

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة مولاي الطاهر، سعيدة

Université MOULAY Tahar, Saïda



كلية العلوم

Faculté des Sciences

قسم البيولوجيا

Département de Biologie

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

En Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Thème :

Etude comparative des caractères physico-chimiques et organoleptiques d'huile d'olive de la variété Chemlal de la région de la Kabylie : Tizi Ouzou, Bejaïa et Bouira

Présenté par :

- M^{elle} : ABDELAZIZ Wissem
- M^{elle} : KAOUDJ Nesrine

Soutenu le : 26 JUIN 2023

Devant le jury composé de :

Présidente

Mme. GHOUTI Dalila

MCB Université UMTS

Examineur

Mr. AMMAM Abdelkader

MCA Université UMTS

Rapporteur

Mme. HADJADJ Hassina

MCB Université UMTS

Année universitaire 2022/2023

Remerciement

Au terme de ce travail, nous remercions d'abord Dieu de nous avoir donné la santé, le courage et la foi.

Nous tenons à remercier chaleureusement les membres du jury : **Mme GHOUTI Dalila** et **Mr AMMAM Abdelkader** d'Université Dr Moulay Tahar de Saida.

Nous sommes également honorés et heureux d'exprimer notre profonde et sincère gratitude à notre encadrante pour ce travail **Mme HADJADJ Hassina**. Nous tenons également à la remercier pour ses conseils, sa disponibilité et le temps consacré à ce travail.

Nous tenons également à remercier l'équipe du laboratoire du Département des Sciences Biologiques de l'Université Dr Moulay Tahar de Saida pour leur patience, leur disponibilité et surtout leurs conseils qui ont alimenté notre réflexion.

Nous adressons nos sincères remerciements à M^r. SAOUAR Kadour pour son accueil chaleureux dans le laboratoire du Centre algérien du contrôle de la qualité et de l'emballage (c.a.c.q.e) et pour la confiance et l'aide qu'elle nous a accordé.

Nous exprimons nos sincères remerciements à tous les professeurs, conférenciers et toutes les personnes dont les paroles, les écrits, les conseils et les critiques ont guidé notre réflexion.

Je remercie tous ceux qui ont aidé à fournir des échantillons d'olives pour analyse. Enfin, nos sincères remerciements vont à tous ceux qui, de près ou de loin, ont rendu possible ce mémoire par leurs conseils et leur expertise.

Dédicaces

Louange à Allah par le bienfait duquel les bonnes choses se concrétisent

Je dédie cette mémoire

*A ma maman **FETTA** qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a ménagé aucun effort pour me rendre heureuse. Puisse-t-elle trouver ici le témoignage de ma profonde gratitude.*

*A mon très cher père **NOUREDINE** qui n'a cessé de me conseiller, de m'encourager et de me soutenir tout au long de mes études.*

A mes frères et sœurs, Ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement soutenu et encouragé tout au long de mon parcours.

A ma famille, mes proches. Merci pour leur amour un encouragement.

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

A tous ceux que j'aime.

MERCI !

Nesrine.

Dédicaces

Je voudrais remercier Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné force, courage, volonté et patience dans l'accomplissement de cet humble travail. Je dédie ce travail :

Pour ma mère, le plus grand exemple et modèle de persévérance est de toujours aller de l'avant et de ne jamais abandonner. Pour son enseignement constant pour m'inculquer les vraies valeurs de la vie et ses précieux conseils.

A mon père je lui dédie cette lettre avec fierté, qui reflète les fruits de l'éducation et de l'attention qu'il m'a tant donné, j'espère que cette thèse sera à la hauteur de vos attentes et sera l'aboutissement de tous vos efforts.

Au battement de mon cœur, mes frères : Djaafar, Sofiane, et à Djamel, qui considère mon fils plus que mon frère.

Et à mon soutien après mon père, c'est mon oncle Achour qui m'a soutenu et aidé dans les pires moments. Parce que tu as toujours cru en moi, que je suis ce que je suis ; Merci.

A mon unique grand-mère YAYA et à toutes mes tantes et à ma famille.

A mes compagnes de vie, Imene et Warda, et à tous mes amis sans exception. Enfin, je tiens à remercier le Département de Biochimie pour l'année 2023.

WISSAM

Liste des abréviations

OMW : olive mill wastewater

AGMI : acides gras monoinsaturés.

AGS : acides gras saturés

HOVE : L'huile d'olive extra vierge

HOV : L'huile d'olive vierge

HOVC : L'huile d'olive vierge courante

HOVL : L'huile d'olive vierge lampante

C.O.I : Conseil Oléicole International.

CEE : Communauté Économique Européenne

HDL : High-Density Lipoprotein.

LDL-C: Low Density Lipoprotein-cholesterol

UV : Ultra-violet

Ppm : parts per million

ISO : Organisation Internationale de Normalité

KI : Iodure de Potassium.

IA : Indice d'acide

KOH : Hydroxyde potassium.

Kcal : kilocalories.

°C : degré de Celsius.

T0 : température.

% : pourcentage.

IP : indice de peroxyde.

IA : indice d'acidité.

ml : millilitre.

g : gramme.

N : normalité.

M : Poids Molaire

mEq : milliéquivalent.

Kg : kilogramme. AGE : acide gras essentielle.

mg : milligramme.

