive

Composition	Pourcentage (%)
Eau	50 (%)
Huiles	22 (%)
Polyphénols	1,5 (%)
Protéines	1,5 (%)
Sucres	18 (%)
Cellulose	5,5 (%)

(Benlemlih M. et al., 2016)

I.6 L'huile d'olive :

I.6.1 Définition :

L'huile d'olive est une huile végétale produite à partir des olives, le fruit de l'olivier. Elle est largement utilisée en cuisine pour la préparation de divers plats et est également appréciée pour ses bienfaits pour la santé. C'est l'un des ingrédients de base de la cuisine méditerranéenne et est considérée comme l'une des huiles les plus saines au monde grâce à sa teneur en acides gras monoinsaturés et en antioxydants.

I.6.2 Composition chimique de l'huile d'olive :

L'huile d'olive est principalement composée de graisses, avec environ 14% d'acides gras saturés, 11% d'acides gras polyinsaturés et 75% d'acides gras monoinsaturés, principalement sous forme d'acide oléique. Elle contient également des composés phytochimiques bénéfiques pour la santé, tels que les polyphénols, les tocophérols, les caroténoïdes et les phytostérols. L'huile d'olive extra vierge est considérée comme la plus saine et la plus nutritive en raison de sa teneur élevée en polyphénols et en antioxydants, qui ont des propriétés anti-inflammatoires, antimicrobiennes et antioxydantes.

I.6.2.1 Fraction saponifiable :

I.6.2.1.1 Les acides gras :

L'huile d'olive est l'une des matières grasses les plus riches en acides gras mono insaturés, en particulier l'acide oléique qui représente 55 à 83% des acides gras (totaux Ollivier, D., Richard M., Pinatel C., Guère M., Artaud J. 2002). Aussi, elle est constituée d'un pourcentage modéré d'acide gras polyinsaturés essentiel notamment l'acide linoléique et l'acide α - linoléique, et d'acides gras saturés comme les acides palmitique et stéarique (Makrelouf.2020). Le tableau ci-dessous désigne quelques acides gras de l'huile d'olive :

Acides gras	Formule brute	Teneur en %
Myristique	(C14 :0)	< 0,03
Palmitique	(C16 :0)	7,50-20
Palmitoléique	(C16 :1)	0,30-3 ,50
Stéarique	(C18 :0)	0,50-5,00
Oléique	(C18 :1)	55,00 - 83,00
Linoléique	(C18 :2)	2,50 - 21,00
Linoléinique	(C18 :3)	< 1,00

Tableau 3 : La composition moyenne de l'huile d'olive en acide gras (COI 2019)

I.6.2.1.2 Les triglycérides :

Les triglycérides sont les constituants majoritaires de l'huile d'olive (Environ 98%) (Olivier et al, 2004). Ils représentent des esters d'acide gras et de glycérol. Le triglycéride principal de l'huile d'olive est nommé la trioléine (OOO) (Ruiz et al,1998). Les autres triglycérides essentiels qui se trouvent avec des proportions significatives dans ce produit alimentaire sont cités dans le tableau 2 :

Nature	%Triglycerides
OOO	40 à 59
POO	12 à 20
OOL	12.5 à 20
POL	5.5 à 7
SOO	3 à 7

O : Acide oléique
 L : Acide linoléique
 P : Acide palmitique
 S : Acide stéarique

Tableau 2 : Principaux triglycérides de l'huile d'olive (Ryan et Rob ,1998).

I.6.2.2 Fraction insaponifiables :

Généralement, elle représente environ 1 à 2% du poids total de l'huile et est composée d'un mélange complexe de composés tels que les phytostérols, les tocophérols, les terpènes et les caroténoïdes. Ces composés ont des propriétés bénéfiques pour la santé, notamment en réduisant le taux de cholestérol et en ayant des effets antioxydants et anti-inflammatoires. La fraction insaponifiable peut être utilisée dans l'industrie alimentaire, cosmétique et pharmaceutique pour améliorer la stabilité, la durée de conservation et les propriétés des produits finis.

Cette fraction comporte un mélange extrêmement complexe de composés variés (Perrin,1992) à titre d'exemple : Hydrocarbures, chlorophylles, tocophérols, β - carotène, phénols et dérivés, esters, acide terpéniques, aldéhydes, cétones, alcools et stérols ; dont certain renforcent la stabilité de l'huile, d'autres sont responsables de sa saveur ou encore d'autres ont un effet sur la santé humaine (Gilles, 2003).

I.7 Les principales méthodes d'extraction de l'huile d'olive :

I.7.1 La récolte :

La récolte des olives est l'une des étapes les plus importantes de la production d'huile d'olive. La qualité de l'huile dépend en grande partie de la qualité des olives récoltées. Il est donc essentiel de récolter les olives au bon stade de maturation et de les traiter rapidement pour préserver leurs qualités organoleptiques. La récolte peut être effectuée manuellement ou mécaniquement, en fonction de la taille de la plantation, de la topographie du terrain et du type d'olive. Chaque méthode de récolte présente des avantages et des inconvénients, et il convient de choisir la méthode la plus adaptée à chaque situation. Dans tous les cas, la récolte des olives doit être effectuée avec soin pour éviter d'endommager les branches de l'olivier et garantir une production durable.

I.7.1.1 La cueillette :

Cette méthode consiste à ramasser les olives directement à la main ou à l'aide de petits râtaux. Elle est principalement utilisée pour les petites productions et pour les variétés d'olives qui se prêtent bien à cette méthode.

I.7.1.2 Le peignage :

Cette méthode consiste à passer un peigne spécial sur les branches de l'olivier pour faire tomber les olives sur un filet placé en dessous. Cette méthode permet de récolter rapidement une grande quantité d'olives, mais elle peut endommager les branches de l'olivier.

I.7.1.3 Le gaulage :

Cette méthode consiste à utiliser une machine pour secouer les branches de l'olivier et faire tomber les olives sur un filet placé en dessous. Cette méthode permet une récolte rapide et efficace, mais elle peut également endommager les branches de l'olivier. (Le Manuel de l'oléiculteur de Bernard Jullien et Michel Baudoin)



(a) : Récolte à la main



(b) : Récolte des olives par un peigne



(c) : Gaulage des olives

I.7.2 La réception des olives :

La réception des olives est une étape cruciale dans la production d'huile d'olive de qualité. Elle consiste à trier les olives et à les nettoyer avant de les traiter. Les olives sont d'abord triées pour éliminer les feuilles, les branches et les olives abîmées ou pourries. Ensuite, elles sont lavées pour éliminer les impuretés et les saletés. Cette étape peut se faire manuellement ou à l'aide d'une machine. Enfin, les olives sont stockées dans des conteneurs ou des cuves pour être transportées vers l'étape suivante de production. (Le Manuel de l'oléiculteur de Bernard Jullien et Michel Baudoin, Manuel de l'oléiculture, de la culture à la commercialisation de Patrick J. Pasquini)

I.7.3 Le Lavage :

Le lavage des olives est une étape importante de la préparation pour l'extraction de l'huile. Selon (le Manuel de l'oléiculture de Patrick J. Pasquini), cette étape permet de se débarrasser des impuretés telles que les feuilles, les branches et la poussière. Elle peut être effectuée à sec ou à l'eau. Le lavage à l'eau est plus courant et peut se faire avec différents équipements tels que des laveuses rotatives ou des laveuses à jets d'eau. L'eau utilisée pour le lavage doit être de bonne qualité et à une température appropriée. Le lavage est suivi d'un séchage des olives avant le broyage.



Figure I-3 : Lavage des olives.

I.7.4 Le broyage :

Le broyage consiste à réduire la pulpe des olives en une pâte homogène pour faciliter l'extraction de l'huile. Cette étape est cruciale pour la qualité de l'huile d'olive produite car elle peut influencer la teneur en polyphénols et en composés volatils de l'huile. Les différentes méthodes de broyage comprennent le broyage traditionnel à la meule en pierre, le broyage à marteaux, le broyage à disques et le broyage à l'aide de broyeurs centrifuges. Le choix de la méthode de broyage dépend de nombreux facteurs tels que le type d'olive, le rendement souhaité et le budget disponible. (Le Manuel de l'oléiculteur" de Bernard Jullien et Michel Baudoin)



Figure I-4 : Broyage des olives.

I.7.5 Le malaxage :

Le malaxage consiste en l'agitation de la pâte d'olives broyée pour faciliter la libération de l'huile. Cette étape permet de briser les membranes cellulaires des cellules d'olive et de libérer les gouttelettes d'huile, qui se regroupent en un liquide huileux. Le malaxage est généralement effectué à une température contrôlée (environ 25-30°C) pour éviter toute altération de la qualité de l'huile d'olive.

Il est important de noter que la durée et l'intensité du malaxage peuvent avoir un impact significatif sur la qualité de l'huile d'olive produite, et qu'il est donc crucial de contrôler ces paramètres avec précision. ("Olive Oil: Chemistry and Technology, Second Edition" édité par Dimitrios Boskou)



Le Figure I-5 : Opération de malaxage.