Liste des tableaux

Tableau I : Composition chimique de l'olive (%). (Moussaoui, 2022)	11
Tableau II : Orientation variétale de l'olivier en Algérie (Achour et Soltani, 2021).....	24
Tableau III : Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (% m/m d'estersméthyliques) (COI, 2019) :	28
Tableau IV : Concentration des principaux polyphénols de l'huile d'olive vierge ou raffinée (Coxam et al, 2014).	30
Tableau V : Les critères de qualité de l'huile d'olive selon le Conseil Oléicole International (COI, 2019).....	40
Tableau VI : Verrerie et consommable utilisés lors de l'analyse physico-chimique.....	44
Tableau VII : Appareils utilisés lors de l'analyse physico-chimique	45
Tableau VIII : Réactifs utilisés lors de l'analyse physico-chimiques.....	45
Tableau IX : Répartition des échantillons d'huile d'olive selon le pH.	55
Tableau X : Teneur en eau des huiles d'olive analysées.....	56
Tableau XI : Répartition des échantillons d'huile d'olive selon la teneur en pigments :	57
Tableau XII : Répartition des échantillons des huiles analysées selon l'indice de réfraction	58
Tableau XIII : Répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'indice d'acide.	59
Tableau XIV : Répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'acidité.....	60
Tableau XV : Répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'indice de peroxyde.	61
Tableau XVI : L'analyse sensorielle des échantillons étudiés.....	63

Liste des figures

Figure N° 1 : Extension la culture de l'olivier depuis son aire d'origine à travers les pays de la Méditerranée (Aissa et Bouraib.,2015)	4
Figure N° 2 : Caractères qualitatifs de l'arbre.....	6
Figure N° 3 : Schéma d'un rameau fructifère de l'olivier (Tabti, 2010)	7
Figure N° 4 : Caractères qualitatifs de la feuille (Barre d'échelle : 0.5 cm)	8
Figure N° 5 : Les boutons floraux de l'olivier (Aissa et Bouraib, 2015).....	9
Figure N° 6 : Détail d'une semence d'olivier (Tabti , 2010)	9
Figure N° 7 : Caractères qualitatifs du fruit (Barre d'échelle : 0.5 cm).....	10
Figure N° 8 : Étapes de maturation d'une olive (Shutterstock.com)	13
Figure N° 9 : la cueillette des olives de la région de bouira (Anonyme, 2021).....	14
Figure N° 10 : Stockage des olives dans des caisses en plastique (Derbah et Hamidi ,2020).....	15
Figure N° 11 : effeuillage des olives (Oliviers & Co. 2022).....	16
Figure N° 12 : Nettoyage des olives (Derbah et Hamidi, 2019)	16
Figure N° 13 : Les meules ou broyeurs (loc. San Felice 06030 Giano dell'Umbria).....	17
Figure N° 14 : Processus de malaxation (Anonyme 2019).....	18
Figure N° 15 : Presse à huile d'olive traditionnelle (loc. San Felice 06030 Giano dell'Umbria)	20
Figure N° 16 : Le décanteur centrifuge horizontal (Doc. Westfalia)	21
Figure N° 17 : Schémas montrant les principales étapes d'extraction d'huile d'olive (Faci, 2022)	22
Figure N° 18 : Processus d'extraction de l'huile d'olive (Aouadi et Arhab, 2020).....	23
Figure N° 19 : Les échantillons de l'huile d'olive (au moment de l'analyse)	43
Figure N° 20 : Carte des zones d'échantillonnage	43
Figure N° 21 : Détermination du pH.	46
Figure N° 22 : détermination de la teneur en eau et en matières volatiles	47
Figure N° 23 : Détermination l'indice de réfraction (Nekrouf, Mendaci et Berkoune. 2019).....	49
Figure N° 24 : détermination les teneurs en pigment	50
Figure N° 25 : détermination l'indice de l'acidité.....	52
Figure N° 26 : détermination l'indice de peroxyde.....	54
Figure N° 27 : Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'olive selon le pH.	55
Figure N° 28 : Représentation graphique des résultats de la teneur en eau des huiles d'olives analysées.	56
Figure N° 29 : Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'olive selon la teneur en pigments	58
Figure N° 30 : Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'indice de réfraction.	59
Figure N° 31 : Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'indice d'acide	60
Figure N° 32 : Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'acidité	61
Figure N° 33 : Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'indice de peroxyde.....	62

Résumé

Le présent travail a pour but de réaliser une étude comparative des paramètres physico chimiques et organoleptiques de cinq échantillons d'huile d'olive de cultivar dominant du verger oléicole national (*Chemlal*) dans différentes régions de la Kabylie :Tizi Ouzou (Ouacif, Ouadhia et Michlet) Bejaia (Akbou), Bouira (Ait Laziz) ,dont nous avons déterminé les indices chimiques de qualité de l'huile d'olive (acidité, peroxyde), et les indices physiques ;la teneur en chlorophylle, caroténoïdes, indice de réfraction, potentielle d'hydrogène, la teneur en eau et à la fin on a procédé à une analyse sensorielle.

Les résultats obtenus révèlent que les cinq échantillons répondent aux normes établies par Conseil Oléicole International (COI,2019), avec des intervalles de résultats allant de (1,9 - 3,1) pour l'indice d'acide, une l'acidité comprise entre (0,95 - 1,86%), un indice de peroxyde de (8.15 à 14.2 méq O₂ / kg), une teneur en chlorophylle (0.65 à 1.63 ppm) ; en caroténoïdes (0.25 - 1.47 ppm), un indice de réfraction (1.468 - 1.469 nd₂₀), un pH (5.35 - 6.36) et une teneur en eau (0.01 - 0.005 %).