I.7.6 L'extraction :

Les systèmes d'extraction de l'huile d'olive sont :

I.7.6.1 Extraction de l'huile d'olive par pression :

La méthode d'extraction de l'huile d'olive par pression implique l'utilisation d'une presse hydraulique pour extraire l'huile de la pâte d'olives broyée. La pâte est disposée en couches entre des disques en forme de rondelles appelées scourtins, et placée dans une presse. Sous l'effet de la pression, l'huile est extraite des cellules des olives et s'écoule à travers les scourtins. L'huile est ensuite collectée et stockée pour le traitement et la filtration ultérieure. Cette méthode est souvent utilisée pour produire de l'huile d'olive de haute qualité, car elle permet de préserver les arômes et les saveurs naturels de l'huile d'olive. Cependant, elle est également plus lente et nécessite plus de travail que les méthodes d'extraction modernes, comme la centrifugation. ("L'huile d'olive : de la culture à la commercialisation" de Paul Vossen)

I.7.6.2 Extraction de l'huile d'olive par centrifugation :

La méthode d'extraction par centrifugation est devenue la méthode la plus couramment utilisée pour extraire l'huile d'olive. Elle consiste à broyer les olives en une pâte et à la centrifuger pour séparer l'huile des autres composants solides et liquides. La centrifugation se fait généralement en trois étapes : la première étape consiste à séparer la pulpe et l'huile, la deuxième étape consiste à éliminer l'eau résiduelle et la troisième étape consiste à séparer l'huile de l'eau de végétation. Cette méthode est considérée comme plus efficace que l'extraction par pression car elle permet d'obtenir un rendement plus élevé en huile tout en préservant la qualité et les caractéristiques organoleptiques de l'huile. (Olive Oil: Chemistry and Technology, Second Edition" édité par Dimitrios Boskou)



Figure I-6 : Procédé traditionnel de l'extraction de l'huile d'olive

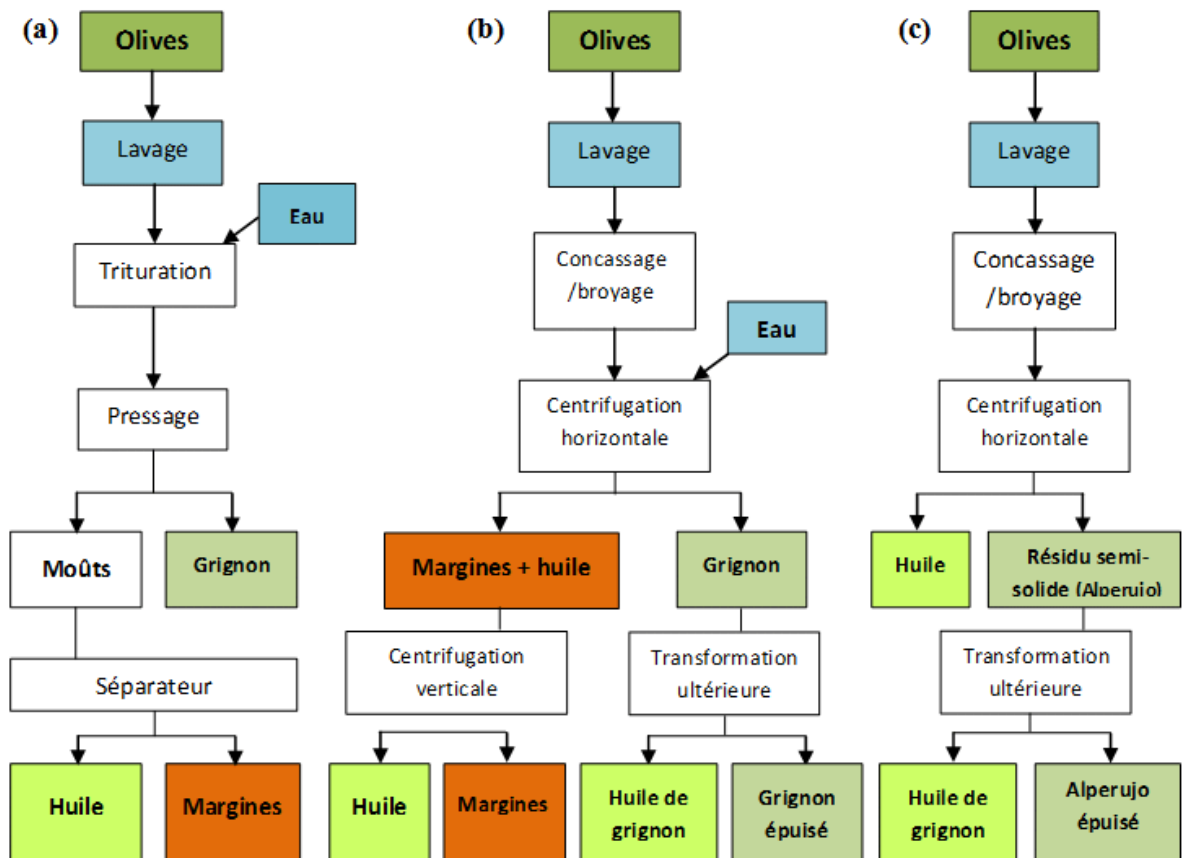


Figure I-7 : Système continu d'extraction avec centrifugation



Figure I-8 : Sortie de l'huile par la centrifugeuse.

I.8 Production mondiale de l'huile d'olive :

La production mondiale d'huile d'olive est dominée par les pays méditerranéens, qui représentent plus de 95% de la production totale. Les trois principaux producteurs sont l'Espagne, l'Italie et la Grèce, qui ont une longue tradition de production d'huile d'olive. D'autres pays tels que la Tunisie, la Turquie et le Maroc ont également augmenté leur production ces dernières années.

La production mondiale d'huile d'olive est influencée par des facteurs tels que la disponibilité en eau, les conditions climatiques et la disponibilité en main-d'œuvre. La production est également affectée par les fluctuations des prix sur le marché mondial, qui peuvent influencer la décision des producteurs de planter de nouveaux oliviers ou de les arracher.

La qualité de l'huile d'olive produite dépend de nombreux facteurs, tels que la variété d'olive utilisée, les pratiques de culture, les techniques d'extraction et les conditions de stockage. Les producteurs d'huile d'olive cherchent constamment à améliorer la qualité de leur produit pour répondre aux demandes croissantes des consommateurs.

I.9 Production de l'huile d'olive en Algérie :

L'oléiculture algérienne, qui est concentrée principalement dans les régions nord, nord-est et nord-ouest du pays, est une culture traditionnelle et ancienne qui remonte à la période

romaine. Elle occupe actuellement environ 415 000 hectares pour une production de 85 000 tonnes d'huile d'olive en moyenne par an. Ces chiffres, comparés à ceux des autres pays méditerranéens, révèlent la faible productivité des oliveraies algériennes, qui ne dépasse guère les 0,2 à 0,3 tonnes d'huile d'olive par hectare. Cette faible productivité est due à plusieurs facteurs, dont les principales sont : la vétusté des vergers, la dégradation des sols, la faible densité des plantations et l'absence de conduite culturale adéquate.

I.10 Consommation de l'huile d'olive en Algérie :

La consommation d'huile d'olive dans le pays est en constante augmentation depuis plusieurs années. En effet, en 2019, la consommation annuelle par habitant a atteint 1,9 litre, soit une augmentation de 11,8% par rapport à l'année précédente. Cette tendance s'explique notamment par les campagnes de sensibilisation menées par l'ONH pour promouvoir les bienfaits de l'huile d'olive pour la santé, ainsi que par l'augmentation de la production nationale d'huile d'olive ces dernières années. Cependant, malgré cette augmentation de la consommation, l'Algérie reste un importateur net d'huile d'olive, ce qui souligne l'importance de continuer à développer la production locale pour répondre à la demande croissante du marché national. (l'Office National de l'Huile (ONH) en Algérie)

I.11 Les catégories d'huiles d'olive :

Les huiles d'olive sont classées en plusieurs catégories en fonction de leurs caractéristiques physicochimiques. L'un des critères les plus importants est l'acidité, qui est mesurée en pourcentage d'acide oléique libre présent dans l'huile. Ainsi, on distingue plusieurs catégories d'huile d'olive en fonction de leur acidité :

L'huile d'olive extra-vierge : c'est la plus haute qualité d'huile d'olive, avec une acidité inférieure à 0,8 %.

L'huile d'olive vierge : c'est une huile de qualité supérieure, avec une acidité inférieure à 2 %.

L'huile d'olive lampante : c'est une huile de qualité inférieure, avec une acidité supérieure à 2 %. Elle n'est pas destinée à la consommation directe et doit être raffinée avant d'être commercialisée.

L'huile d'olive raffinée : c'est une huile qui a été traitée pour enlever les impuretés et réduire l'acidité. Elle peut être mélangée avec d'autres huiles pour produire des huiles d'olive de qualité inférieure.

I.12 Données physico-chimiques de l'huile d'olive :

Catégorie d'huile d'olive	Densité relative (à 20°C)	Acidité (% acide oléique)	Indice peroxyde (meq O ₂ /Kg)	Extinction spécifique à 270nm E%Icm	Acides gras saturé en position 2 (%)
Huile d'olive vierge extra	≥ 0,915	≤ 0,8	≤ 20	≤ 0,22	≤ 1,0
Huile d'olive vierge	≥ 0,915	≤ 2,0	≤ 20	≤ 0,25	-
Huile d'olive courante	≥ 0,915	≤ 3,3	≤ 20	-	-
Huile d'olive lampante	≥ 0,915	> 3,3	> 20	> 0,25	-

Tableau X : Données physico-chimiques de classification des huiles d'olives (les normes de l'Union Européenne et de l'International Olive Council.)

I.13 Caractéristiques sensorielles :

Les caractéristiques sensorielles de l'huile d'olive sont déterminantes pour sa qualité et sa valeur commerciale. Les critères de qualité organoleptique les plus courants sont la perception de la saveur, de l'arôme et de la texture de l'huile d'olive. Les normes internationales, telles que celles établies par le Conseil Oléicole International (COI) et la Commission Européenne, définissent des critères stricts pour évaluer les caractéristiques sensorielles de l'huile d'olive.

Les caractéristiques positives comprennent le fruité, le piquant et l'amertume, tandis que les caractéristiques négatives incluent le rance, le métallique, le vineux/vinaigré ou acide/aigre, le chômé/lies et le piquant excessif.

Le fruité est la caractéristique la plus importante et la plus recherchée de l'huile d'olive. Elle est déterminée par la présence de composés aromatiques naturels présents dans les olives fraîches, tels que les alcools, les aldéhydes et les esters. Le fruité peut être décrit comme vert ou mûr, selon le moment de la récolte des olives.

Le piquant est une sensation de picotement dans la gorge qui survient après avoir consommé de l'huile d'olive de qualité. Il est causé par la présence de polyphénols dans l'huile, qui ont des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires.