Ces résultats ont permis le classement de tous les cinq échantillons dans la catégorie de l'huile d'olive vierge. Concernant l'analyse sensorielle, l'huile d'olive de la région (Ouacif) est la plus appréciée par le jury dégustatif par rapport aux autres échantillons avec son gout fruité, sa saveur et son odeur agréable.

Mots clés : olivier ; indice d'acide ; qualité organoleptique, huile d'olive vierge.

Abstract

The aim of this work is to carry out a comparative study of the physico-chemical and organoleptic parameters of five samples of olive oil from the dominant cultivar of the national olive orchard (Chemlal) in different regions of Kabylia: Tizi Ouzou (Ouacif, Ouadhia and Michlet) Bejaia (Akbou), Bouira (Ait Laziz), for which we determined the quality chemical indices of the olive oil (acidity, peroxide), and the physical indices; chlorophyll content, carotenoids, refractive index, hydrogen potential, water content and finally we carried out a sensory analysis.

The results obtained show that the five samples meet the standards set by the International Olive Oil Council (IOC, 2019), with results ranging from (1.9 - 3.1) for the acid index, an acidity of between (0.95 - 1.86%), a peroxide value of (8.15 to 14.2 meq O₂ / kg), chlorophyll content (0.65 to 1.63 ppm), carotenoid content (0.25 - 1.47 ppm), refractive index (1.468 - 1.469 nd₂₀), pH (5.35 - 6.36) and water content (0.01 - 0.005 %).

These results enabled all five samples to be classified as virgin olive oils. In terms of sensory analysis, the olive oil from the Ouacif region was the most appreciated by the tasting panel compared to the other samples, with its fruity taste, pleasant flavour and odour.

Keywords: olive tree; acid value; organoleptic quality, virgin olive oil

ملخص

الغرض من هذا العمل هو إجراء دراسة مقارنة للمعايير الفيزيائية والكيميائية والحسية لخمس عينات من زيت الزيتون من الأصناف السائدة في بستان الزيتون الوطني (شمال) في مناطق مختلفة من منطقة القبائل على التوالي: تيزي وزو (واسيف ، الواضية وميشلي) بجاية (أقبو) ، البويرة (آيت لعزیز) ، والتي حددنا لها مؤشرات جودة زيت الزيتون (الحموضة ، البيروكسيد) ، محتوى الكلوروفيل ، الكاروتينات ، معامل الانكسار ، درجة الحموضة ، المحتوى المائي و أجرينا أيضا تحليلا حسيًا.

حسب (COI 2019) أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن العينات الخمس مطابقة للمعايير الموضوعة من قبل اختلافات في النتائج المسجلة وهي: الرقم الحمضي بين (1.9 - 3.1) ، الحموضة بين (0.95 - 1.86٪) ، و مؤشر البيروكسيد (8.15 - 14.2 مكي أوكسجين / كغ) ، محتوى الكلوروفيل (0.65 - 1.63 جزء في المليون) ؛ في الكاروتينات ، الأس الهيدروجيني (5.35 - 6.36) (1.468 - 1.469 nd20) (0.25 - 1.47 جزء في المليون) ، معامل الانكسار والمحتوى المائي (0.01 - 0.005٪) ، وقد سمحت هذه النتائج بتصنيف جميع العينات الخمس في فئات زيت الزيتون البكر المتعلقة التحليل الحسي يصنف زيت الزيتون من منطقة (الواصيف) على أنه الزيت الأفضل والأكثر تقديراً مقارنة بالعينات الأخرى بمذاقه الفاكهي ونكهته الطيبة ورائحته اللطيفة

SOMMAIRE

Remerciement	i
Dédicaces.....	ii
Liste des abréviations	iv
Liste des tableaux	vi
Liste des figures	vii
Résumé	viii
SOMMAIRE	xi

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction	1
--------------------	---

CHAPITRE 1 : Généralité sur l'olivier

1. Définition de l'olivier	3
2. Historique et origine de l'olivier	3
3. Description botanique de l'olivier.....	4
3.2. Caractéristiques morphologiques.....	5
a. La partie racinaire	6
b. La partie aérienne.....	6
• Le tronc.....	6
• Les rameaux.....	7
• Les feuilles	7
• Fleurs	8
4. Les olives	9
4.1. Définition	9
4.2. Composition chimique de l'olive	10
5. Exigences pédoclimatique de l'olivier	11
5.1 Exigences climatique	11
a. Température	11
b. Pluviométrie	11
c. La lumière :	12
d. Le vent :	12
5.2 Exigences pédologiques	12

6. Elaboration huile d'olive	12
6.1. RECOLTE DES OLIVES.....	12
A. Le temps de la récolte	13
B. Système récolte des olives.....	13
6.2. Transport des olives.....	14
6.3. Réception des olives	14
6.4. Stockage des olives	15
6.5. Effeillage	15
6.6. Lavage	16
6.7. Broyage	16
6.8. Malaxage	17
7. Systèmes de production d'huile d'olive.....	18
7.1. Préparation d'une pâte homogène :	18
7.2. Extraction et purification d'huile :	19
a) Pressurage (système traditionnel ou classique) :	19
b) Centrifuge (système continu) :	20
➤ Centrifugeuse triphasée	21
➤ Centrifugeuse biphasée	21
8. Conservation et stockage de l'huile d'olive	23
9. La variété d'olivier en Algérie	23
CHAPITRE 2 : L'HUILE D'OLIVE	
1.Définition :	26
2.Classification des huiles d'olive :	26
2.1. Huile d'olive vierge extra :	26
2.2. L'huile d'olive vierge	26
2.3. L'huile d'olive vierge courante :	26
2.4. L'huile d'olive vierge lampante :	26
2.5. L'huile d'olive raffinée :	27
2.6. L'huile de grignons d'olive	27
3.La composition chimique de l'huile d'olive :	27
3.1. Fraction saponifiable :	27
Acides gras :	27
Les triglycérides :	29