L'amertume est une autre caractéristique positive de l'huile d'olive. Elle est causée par la présence de composés phénoliques et est considérée comme un indicateur de la qualité de l'huile.

Les caractéristiques négatives peuvent être le résultat de défauts de production ou de stockage de l'huile d'olive. Le rance est une odeur et un goût de moisi ou de vieux. Le métallique est un goût métallique désagréable, tandis que le vineux/vinaigré ou acide/aigre est un goût de vinaigre ou d'acide. Le chôme/lie est un goût de moisi ou de levure, tandis que le piquant excessif peut être désagréable en raison de sa force.

Il existe des normes établies par le Conseil oléicole international (C.O.I) et la Communauté Européenne (CEE) pour déterminer la qualité de l'huile d'olive en fonction de ses caractéristiques sensorielles. Les dégustateurs professionnels utilisent des techniques de dégustation standardisées pour évaluer les huiles d'olive et les classer en fonction de leur qualité.

I.14 Intérêt diététique et nutritionnel de l'huile d'olive

L'huile d'olive est connue depuis l'Antiquité pour ses nombreuses vertus nutritionnelles et thérapeutiques. Riche en acides gras mono-insaturés, elle est bénéfique pour la santé cardiovasculaire en réduisant le taux de cholestérol sanguin. Elle est également riche en polyphénols, des antioxydants naturels qui protègent l'organisme contre les radicaux libres et contribuent à prévenir de nombreuses maladies telles que le cancer, l'arthrose ou les maladies inflammatoires chroniques. (les normes de l'Union Européenne et de l'International Olive Council.)

L'huile d'olive possède de nombreux atouts nutritionnels : riche en acides gras monoinsaturés, elle contribue à réduire le taux de mauvais cholestérol et à prévenir les maladies cardiovasculaires. Elle est également une source de vitamine E, un antioxydant naturel, ainsi que de nombreux autres composants bénéfiques pour la santé. Ces qualités ont été reconnues par l'Organisation Mondiale de la Santé, qui recommande la consommation régulière d'huile d'olive dans le cadre d'une alimentation équilibrée. (livre "Huile d'olive : une matière première d'exception" de Mohamed Boussouel)

Selon l'article de Santé Magazine:

Riche en acides gras mono-insaturés : l'huile d'olive contient une grande quantité d'acides gras mono-insaturés, qui sont considérés comme bénéfiques pour la santé cardiovasculaire et la prévention des maladies chroniques.

Source d'antioxydants : l'huile d'olive contient également des composés antioxydants, tels que les polyphénols, qui ont des effets bénéfiques sur la santé en protégeant les cellules contre les dommages oxydatifs.

Réduit le risque de maladies chroniques : grâce à sa composition nutritionnelle, l'huile d'olive peut aider à réduire le risque de maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2 et certains types de cancer.

Améliore la santé mentale : certaines études ont suggéré que l'huile d'olive peut avoir des effets bénéfiques sur la santé mentale en réduisant le risque de dépression et en améliorant la fonction cognitive.

Aide à contrôler le poids : bien que l'huile d'olive soit riche en calories, elle peut aider à contrôler le poids lorsqu'elle est consommée dans le cadre d'un régime alimentaire sain et équilibré.

Améliore la santé de la peau : les composés antioxydants de l'huile d'olive peuvent également avoir des effets bénéfiques sur la santé de la peau en protégeant contre les dommages causés par les radicaux libres et en améliorant l'hydratation.

Favorise la santé digestive : l'huile d'olive peut aider à prévenir les ulcères gastriques, les reflux acides et d'autres problèmes digestifs.

Réduit l'inflammation : les composés antioxydants et anti-inflammatoires de l'huile d'olive peuvent aider à réduire l'inflammation dans le corps, ce qui peut réduire le risque de maladies chroniques.

Améliore la santé osseuse : certaines études ont montré que la consommation régulière d'huile d'olive peut aider à prévenir la perte osseuse et à améliorer la densité minérale osseuse.

Réduit le risque de maladies neurodégénératives : grâce à ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, l'huile d'olive peut aider à réduire le risque de maladies neurodégénératives telles que la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson.

Peut réduire les niveaux de cholestérol : bien que l'huile d'olive soit riche en graisses, elle peut aider à réduire les niveaux de cholestérol LDL (mauvais cholestérol) dans le sang lorsqu'elle est consommée en remplacement de graisses saturées telles que le beurre ou la margarine.

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1 Introduction :

Dans ce deuxième chapitre, notre étude a porté sur l'analyse de cinq échantillons d'huiles d'olive provenant de différentes zones climatiques qui sont :Ain Temouchent ,Malah, Tlemcen, Oran, Benisaf Nous avons présenté les définitions, les principes, les matériels, les réactifs, les méthodes de calcul et le mode opératoire utilisés pour caractériser et classifier les huiles d'olive étudiées dans ce projet de fin d'étude. Les résultats de cette analyse seront présentés dans le dernier chapitre de ce mémoire. Cette étude a été essentielle pour comprendre les différentes caractéristiques des huiles d'olive et leur classification en fonction de leur composition chimique.

II.2 Échantillonnage :

Dans le cadre de cette étude, nous avons examiné six échantillons d'huile d'olive provenant de la même région d'Algérie, mais de zones climatiques différentes. Le premier échantillon a été acheté auprès de l'huilerie de DIB à Tlemcen et est prêt à être mis sur le marché. Le deuxième échantillon provient d'Ain Temouchent et est également prêt à être commercialisé. Les échantillons restants, provenant , Malah, Oran et Benisaf, ont été achetés sur le marché local. Pour garantir la qualité des échantillons, ceux-ci ont été conservés dans des bouteilles opaques à l'abri de la lumière jusqu'à l'analyse physico-chimique, dont les résultats seront présentés dans le dernier chapitre de ce mémoire.

3. Caractères chimiques :

II.3.1 Indice d'acide

II.3.1.1 Définition :

L'indice d'acide est un paramètre qui permet de mesurer la quantité d'acides gras libres présents dans une huile d'olive. Les acides gras libres sont le résultat de l'hydrolyse des triglycérides de l'huile d'olive, un processus qui se produit naturellement avec le temps et l'exposition à l'air et à la lumière. L'indice d'acide est donc un indicateur de la qualité de l'huile d'olive et de son degré de rancissement. Plus l'indice d'acide est élevé, plus l'huile d'olive est acide et moins elle est de qualité. L'indice d'acide est exprimé en pourcentage d'acide oléique.

II.3.1.2 Principe :

Le principe de mesure de l'indice d'acide consiste à utiliser une solution alcoolique d'hydroxyde de sodium titrée pour neutraliser les acides gras libres présents dans l'huile d'olive. Cette neutralisation permet ensuite de déterminer la quantité d'acide oléique présente dans l'huile d'olive, exprimée en pourcentage d'acide oléique.

II.3.1.3 Matériels et réactifs utilisés

Le tableau suivant présente les matériels et les réactifs relatifs à l'indice d'acide :

Réactifs	Matériel
L'eau distillée	Balance analytique
Solution d'éthanol	Erlenmeyer
Solution de phénophtaléine à 1%	Pipettes
Solution d'hydroxyde de sodium	Burette

I.3.1.4 Méthode de calcul

L'indice d'acide est donné par la formule suivante (WOLFF, 1968) :

$$I_{\text{Acide}} = \frac{V * N * M}{m}$$

M : Masse molaire, exprimée en g/mole, de NaOH (M=40g/mole).

N : Normalité de la solution titrer NaOH (0.12N).

V : Volume ml de NaOH titré

m : Masse (g) de la prise d'essai.

II.3.1.5 Mode opératoire

- Peser avec une balance analytique 2,5 g d'huile d'olive et les mettre dans un erlenmeyer.
- Ajouter 75 ml d'éthanol dans l'erlenmeyer contenant l'huile.
- Ajouter quelques gouttes d'empois d'amidon à 1% pour faciliter l'observation du changement de couleur.
- Agiter le mélange et titrer avec une solution d'hydroxyde de potassium (0,1N) jusqu'à ce que la couleur rose apparaisse.

-.....

I.3.2 Indice d'iode

II.3.2.1 Définition

L'indice d'iode mesure le degré d'insaturation des matières grasses en quantifiant le nombre d'atomes d'iode (en grammes) fixés sur les doubles liaisons présentes dans 100g de lipides.

II.3.2.2 Principe

Pour déterminer l'indice d'iode de l'huile d'olive, plusieurs réactifs halogénés peuvent être utilisés. Quel que soit le réactif utilisé, l'iode se fixe sur les insaturations des chaînes grasses en les saturant. Le réactif de Wijs est couramment utilisé. Il consiste en une solution iodée dans un mélange d'acide acétique et d'acide chlorhydrique.

Le principe de la méthode consiste à :

- Dissoudre une quantité connue d'huile d'olive dans un mélange de dichlorométhane et d'acide acétique.
- Ajouter la solution de réactif de Wijs dans laquelle l'iode se fixe sur les insaturations des acides gras de l'huile d'olive, formant de l'iodure d'alkyle.
- Titrer la solution obtenue avec une solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) pour déterminer la quantité d'iode qui a été fixée dans l'échantillon.
- Calculer l'indice d'iodine en utilisant la formule :

Indice d'iodine = (valeur en mL de la solution de thiosulfate de sodium x 0,0127)/poids de l'échantillon d'huile d'olive (en g)

II.3.2.3 Matériels et réactifs :

Le tableau suivant présente les matériels et réactifs relatifs à l'indice d'iode :

Tableau II-2 : Matériels et les réactifs relatifs à l'indice d'iode.

Matériels	Réactifs
Balance analytique	L'eau distillée
Erlenmeyer	Solution d'éthanol
Pipettes	Réactifs de Wijs
Burette	Solution d'empois d'amidon
	Solution d'iodure de potassium
	Solution de thiosulfate de potassium (0.1N)

II.3.2.4 Méthode de calcul

L'indice d'iode est donné par la formule suivante :

$$(II.2) \quad I_{\text{iode}} = \frac{(V_0 * V)}{P} * 12,69 * N$$

N : Normalité de la solution.