3.2. Fraction insaponifiable :	29
Les hydrocarbures :	29
Les composés phénoliques :	29
Les stérols :	30
Les tocophérols :	31
Les pigments :	31
4. Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive :	32
4.1. Facteurs environnementaux :	32
4.1.1. Effets du climat :	32
4.1.2. L'effet du sol :	32
4.2. Facteurs agronomiques :	33
4.2.1. L'effet de l'irrigation :	33
4.2.2. L'effet de fertilisation :	33
4.3. Les facteurs de la cultivation :	34
4.3.1. L'effet de maturation :	34
4.4. Effets technologiques :	34
4.4.1. Effets du stockage après la récolte :	34
4.4.2. System d'extraction :	34
4.4.3. Conditions du Stockage de l'huile :	35
5. Les vertus de l'huile d'olive sur la santé :	35
❖ Effets sur le microbiote intestinal :	35
❖ L'effet sur les maladies cardiovasculaires :	35
❖ L'huile d'olive et le cancer :	36
❖ L'effet de l'huile d'olive sur le diabète :	36
Caractéristiques nutritionnelles de certaines composés chimiques de l'huile d'olive :	37
a. Les acides gras monoinsaturés	37
b. Les composés phénoliques :	37
c. Les pigments :	37
6. Réglementation de la potabilité de l'huile d'olive :	38
6.1. L'acidité :	38
6.2. L'indice de peroxyde :	38
6.3. L'absorbance dans l'ultraviolet :	38
6.4. Les caractéristiques organoleptiques :	38

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

MATÉRIEL ET METHODES

1.Objectif	42
2.Échantillonnage	42
Présentation de la zone d'étude.....	42
3.Matériels utilisés:	44
3.1. Verreries et appareillages utilisés :.....	44
3.2. Réactifs:	45
4.Analyse des caractéristiques physico-chimiques des huiles	46
4.1. Paramètres physiques	46
4.1.1. Détermination du potentiel d'hydrogène.....	46
Mode opératoire	46
4.1.2. Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles :.....	47
Définition :	47
Principe :	47
Mode opératoire	47
Expression des résultats	48
4.1.3. Détermination de l'indice de réfraction :	48
Mode opératoire	48
4.1.4. Détermination de la teneur en chlorophylle et des caroténoïdes	49
a) Dosage des caroténoïdes totaux :	49
b) Dosage quantitatif des chlorophylles :	49
Mode opératoire :	49
Expression des résultats :	50
4.2. Critères chimiques :	50
4.2.1. Indice d'acidité et l'acidité libre :	50
Définitions :	50
Principe.....	51
Mode opératoire	51
4.2.2. L'indice de peroxyde.....	53
Définition	53
Mode opératoire	53
5.Caractères organoleptiques (sensorielles).....	55

6.Analyse statistique	55
------------------------------------	-----------

Résultats et discussion

Résultats	41
------------------------	-----------

1.Caractérisation physico-chimique :	55
---	-----------

1.1. Caractères physiques :	55
-----------------------------------	----

1.1.1. Potentiel d'hydrogène :	55
--------------------------------------	----

1.1.2. La teneur en eau ou matières volatiles (TE)	56
--	----

1.1.3 Teneur en chlorophylles et caroténoïdes :	57
---	----

1.1.4. L'indice de réfraction :	58
---------------------------------------	----

1.2 Caractères chimiques :	59
----------------------------------	----

1.2.1 Indice d'acide (IA) et Acidité libre(A) :	59
---	----

1.2.2. L'indice de peroxyde :	61
-------------------------------------	----

2.L'analyse sensorielle de l'huile d'olive :	62
---	-----------

DISCUSSION

1.Caractérisation physico-chimique :	64
---	-----------

1.1. Caractères chimiques :	64
-----------------------------------	----

1.1.1. L'indice d'acide et l'acidité libre (A%) :	64
---	----

1.1.2. L'indice de peroxyde :	65
-------------------------------------	----

1.2. Caractères physiques :	65
-----------------------------------	----

1.2.1. Le potentielle d'hydrogène :	65
---	----

1.2.2. La teneur en eau et en matières volatils :	66
---	----

1.2.3. Teneur en chlorophylles et caroténoïdes :	66
--	----

Teneur en chlorophylles :	66
---------------------------------	----

Teneur en caroténoïdes :	67
--------------------------------	----

1.2.4. L'indice de réfraction :	68
---------------------------------------	----

2.L'analyse sensorielle l'huile d'olive :	68
--	-----------

Conclusion générale

Références bibliographiques

ANNEXES

Introduction général

L'olivier (*Olea europaea* L.) est l'un des arbres fruitiers les plus importants qui est chargé de symboles : paix, victoire, force et espoir. (Airoudj, Boubenia et Souyad, 2021).

L'olivier, connaît une distribution géographique assez large due à son adaptation à toutes les conditions édaphiques (liées aux caractéristiques du sol) et aux reliefs du sol. (Lehara et Mouheb. 2021), cet arbre ancestral profondément ancré dans les civilisations méditerranéennes et arabo-musulmanes, a toujours constitué, un facteur d'atténuation des clivages culturels des peuples de bassin méditerranéen (Abd Elkebir, Diafi et Djmiate. 2020).

L'olive et son huile ont toujours été les composants clés du régime méditerranéen pendant très longtemps, en raison de leur haute qualité nutritionnelle et pour leurs effets positifs sur la santé (Metlef, S. 2021).

La culture de l'olivier prédomine dans les pays méditerranéens (90%). Les régions les plus productives en huile d'olive sont situées en Espagne et en Italie. En Algérie, l'huile d'olive joue un rôle économique, social et environnemental important. Les olives sont majoritairement traditionnelles (90%), situées dans les zones de montagne et les terres marginales ; et la Wilaya de Tizi-Ouzou occupe la deuxième place en Algérie après Bejaia.

Les variétés d'oliviers cultivées dans la region de la Kabylie sont : *Olea europea* var. chamlal (90%) et *O. europea* var. azaradj et *O. europea* var. lemlil (10%) (Airoudj, Boubenia et Souyad, 2021), on distingue des variétés d'olives adéquates à la conservation pour avoir l'olive de table, le cas de la Sigoise cultivée dans la région Ouest d'Algérie, des variétés convenables à la production d'huile, le cas de Chemlal , et des variétés à double aptitudes, ce sont celles qui peuvent être utilisées tant pour l'extraction de l'huile que pour la production d'olives de table. (Lehara et Mouheb. 2021)

L'huile d'olive est la matière grasse extraite des olives (fruits de l'olivier) lors de la trituration dans un moulin à huile (Elimen, B. 2022) ,elle est plébiscitée pour son goût, mais aussi pour ses vertus(Mechroure. 2018). Ses bienfaits et propriétés biologiques sont liés à sa composition en acides gras, notamment l'acide oléique ainsi qu'à la présence de composés mineurs, tels que les vitamines et les antioxydants naturels qui ont un effet protecteur contre les altérations cellulaires induites par les radicaux libres

Divers composés phénoliques ont été identifiés dans l'huile d'olive : les alcools phénoliques, les lignanes et les flavonoïdes. Ces composés représentent les antioxydants les plus

importants qui confèrent à l'huile d'olive ses propriétés organoleptiques et contribuent à sa stabilité contre l'oxydation lors du stockage. (**Attafi et al. 2022**)

La qualité de l'huile d'olive selon le conseil oléicole international (C.O.I.) est un ensemble de caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques permettant le classement des huiles en différentes catégories, tous ces paramètres nécessitent une étude et maîtrise approfondie afin d'aboutir à une huile de bonne qualité (**Tighiouart et Layadi. 2020**).

L'effet bénéfique de l'huile d'olive sur la santé humaine est attribué, entre autres, à sa teneur en composés phénoliques. Ces derniers ne cessent de prendre une importance croissante dans le cadre de santé. Leur pouvoir antioxydant naturel suscite plus d'intérêt pour la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires et cardiovasculaires. (**Kadri et Ziaina. 2020**).

Notre travail a pour objectif de réaliser des analyses physico-chimiques et organoleptiques de cinq échantillons de huiles d'olive consommées dans la région de la Kabylie et dans l'objectif de faire une étude comparative de ses différentes variétés d'huiles. Pour cela le travail a été réparti comme suit :

- Une première partie relative à la synthèse bibliographique comportant deux grands chapitres :
 - ✓ Olivier
 - ✓ L'huile d'olive
- Une deuxième partie expérimentale présentant des méthodes analytiques mises en œuvre pour la détermination des indices de qualité qui s'organisera sur l'analyse des différents paramètres physico-chimiques et organoleptiques à savoir : l'acidité, l'indice de peroxyde, la teneur en chlorophylle, les caroténoïdes, indice de réfraction, pH et la teneur en eau.
- La troisième partie, présentera les différents résultats obtenus et leurs discussions.

PREMIERE PARTIE :
SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 :

Généralité sur l'olivier

1. Définition de l'olivier

L'olivier (*Olea europea ssp europea L.*) est un arbre fruitier emblématique et le plus important du bassin méditerranéen. Il symbolise la prospérité, la fertilité et la fécondité, et sa culture est l'une des plus anciennes. Il se distingue des autres espèces fruitières par sa rusticité et sa très grande longévité pouvant donner des arbres centenaires. Selon Gaour (1996) si le tronc disparaît par vieillissement, les rejets se développant à la base assurent sa pérennité et redonneront un nouvel arbre.

L'olivier est un arbre cultivé pour son fruit et son huile. Ce sont des éléments importants de la diète méditerranéenne. A ces deux produits s'ajoute l'importance représentée par les sous-produits de l'olivier, que sont les margines, le grignon, ainsi que les rameaux et les feuilles. (Hamlat, 2022)

Bien que l'olive soit maintenant cultivée dans plusieurs parties du monde, la région de méditerranéen est toujours la principale zone de production, représentant environ 98% de la culture mondiale de l'olivier. (Ghanbari, 2012)

La diffusion accrue de l'huile d'olive a été favorisée par la reconnaissance scientifique de ses propriétés sanitaires, thérapeutiques et gustatives. Ces propriétés lui valent une demande croissante dans tous les pays du monde. (Hamlat, 2022)

2. Historique et origine de l'olivier

Le berceau de l'olivier fut vraisemblablement l'Asie Mineure ou la Crète. Les premières traces que l'on a de cet arbre datent de 37 000 ans avant Jésus Christ, sur des feuilles fossilisées découvertes dans les îles de Santorin, en Grèce. Bien que les historiens et les archéologues ne soient pas unanimes sur le pays d'origine de l'olivier, cet arbre a incontestablement trouvé en Méditerranée des conditions naturelles, principalement climatiques, auxquelles il s'est parfaitement adapté.