V₀ : Volume de Na₂S₂O₃ (ml) nécessaire pour titrer l'essai à blanc.

V : Volume de Na₂S₂O₃ (ml) nécessaire pour titrer l'échantillon.

P : Prise d'essai (g).

II.3.2.5 Mode opératoire :

- Peser 0,2g de l'échantillon de matière grasse à tester à l'aide d'une balance analytique.
- Dans un erlenmeyer, ajouter les 0,2g de l'échantillon et 25ml de tétrachlorure de carbone pour dissoudre l'échantillon.
- Ajouter 25ml de réactif de Wijs.
- Boucher l'erlenmeyer, agiter et placer à l'abri de la lumière pendant une heure.
- Ajouter 20ml d'iodure de potassium et environ 150ml d'eau distillée, puis agiter le mélange.
- Titrer avec la solution de thiosulfate de sodium 0,1N jusqu'à la disparition de la couleur jaune.
- Ajouter trois à quatre gouttes d'empois d'amidon et continuer à titrer jusqu'à la décoloration complète.
- Réaliser un essai à blanc dans les mêmes conditions sans la matière grasse à tester.

II.3.3 Indice de saponification :

II.3.3.1 Définition :

L'indice de saponification est une mesure de la quantité de potasse nécessaire pour transformer en savon les acides gras libres et les glycérides contenus dans un gramme de matière grasse. C'est une méthode couramment utilisée pour évaluer la qualité des huiles et des graisses. Plus l'indice de saponification est élevé, plus la quantité d'acides gras et de glycérides est grande dans la matière grasse

II.3.3.2 Principe :

Le principe de l'indice de saponification est de mesurer la quantité de potasse nécessaire pour transformer en savon les acides gras libres et les glycérides contenus dans un gramme de corps gras, en mélangeant un volume d'huile avec de la potasse et en procédant à une titration avec de l'acide chlorhydrique.

II.3.3.3 Matériels et réactifs :

La liste des équipements et des produits nécessaires pour déterminer l'indice de saponification est présentée dans le tableau ci-dessous.

Matériels	Réactifs
- Balance analytique	-Potasse alcoolique de concentration KOH 0,5 mol/l
- Fiole de bouchons	
- Burette	-Acide chlorhydrique HCl de concentration 0,5 mol/l
- Pipette jaugée	-Phénolphtaléine -Oxyde d'éthyle éthylique Ethanol

II.3.3.4 Méthode de calcul :

La formule permettant de calculer l'indice de saponification est la suivante :

(II.3)

$$I_{\text{Saponification}} = \frac{(V_T - V_E) * C * M}{m}$$

Le volume en ml de HCl utilisé pour l'essai à blanc est représenté par VT.

Le volume en ml de HCl utilisé pour l'échantillon à analyser est représenté par VE.

La concentration de la solution d'acide chlorhydrique en mol/l (0,5mol/l) est représentée par C.

La masse molaire du KOH en g/mol (56.1g/mol) est représentée par M.

La prise d'essai en g est représentée par m et a été définie par WOLFF en 1968.

II.3.3.5 Mode opératoire :

- Préparer une fiole contenant 2g d'huile d'olive.
- Ajouter 25 ml de potasse alcoolique de concentration 0,5 mol/L dans la fiole.
- Mettre la fiole dans un appareil Soxhlet et agiter toutes les 15 minutes pendant une heure.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine dans la fiole.
- Titrer la solution avec de l'acide chlorhydrique de concentration 0,5 mol/L, tout en agitant continuellement, jusqu'à ce que la phénolphtaléine devienne incolore.
- Répéter les étapes 1 à 5 pour réaliser deux essais.

II.3.4 Indice de peroxyde (IP) :

L'indice de peroxyde est défini comme la quantité d'oxygène actif exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme de matière grasse. Il représente la quantité de peroxyde d'hydrogène formée lors de l'oxydation des corps gras insaturés. Cette mesure permet de déterminer le degré d'oxydation et la qualité de la matière grasse. (Philippe Bohuon)

II.3.4.2 Principe :

L'indice de peroxyde (IP) est utilisé pour mesurer la quantité de peroxydes dans les huiles et les graisses. Les peroxydes peuvent se former lorsque les graisses sont exposées à l'air et à la lumière, et leur accumulation peut indiquer une rancidité ou une détérioration des graisses. Le test implique l'oxydation des peroxydes en excès par une solution d'iodure de potassium, suivi d'une titration de l'excès d'iodure avec une solution de thiosulfate de sodium. L'IP est exprimé en millimoles d'oxygène actif par kilogramme de matière grasse.

II.3.4.3 Matériels et réactifs :

Matériels	Réactifs
<ul style="list-style-type: none"> - Balance analytique - Burette - Erlenmeyer de 250ml - Pipette 	<ul style="list-style-type: none"> - Eau distillée - Chloroforme - Acide acétique - Empois d'amidon - Solution aqueuse saturée d'iodure de potassium - Solution aqueuse de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.01N

II.3.4.4 Préparation des solutions :

Pour préparer l'empois d'amidon, il faut dissoudre environ 1g d'amidon dans 50ml d'eau distillée.

La solution de thiosulfate de sodium à 0.01N est obtenue en dissolvant 2.48g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (H_2O) dans un litre d'eau distillée.

II.3.4.5 Méthode de calcul :

On peut calculer l'indice de peroxyde en utilisant une formule spécifique suivant :

(II.4)

$$I_{\text{peroxyd}} = \frac{(V - V^0) * N}{m} * 1000 \text{ en miliéquivalents/Kg}$$

Cette méthode nécessite les mesures suivantes:

Mesurer le volume (ml) de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0,01N) nécessaire pour titrer l'essai à blanc, noté V_0 .

Mesurer le volume (ml) de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0,01N) nécessaire pour titrer l'échantillon, noté V .

Peser la prise d'essai (g) de l'échantillon, notée m .

II.3.4.6 Mode opératoire :

-Une pesée de 2 g d'huile d'olive est effectuée dans un erlenmeyer.

-Une addition de 10 ml de chloroforme, 15 ml d'acide acétique et 1 ml de la solution d'iode de potassium est réalisée.

-L'erlenmeyer est bouché, agité et laissé 5 min à l'abri de la lumière.

-Une addition de 75 ml d'eau distillée est effectuée.

-Une addition de 3 à 4 gouttes d'empois d'amidon est réalisée.

-Une titration avec la solution de thiosulfate de sodium est effectuée en agitant vigoureusement.

II.4 Caractères physiques :

II.4.1 Indice de réfraction :

II.4.1.1 Définition :

L'indice de réfraction d'une substance est le rapport de la vitesse de la lumière dans le vide à la vitesse de la lumière dans la substance. Il est mesuré à une longueur d'onde donnée et dépend de la nature de la substance et de sa concentration.

II.4.1.2 Principe :

L'indice de réfraction est un caractère physique qui permet de mesurer la capacité d'un corps à dévier la lumière en fonction de sa densité. Cette mesure est réalisée en utilisant un réfractomètre qui mesure l'angle de réfraction de la lumière qui traverse l'échantillon. L'indice de réfraction est une propriété spécifique de chaque substance et peut donc être utilisé pour identifier des composés inconnus.

II.4.1.3 Mode opératoire :

Étalonnage : le réfractomètre est étalonné avec de l'eau distillée.

Nettoyage : la lame du réfractomètre est nettoyée avec du papier de Joseph.

Préparation de l'échantillon : quelques gouttes d'huile d'olive sont déposées sur la lame et le cercle de chambre sombre et claire est réglé à mi-hauteur.

Lecture : la lecture est effectuée en prenant en compte la température (20°C).

II.4.2 Densité :**II.4.2.1 Définition:**

La densité est une grandeur physique qui caractérise la quantité de matière présente dans un volume donné d'une substance. Elle est définie comme le rapport de la masse volumique de la substance à celle de l'eau à une température et une pression données. (Dominique Lefèvre et Jean-Yves Kessler).

II.4.2.2 Principe :

Répéter les mesures de poids pour des volumes équivalents d'huile et d'eau.

II.4.2.3 Matériels :

Balance analytique.

Pycnomètre.

Étuve.

Pipettes.

II.4.2.4 Méthode de calcul :

(II.5)

$$d_{20}^{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

m_0 : Masse de pycnomètre vide.

m_1 : Masse du pycnomètre rempli d'eau.

m_2 : Masse de pycnomètre rempli d'huile d'olive.

II.4.2.5 Mode opératoire :

-Nettoyer le pycnomètre et le sécher dans l'étuve pendant une heure.

-Peser le pycnomètre vide pour déterminer sa masse.

-À l'aide d'une pipette, remplir le pycnomètre avec de l'eau distillée jusqu'à un niveau donné, puis peser le pycnomètre rempli pour déterminer sa masse.

-Nettoyer et sécher à nouveau le pycnomètre dans l'étuve pendant une heure.

-À l'aide d'une pipette, remplir le pycnomètre avec de l'huile d'olive jusqu'au même niveau que pour l'eau, puis peser le pycnomètre rempli pour déterminer sa masse.

-Utiliser les masses mesurées pour calculer la densité de l'huile d'olive en utilisant la formule : densité = $(m_2 - m_0)/(m_1 - m_0)$, où m_0 est la masse du pycnomètre vide, m_1 est la masse du pycnomètre rempli d'eau et m_2 est la masse du pycnomètre rempli d'huile d'olive.

II.4.3 Teneur en eau :

II.4.3.1 Définition :

La teneur en eau d'un produit est la quantité d'eau qu'il contient par rapport à sa masse totale, exprimée en pourcentage. Elle est importante pour l'analyse de la qualité des aliments, car une teneur en eau élevée peut favoriser la croissance de micro-organismes et la détérioration du produit.

II.4.3.2 Principe :

On élimine l'eau présente dans une quantité mesurée d'huile en la chauffant jusqu'à ce que toute l'eau ait été évaporée. (Benosman et Mamchaoui, 2005).

II.4.3.3 Matériels :

- Balance analytique.
- Dessiccateur.
- Etuve.
- Boîtes de pétri.

II.4.3.4 Méthode de calcul :

(II.6)

$$H\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100 \quad . \text{ (Benosman et Mamchaoui, 2005).}$$

-Peser la boîte de Pétri vide et enregistrer sa masse sous la variable m_0 .

-Mettre la prise d'essai dans la boîte de Pétri, peser la boîte avec la prise d'essai et enregistrer la masse sous la variable m_1 .

-Mettre la boîte de Pétri avec la prise d'essai dans l'étuve pour la chauffer jusqu'à élimination complète de l'eau, puis laisser refroidir à température ambiante.

-Peser la boîte de Pétri avec la prise d'essai chauffée et enregistrer la masse sous la variable m_2 .

II.4.3.5 Mode opératoire :

- Préparation de la boîte de pétri : la boîte de pétri est séchée dans l'étuve à 103°C pendant deux heures, puis refroidie dans un dessiccateur et pesée pour obtenir la masse de départ (m_0).
- Prise de l'échantillon : 20g d'huile d'olive sont pesés dans la boîte de pétri préalablement tarée pour obtenir la masse de l'échantillon (ml).
- Chauffage de l'échantillon : la boîte de pétri contenant l'huile d'olive est chauffée dans une étuve à 103°C pendant une heure.
- Refroidissement et pesée de l'échantillon : la boîte de pétri est ensuite laissée à refroidir dans un dessiccateur, puis pesée pour obtenir la masse finale de l'échantillon après chauffage (m_2)

II.4.4 Le potentiel d'hydrogène (pH) :**II.4.4.1 Définition :**

Le pH-mètre se compose d'un boîtier et d'une sonde reliée à celui-ci. Le boîtier est équipé d'un millivoltmètre qui détecte une tension entre les deux électrodes de la sonde. Cette tension est convertie en pH par un ordinateur. L'origine de cette tension est liée à un échange d'ions limité entre les ions sodium du verre de l'électrode et les ions H_3O présents dans la solution.

II.4.4.2 Principe :

Le principe de mesure du pH avec un pH-mètre est basé sur la mesure de la différence de potentiel électrique entre deux électrodes, l'une étant sensible à l'activité des ions H_3O^+ de la solution, l'autre étant une électrode de référence. Cette différence de potentiel est convertie en pH par le pH-mètre. (R. Moreau et M. Lenoble)

II.4.4.3 Mode opératoire :

- Réglage de la température du pH-mètre sur le milieu ambiant, rinçage systématique de la sonde à l'aide d'eau distillée, suivi d'un essuyage.
- Prélèvement de 100 ml d'huile d'olive à analyser dans un bécher.
- Plongée de la sonde dans la solution et lecture du pH.

Chapitre III : Résultats et Discussion

III.1 Introduction :

Le dernier chapitre de cette étude s'est concentré sur l'analyse de cinq échantillons d'huile d'olive précédemment mentionnés, provenant de différentes zones climatiques, à savoir Tlemcen, Ain Temouchent, Benisaf, Malah et Oran. Nous avons mené une analyse approfondie de leurs différentes caractéristiques, notamment les indices d'acide, d'iode, de saponification, de peroxyde et de réfraction, ainsi que la densité, la teneur en eau et le potentiel d'hydrogène. Chacun de ces paramètres a été présenté et examiné en détail dans ce chapitre de l'étude.

III.2 Caractères chimiques :

III.2.1 Indice d'acide :

Voici le tableau résumant les résultats de l'indice d'acide des huiles analysées, qui permet d'apprécier le degré d'altération par l'hydrolyse de l'huile :

	Indice d'acide (mg KOH/g)	C.A	C.O.I
Ain temouchent	0.5	6.6 Max (mg NaOH/g)	4 Max (mg NaOH/g)
Oran	1.2		
Tlemcen	2.8		
Malah	0.9		
Benisaf	3.6		

Tableau 1:Indice d'acide des échantillons d'huile d'olive.

Tous les échantillons étudiés ont des valeurs de l'indice acide conformes aux normes établies par le C.A et le C.O.I.

Cet indice est à l'état fraîcheur des olives broyées, triturées, à la maîtrise des procédés technologiques mis en œuvre pour assurer la conservation et la transformation de la matière première au degré de la maturité de fruit. (Techouar, 2014).

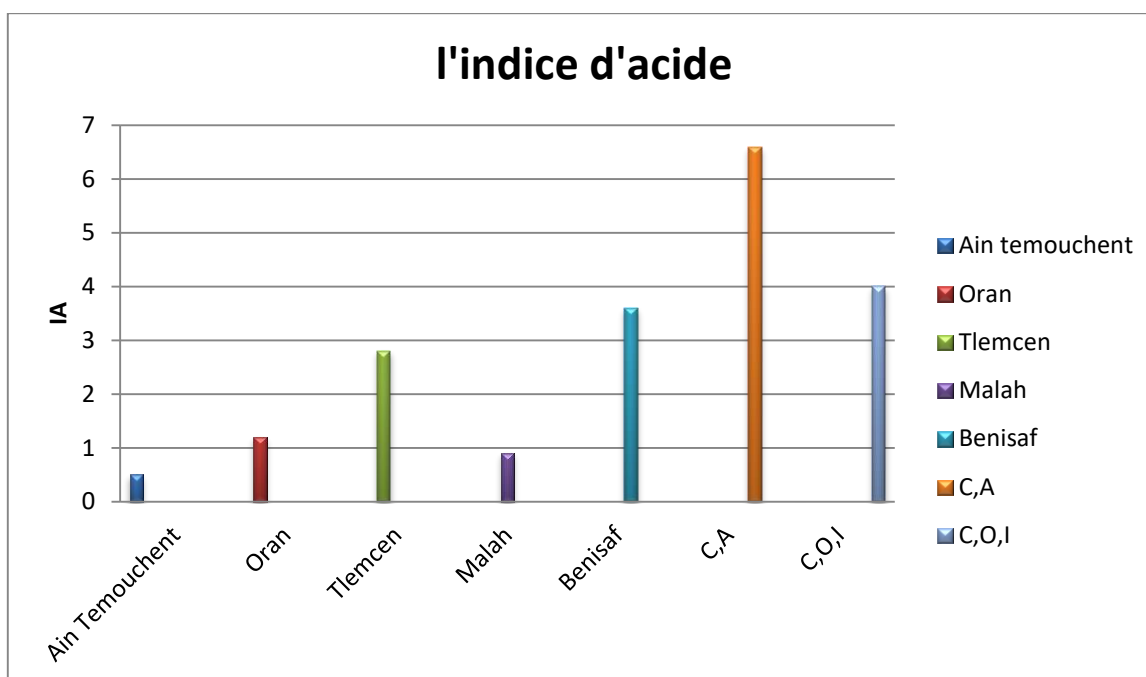


Figure III-1 : Représentation graphique d'indice d'acide.

III.2.2 L'acidité :

L'acidité joue un rôle essentiel dans l'évaluation de l'huile d'olive en termes de qualité alimentaire et constitue un critère fondamental de sa qualité commerciale (COI, 1981). Les résultats de l'analyse de l'acidité des huiles étudiées sont présentés dans le tableau suivant :

Huile d'olive	Ain Temouchent	Oran	Tlemcen	Malah	Benisaf
Acidité (%)	0.25	0.52	1.18	0.38	1.92
C.A	3,3%				
C.O.I	3.3%				

Tableau 2 : Résultats de l'acidité des huiles analysées.

Les résultats obtenus indiquent que les pourcentages d'acidité des huiles d'olive examinées sont inférieurs aux normes établies. Par conséquent, nous pouvons conclure que tous les échantillons étudiés sont des huiles vierges. Cette constatation confirme la qualité élevée de ces huiles d'olive, car une acidité faible est un indicateur de fraîcheur et de pureté. Ces résultats soulignent l'importance de choisir des huiles d'olive de bonne qualité pour bénéficier de leurs nombreux avantages nutritionnels et sensoriels.

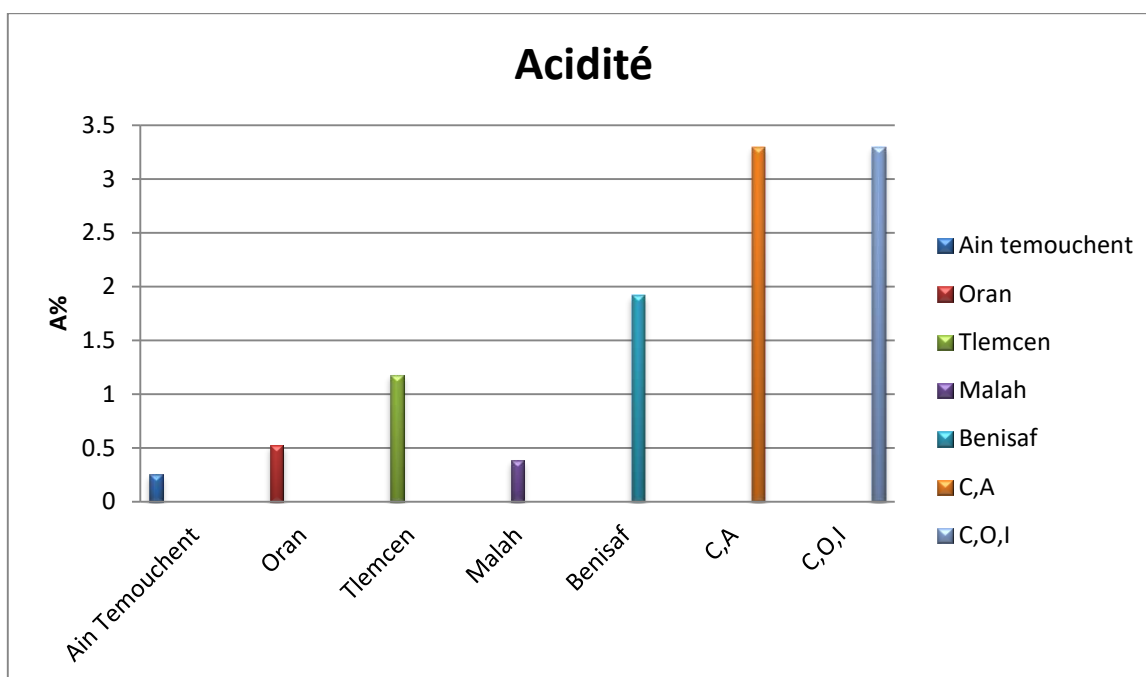


Figure III-2 : Représentation graphique des résultats d'acidité.