Dès 3000 avant J-C, l'olivier est cultivé dans le Croissant fertile, aire englobant l'Égypte, la Syrie, la Palestine et la Phénicie. Des fouilles archéologiques confirment, par la découverte de stèles, de fresques et de jarres une intense activité née de la culture de l'olivier et du commerce de l'huile en Crète, sur les îles et les rivages égéens dès ce III^{ème} millénaire.

Vers 1600 avant J-C, les Phéniciens diffusent l'olivier dans toute la Grèce.

A partir du VI^{ème} siècle avant J-C, sa culture s'est étendue à tout le bassin méditerranéen en passant par la Lybie, la Tunisie, la Sicile puis en Italie. Les Romains, lors de leurs conquêtes, poursuivent la propagation de l'olivier dans tous les pays côtiers de la méditerranée. De plus,

à cette époque, les colons phocéens fondent Marseille(Massalia) et l'olivier s'implante en Provence.

Enfin, plus récemment, l'olivier a poursuivi son expansion au-delà de la méditerranée, s'implantant en Afrique de Sud, en Australie, en Chine et au Japon .Mais jamais l'olivier ne poussera aussi bien que sur sa terre de prédilection, la méditerranée. (**Berrabah et Maiz, 2018**)



Figure N° 1 : Extension la culture de l'olivier depuis son aire d'origine à travers les pays de la Méditerranée (**Aissa et Bouraib.,2015**)

3. Description botanique de l'olivier

3.1. La classification botanique

L'Olivier appartient à la famille des Oléacées qui comprend 20 à 29 genres, selon la classification de Flahault (1986) et Morettini (1972), et de 30 genres et 60 espèces selon la classification de Conquist (1981). Le genre *Olea* contient diverses espèces et sous-espèces (30 espèces réparties dans le monde entier) qui sont toutes originaires de régions où les

conditions de croissance sont relativement difficiles. La plupart des espèces sont soit des arbustes ou des arbres. La seule espèce portant des fruits comestibles est l'*Olea europaea*, à laquelle appartient l'olivier domestique qui était désigné sous le nom d'*Olea europaea* var communise, avec quelques subdivisions établies en fonction de la forme des feuilles et des fruits. La sous espèce Communise est différente de la sous-espèce *Oleaster* à laquelle appartient des oliviers sauvages. (Siouda et Lalami 2020). La classification botanique de l'olivier, selon Ghedira (2008) est la suivante:

Embranchement : Magnoliophyta.

Sous embranchement : Magnoliophytina.

Classe : Magnoliopsida.

Sous classe : Asteridae.

Ordre : Scrophulariales.

Famille : Oleaceae.

Genre : *Olea* L.

Espèces : *Olea europaea* L.

Selon la taxonomie d'*Olea europaea* L., l'espèce comprend six sous-espèces :

- *Olea europaea* subsp. **Europaea**, représenté par deux variétés botaniques: l'olivier cultivée (var. sativa) et l'olivier sauvage (var. sylvestris).
- *Olea europaea* subsp. **Laperrinei** : Massifs sahariens.
- *Olea europaea* subsp. **Cerasiformis** : Madère.
- *Olea europaea* subsp. **Guanchica** : Iles canaries.
- *Olea europaea* subsp. **Maroccana** : présent au Sud du Maroc, Massifs du grand atlas.
- *Olea europaea* subsp. **Cuspidata** : présent en Asie, Chine, Inde, Pakistan et Iran, Arabie, Afrique de l'Est et du Sud. (Laboub et Necili, 2017)

3.2. Caractéristiques morphologiques

L'olivier se distingue des autres espèces fruitières par sa pérennité et sa grande longévité. Il peut atteindre une hauteur de 10 m dans des conditions optimales, mais il est généralement taillé à une hauteur de 5 à 8 m pour faciliter la récolte. Il est également réputé pour sa grande rusticité et sa plasticité lui permettant de se développer dans différentes conditions environnementales et climatiques. (Hamlat, 2022)



Figure N° 2 : Caractères qualitatifs de l'arbre

- (a) : Vigueur élevée, port dressé, densité de feuillage moyen.
- (b) : vigueur moyenne, port étalé, densité de feuillage compact.
- (c) : Vigueur faible, port étalé, densité de feuillage moyenne.
- (d) : vigueur moyenne, port étalé, densité de feuillage moyen
- (e) : Vigueur moyenne, port dressé, densité de feuillage lâche.
- (f) : Vigueur élevée, port étalé, densité de feuillage lâche. (Hamlat, 2022)

a. La partie racinaire

Le développement du système racinaire de l'arbre dépend des caractéristiques physicochimiques du sol, sa profondeur, sa texture et sa structure. Le jeune plant issu de semi développe une racine pivotante. A l'état adulte, l'olivier présente deux trois racines pivotantes qui s'enfoncent profondément et de celles-ci, part un système racinaire peu profond à développement latéral, qui donne naissance à des racines secondaires et des radicelles pouvant explorer une surface de sol considérable. (Abbas et Zitouni, 2019)

b. La partie aérienne

• Le tronc

Les jeunes arbres ont un tronc élancé, circulaire et celui des arbres âgés ont un aspect rugueux, tortueux ou cannelé. La hauteur du tronc est plus ou moins développée et cela en fonction des zones de culture et des cultivars Actuellement, la nouvelle tendance est de

réduire son développement. L'écorce et le bois sont gris brunâtre et diffèrent entre arbres irrigués et arbres non irrigués. Dans un environnement sec, le tronc développe une couche subéreuse assez épaisse, alors que chez les arabes irrigués, l'écorce est mince et les tissus sont souvent viables. (Zaater, 2020)