III.2.3 L'indice d'iode :

L'indice d'iode est une mesure qui permet de caractériser le degré d'insaturation d'un corps gras. Voici les résultats de l'indice d'iode des huiles d'olive analysées :

Huile d'olive	Ain Temouchent	Oran	Tlemcen	Malah	Benisaf
L'indice d'iode	100	93.4	85.7	97.6	90
C.A	75-94				
C.O.I	74-94				

Tableau 3 : Résultats de l'indice d'iode des huiles analysées.

Les valeurs de l'indice d'iode montre que l'huile d'Oran et Tlemcen et Benisaf sont conformes aux nombre établie par codex Alimentaires et le Conseil Oléicole International ca vaut dire qu'ils sont de bonne qualité. L'huile de Ain Temouchent et de Mlah ne respecte pas les normes établie don ils ne sont pas de fortes qualité.

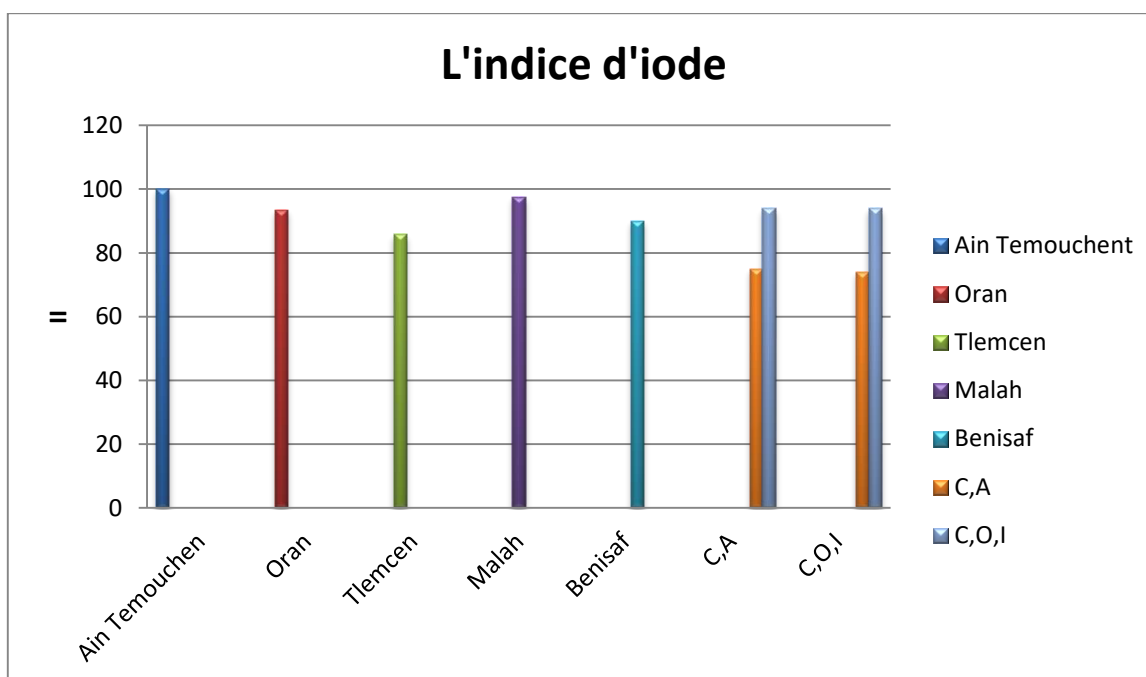


Figure III-3 : Représentation graphique des résultats d'indice d'iode.

III.2.4 Indice de saponification :

Selon une étude menée par Lion en 1955, l'indice de saponification d'un corps gras augmente lorsque la chaîne carbonée des acides gras est courte. Les résultats des tests de saponification réalisés sur les huiles analysées sont présentés dans le tableau suivant :

Huile d'olive	Ain Temouchent	Oran	Tlemcen	Malah	Benisaf
L'indice de saponification	183.38	185.52	185.74	197.28	190.57
C.A	184-196				
C.O.I	184-196				

Tableau 4 : Résultats de saponification des huiles analysées.

Les résultats de l'indice de saponification indique que l'huile d'oran, Tlemcen et Benisaf respect les valeurs intervalle donnée par C.A et C.O.I ce qui explique la richesse en courtes chaines d'acide gras de nos huiles.

D'un autre coté l'huile de Ain temouchent et de Malah ne sont pas riche de chaine d'acide gras.

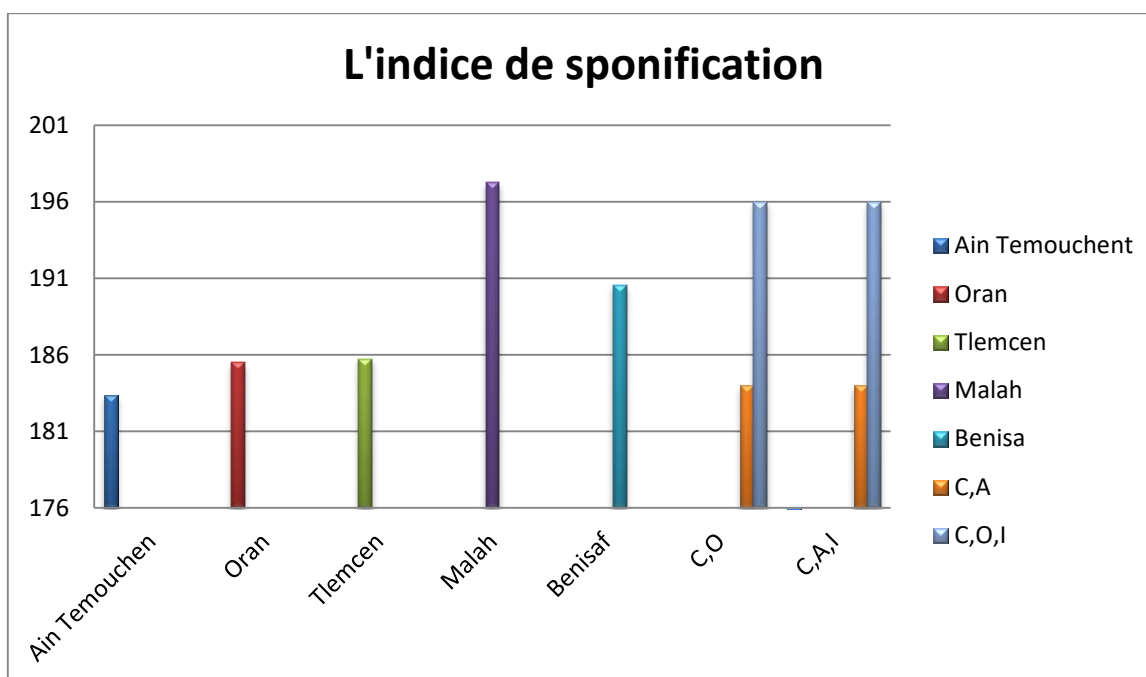


Figure III-4 : Représentation graphique des résultats d'indice de saponification.

III.2.5 Indice de peroxyde :

L'indice de peroxyde permet d'évaluer l'oxydation primaire de l'huile. Voici les résultats de l'indice de peroxyde des huiles analysées :

Huile d'olive	Ain Temouchent	Oran	Tlemcen	Malah	Benisaf
Indice de peroxyde	10.7	9.41	8.45	6.48	8.9
C.A	20meq d'O ₂ /kg d'huile				
C.O.I	20meq d'O ₂ /kg d'huile				

Tableau 5 : Résultats de l'indice de peroxyde des huiles analysées.

Les indices de peroxyde des échantillons étudiés respectent les normes commerciales. Les processus de dégradation des lipides peuvent être attribués aux différentes étapes, de la cueillette à l'extraction de l'huile, incluant le stockage des olives et les procédés en huilerie. Ces facteurs peuvent contribuer à l'augmentation des indices d'acide et de peroxyde.

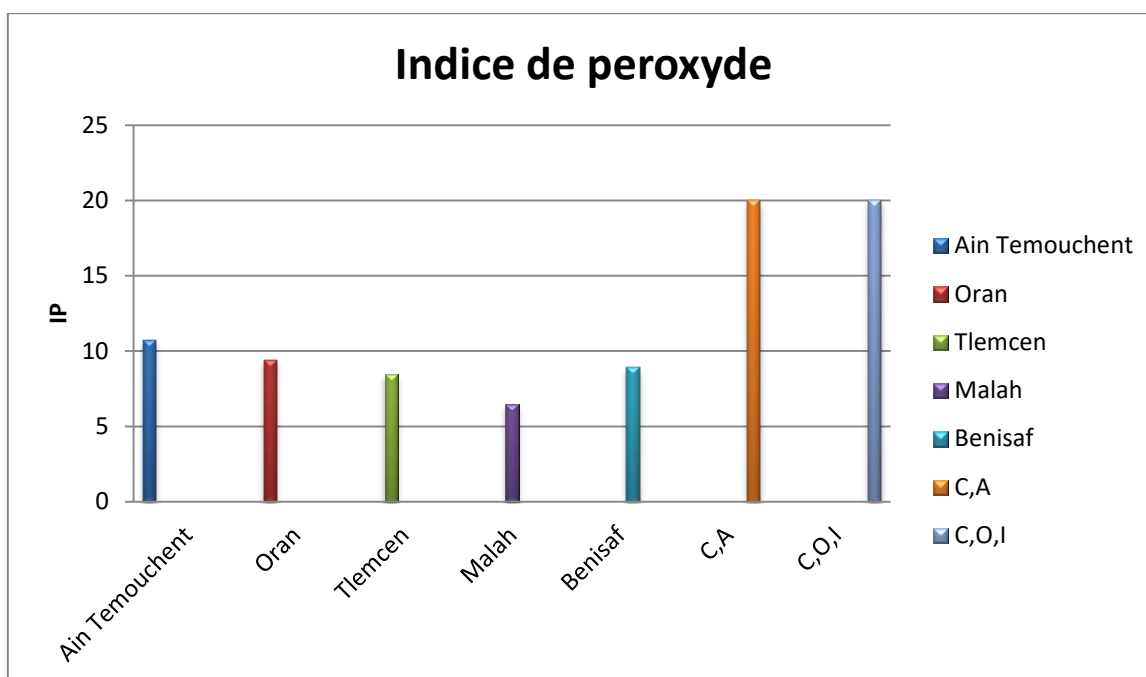


Figure III-5 : Représentation graphique des résultats d'indice de peroxyde.