- **Les rameaux**

Les jeunes pousses ont une écorce claire avec une section quadrangulaire mais elles s'arrondissent en vieillissant et leur couleur passe au vert-gris puis au gris-brun. Il existe trois types de rameaux selon leur localisation sur l'arbre et leur emplacement sur le rameaux principal : les rameaux à bois, les rameaux mixtes et les rameaux à fruits. Le port de l'arbre qui est un caractère variétal dépend de la croissance de ses rameaux :

- il est érigé si les rameaux poussent verticalement,
 - il est pendant, voir pleureur, si les rameaux se développent horizontalement
- (Abdessemed, 2017)

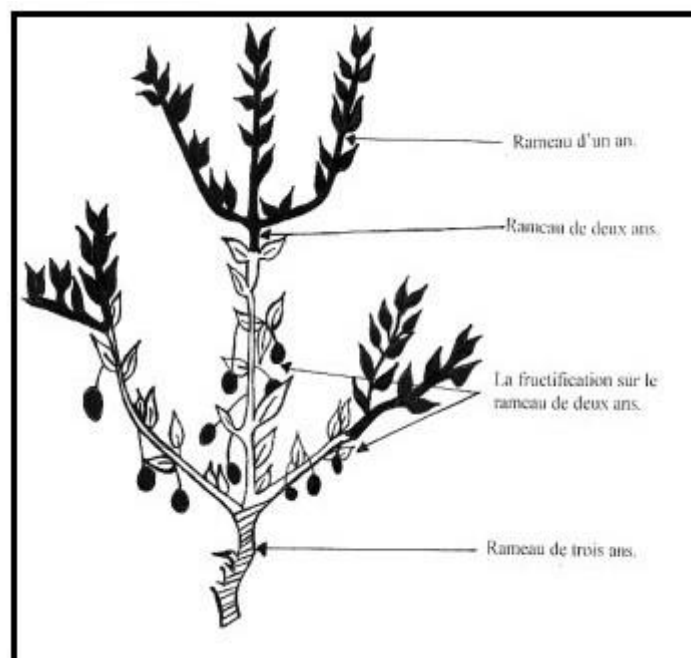


Figure N° 3 : Schéma d'un rameau fructifère de l'olivier (Tabti, 2010)

- **Les feuilles**

Persistantes, opposées, coriaces, un peu enroulés, portées par un court pétiole ; elles sont vert grisâtres, à vert sombre dessous blanchâtres et à une seule nervure dessous. Très souvent, elles contiennent des matières grasses, des cires, des chlorophylles, des acides (gallique et malique), des gommés et des fibres végétales). La forme de la feuille est

elliptique-lancéolée chez la majorité des variétés étudiées (89 %), et lancéolée chez le reste des variétés (11 %). (Abbas et Zitouni, 2019)

Elle peut varier d'ovale, fusiforme et allongée, lancéolée et quelque fois linéaire, de dimension de 3 à 8 cm de long et de 1 à 2.5 cm de large. (Zaater, 2020)

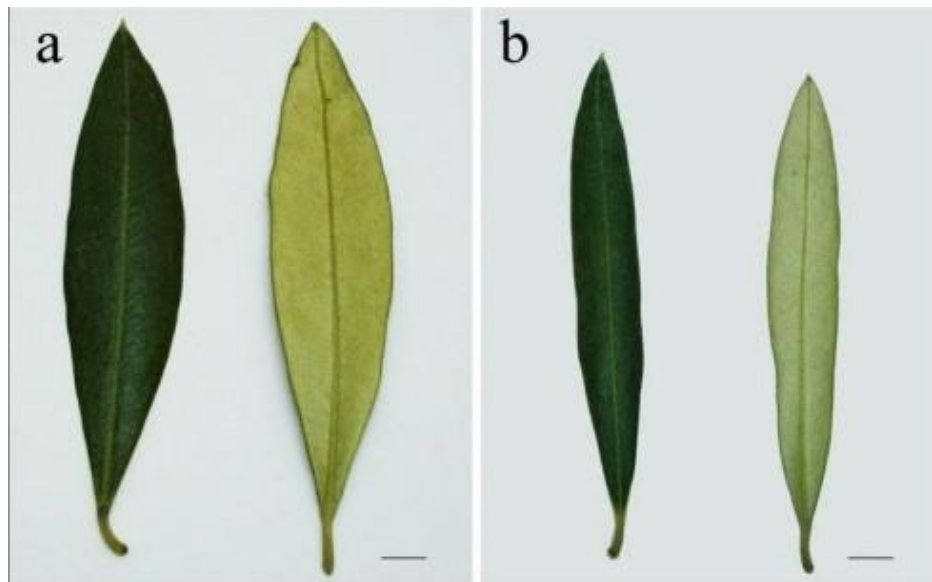


Figure N° 4 : Caractères qualitatifs de la feuille (Barre d'échelle : 0.5 cm)

(a) : forme elliptique-lancéolée.