III.3 Caractères physiques:

III.3.1 Indice de réfraction:

Les mesures d'indice de réfraction ont été réalisées à 20°C à l'aide d'un réfractomètre d'ABBE. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Huile d'olive	Ain Temouchent	Oran	Tlemcen	Malah	Benisaf
Indice de réfraction	1.4678	1.4699	1.4701	1.4692	1.4705
C.A	1,4677 – 1,4705				
C.O.I	1,4669 – 1,4679				

Tableau 6 : Résultats de l'indice de réfraction des huiles analysées.

En comparant les valeurs aux normes du C.A, nous observons que tous les échantillons se situent dans l'intervalle spécifié. Cependant, ils dépassent légèrement la norme du C.O.I. Ainsi, nous pouvons conclure que ces huiles sont conformes aux normes établies par le C.A.

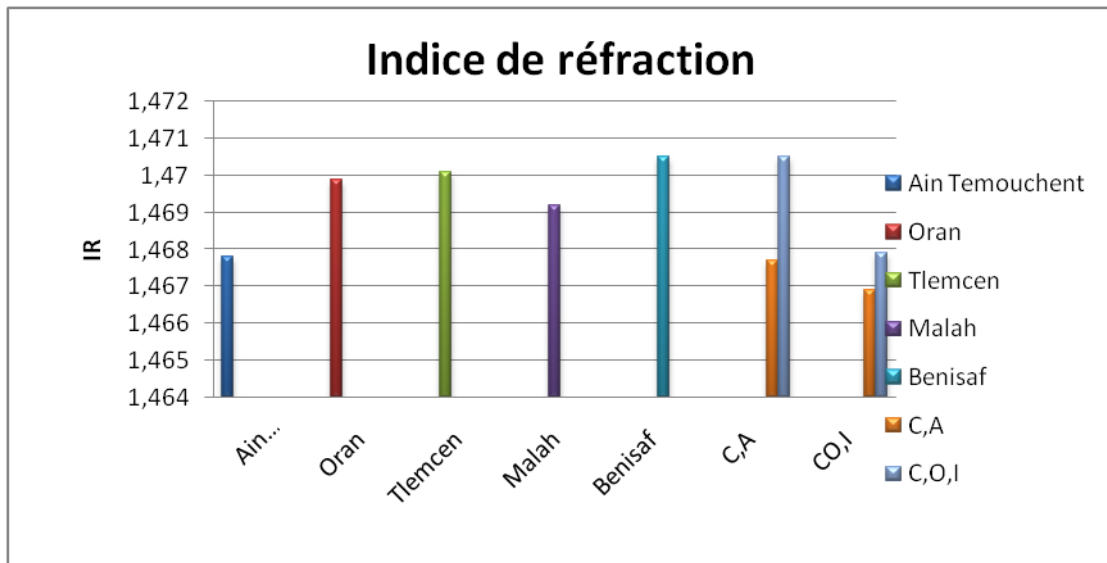


Figure III-6 : Représentation graphique des résultats d'indice de réfraction

III.3.2 Densité :

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Huile d'olive	Ain Temouchent	Oran	Tlemcen	Malah	Benisaf
Densité	0.914	0.915	0.916	0.913	0.916
C.A	0,910 – 0,916				
C.O.I	0,910 – 0,916				

Tableau 7 : Résultats de la densité des huiles analysées.

Les résultats de densité obtenus pour les échantillons d'huiles analysées se situent dans la plage attendue pour les normes C.A et C.O.I, qui est de 0,910 - 0,916 g/cm³. Cela indique que la majorité des échantillons d'huiles étudiés sont conformes aux critères de densité établis par le C.A et le C.O.I. La densité est un paramètre important pour évaluer la compacité et la concentration des huiles.

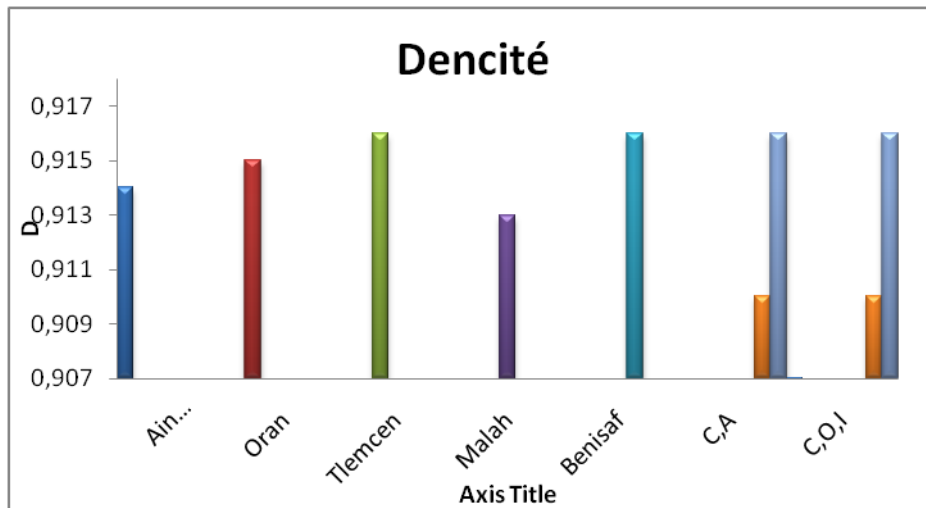


Figure III-7 : Représentation graphique des résultats de la densité

III.3.3 Teneur en eau :

Voici les résultats de la teneur en eau des huiles analysées :

Huile d'olive	Ain Temouchent	Oran	Tlemcen	Malah	Benisaf
Teneur en eau	0.12	0.09	0.11	0.13	0.1
C.A	Max 0,2 %				
C.O.I	Max 0,2 %				

Tableau 8 : Résultats de la teneur en eau des huiles analysées

Les échantillons respectent les normes de teneur en eau établies par le C.A et le C.O.I.

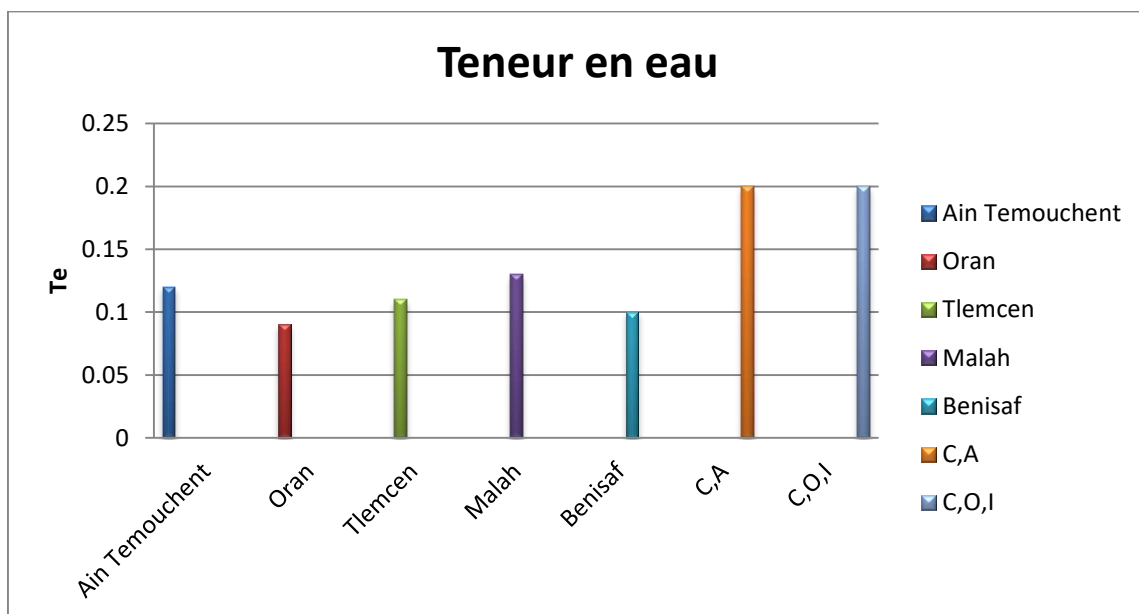


Figure III-8 : Représentation graphique de la teneur en eau

III.4 Potentiel d'hydrogène :

Les résultats du pH des échantillons étudiés sont représentés dans le tableau suivant :

Huile d'olive	Ain Temouchent	Oran	Tlemcen	Malah	Benisaf
pH	5.8	6.2	5.5	6.1	5.9

Tableau III-9 : Résultats du potentiel d'hydrogéné des huiles analysés.

Les résultats indiquent des pH neutres pour les échantillons d'huile d'olive étudiés, ce qui suggère un niveau d'acidité relativement bas. Cette observation est en accord avec la relation inverse entre le pH et le taux d'acidité, où des valeurs de pH plus élevées sont associées à des niveaux d'acidité plus faibles.

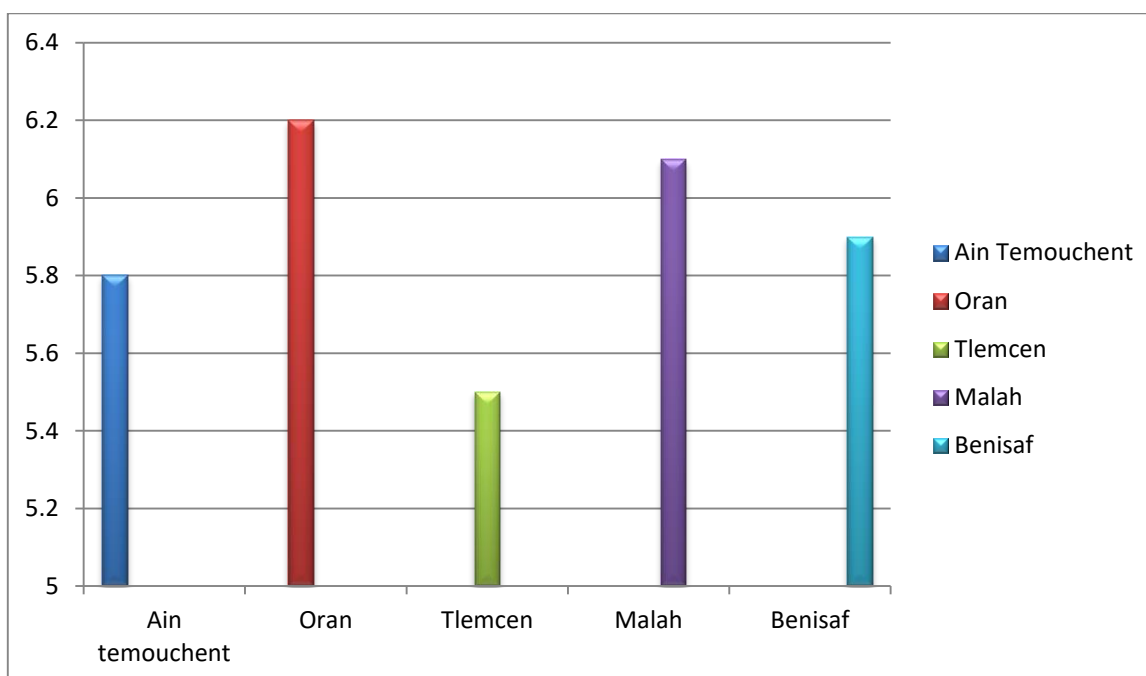


Figure III-9 : Représentation graphique des résultats du potentiel d'hydrogène

III.4 Analyse sensorielle :

L'étude se conclut par l'analyse sensorielle qui évalue les propriétés organoleptiques de l'huile d'olive : couleur, odeur, saveur et goût. Les résultats de cette analyse sont synthétisés dans le tableau suivant

Échantillon	Aspect	Couleur	Odeur	Saveur	Gout
Ain Témouchent	Bon	Vert	Peu bon	Légèrement amer	Amer prononcé
Oran	Bon	Jaune	Assez Bon	Douce	Équilibré
Tlemcen	Bon	Vert	Bon	Douce	Légèrement amer
Malah	Bon	Jaune	Peu bon	Légèrement amer	Mauvais
Benisaf	Bon	Jaune	Assez bon	Douce	Équilibré

Tableau III-10 : Résultats des caractéristiques organoleptiques des huiles étudiés.

Les résultats de l'analyse sensorielle des échantillons d'huile d'olive montrent des aspects satisfaisants, des couleurs variées, des odeurs allant de peu bon à bon, des saveurs douces, et des goûts allant de légèrement amer à équilibré. Certains échantillons présentent toutefois un goût amer prononcé ou mauvais. Donc en constate que les échantillons d'Oran, Tlemcen et Benisaf qu'ils sont des huiles vierges propres à la consommation du point de vue gustatif et en opposé Ain Témouchent et Malah ne sont pas vierges et ne conviennent pas à la consommation du point de vue gustatif.

Conclusion

Conclusion

Conclusion générale et perspectives :

Cette étude se concentre sur les huiles d'olive en examinant leurs propriétés physico-chimiques et organoleptiques. L'objectif est d'évaluer la conformité de ces huiles aux normes établies dans le pays.

La variété traitée dans ce projet de fin d'étude est la Sigoise des régions d'Ain temouchent, de Tlemcen et d'Oran. Plus précisément, l'étude a été effectuée sur scinque échantillons d'huiles d'olives, à savoir: l'huile d'Ain Temouchent, de Tlemcen, d'Oran, de Benisaf et Malah.

Cette étude à permit de constater que :

- Les échantillons étudiés respectent les normes d'indice d'acide du C.A et du C.O.I et présentent une acidité négligeable.
- Les indices d'iode de l'huile d'Oran, de Tlemcen et de Benisaf sont conformes aux normes du Codex Alimentarius et du Conseil Oléicole International, ce qui indique leur bonne qualité. Cependant, l'huile d'Ain Temouchent et de Malah ne respecte pas les valeurs établies, ce qui les classe comme de moindre qualité.
- Les indices de saponification de l'huile d'Oran, de Tlemcen et de Benisaf correspondent aux intervalles de valeurs établies par le C.A et le C.O.I, ce qui indique une richesse en acides gras à chaîne courte. En revanche, l'huile d'Ain Temouchent et de Malah ne présente pas une teneur élevée en acides gras à chaîne courte.
- Les échantillons étudiés respectent les normes commerciales en termes d'indices de peroxyde, d'indices de réfraction, de densité, d'humidité et de pH. Toutes ces caractéristiques sont conformes aux exigences de qualité établies pour ces huiles d'olive.
- Les résultats de l'analyse sensorielle indiquent que les échantillons d'huile d'olive d'Oran, Tlemcen et Benisaf sont de bonne qualité gustative, avec des aspects satisfaisants, des odeurs et des saveurs agréables. En revanche, les échantillons d'Ain Temouchent et Malah présentent des caractéristiques gustatives négatives, les rendant impropres à la consommation.

En fin, cette étude met en évidence l'influence de divers facteurs sur la qualité de l'huile d'olive. Les résultats indiquent que la variété des olives ainsi que les conditions de récolte, d'extraction et de stockage jouent un rôle crucial dans la qualité finale de l'huile. Les échantillons d'huile d'Oran, Tlemcen et Benisaf se distinguent par leur conformité aux normes et leur bonne qualité gustative, tandis que ceux d'Ain Temouchent et Malah montrent des caractéristiques de moindre qualité. Il est donc primordial de continuer à améliorer les

Conclusion

pratiques de production et à maintenir des normes strictes pour garantir une huile d'olive de haute qualité. En valorisant ces aspects, il est possible de soutenir le développement durable de l'industrie de l'huile d'olive et de répondre aux attentes des consommateurs en matière de qualité et de goût.

Bibliothèque

Bibliographie

- Benlemlih M. et al., 2016) une expérience qui étudie la composition des olive en laboratoire le maroc 5page
- Benosman et Mamchaoui, 2005. Contribution au contrôle de qualité
- C.O.I 2019) CONSEIL OLÉICOLE INTERNATIONAL page 3
- Chimie analytique : méthodes et techniques instrumentales ", de Francis Rouessac et Annick Rouessac, 2e édition, page 168)
- Gilles.G (2003).Obtention d'une huile d'olive vierge extra de hautes qualités nutritionnelles et organoleptiques. Synthés bibliographique. Université mont pallier.Gouveiaj.b
- Le livre "Analyse des corps gras" de Michel Crapiste et Philippe Bohuon compte 416 pages."Ouazzani et al., 1995 ; Idrissi et Ouazzani, 2003" fait probablement référence à des articles de recherche ou à des ouvrages écrits par Ouazzani et ses collaborateurs en 1995 et par Idrissi et Ouazzani en 2003.
- Le Manuel de l'oléiculteur de Bernard Jullien et Michel Baudoin page 22
- Les acides gras (Dr Makrelouf..2020 page3
- les normes de l'Union Européenne et de l'International Olive Council.page 8
- livre "Huile d'olive : une matière première d'exception" de Mohamed Boussouel 11-28 page
- l'Office National de l'Huile (ONH) en Algérie recherche dans la page 24
- Loussert et Brousse 1998) L'olivier .Ed . Maison d'œuvre et Larousse, Paris 447p.Ollivier, D., Richard M., Pinatel C., Guère M., Artaud J. (2002). Caractérisation physico-chimiques des huiles de l'AOC « Huile d'olive de Nyons », Ann. Fals. Exp. Chim., Octobre-Novembre-Décembre 95, 403-412.
- l'Union Européenne et de l'International Olive Council. Page 44
- Olive Oil: Chemistry and Technology, Second Edition" édité par Dimitrios Boskou) AOCS Publishing; 2e édition (29 avril 2006) 288 pages Ruiz – Gutiérrez V., Morgado N., Parada J. 1998. Composition of human VLDL triacylglycerol after ingestion of olive oil and high oleic sunflower oil.The Journal of Nutrition. 128, 570-576.
- Ollivier D., Boubaulte., Pinatel C., Souillol S., Guerere M., and Artaud J. 2004. Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierges. J. Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique, N.965, p: 169 - 196.
- Perrin L.L ;(1992) Les composés mineurs et les antioxydants naturels de l'olive et de sonhuile .Revue française des corps gras 39eme année, N°12 :pp 25-32.
- physicochimique d'échantillons d'huiles d'olives. Mém. Ing. Bio. Université deTlemcen, p103.
- Ryan, D., Robardas, K. et Lavee, S. 1998. Evaluation de la qualité de l'huile d'olive.Olivae, 72: 26-38.
- Techouar, 2014. Contribution à l'étude physicochimique et organoleptique de deux huiles d'olive d'extraction traditionnelle et industrielle de la wilaya de Tlemcen.