(b) : forme lancéolée. (Hamlat, 2022)

- **Fleurs**

L'inflorescence chez l'olivier constituée de grappes longues et flexueuses dressées à l'aisselle des feuilles de l'année précédente. Elle peut comporter de 4 à 6 ramifications secondaires (étages). L'inflorescence et les fleurs atteignent leur taille définitive juste avant la floraison, de la mi-avril à la mi-mai selon l'environnement et le cultivar. La plupart des fleurs se différencient en même temps et elles commencent à grandir individuellement lorsque l'inflorescence atteint 2/3 de sa longueur définitive.

Le nombre de fleurs par inflorescence est un caractère variétal et il est de 10 à 40 par grappe en moyenne. Elles sont petites et ovales, hermaphrodites avec une formule florale très simple : 4 sépales, 4 pétales, 2 étamines, 2 carpelles (4S+4P+2E+2C). Les pétales sont de couleur blanc jaunâtre, très légèrement odorantes, très sensibles au froid et au vent. Seulement 5% des fleurs parfaites assureront après pollinisation et fécondation la production de l'arbre. (Acila, 2018)



Figure N° 5 : Les boutons floraux de l'olivier (Aissa et Bouraib, 2015)

4. Les olives

4.1. Définition

Les olives, sont des drupes ellipsoïdales ou globuleuses, mesurant entre 1-4 cm de longueur et 0,6-2 cm de diamètre, qui se développent pendant l'été et mûrissent pendant l'automne. Ces drupes sont constituées de 3 tissus majeurs : l'épicarpe (peau), le mésocarpe (chair ou pulpe) et l'endocarpe (fosse). (Sánchez-Lucas, 2019)

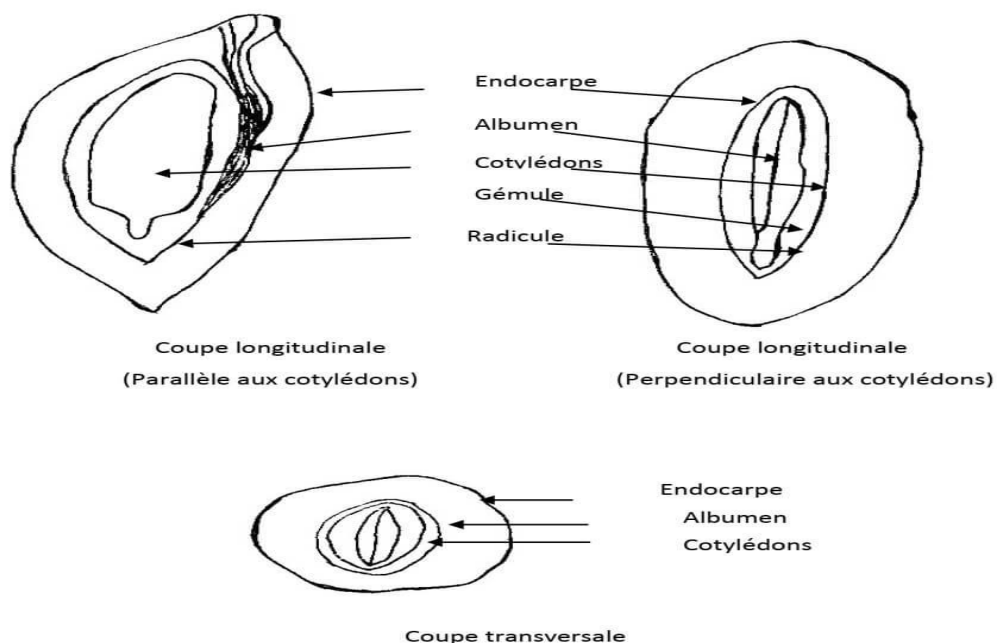


Figure N° 6 : Détail d'une semence d'olivier (Tabti , 2010)

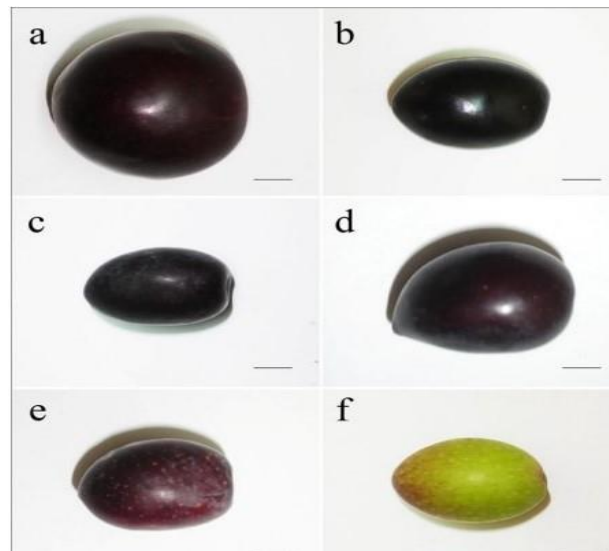


Figure N° 7 : Caractères qualitatifs du fruit (Barre d'échelle : 0.5 cm)

- (a) : forme sphérique, couleur noire, aspect lisse
- (b) : forme ovoïde, sommet pointu, base tronquée
- (c) : forme allongée, asymétrie légère, sommet pointu
- (d) : fruit asymétrique, ébauche de mamelon, base arrondie
- (e) : sommet arrondie, base tronquée, présence de lenticelles
- (f) : sommet pointu, base arrondie, véraison débute au sommet. (**Hamlat, 2022**)

4.2. Composition chimique de l'olive

- **Le mésocarpe** : contient de l'huile (20-30 %, ce qui suppose 90 % de la teneur totale en huile), des sucres simples (3-4 %), des polysaccharides (4 %), des fractions protéiques (1-3 %) et des composés phénoliques (1- 3 %) du poids frais total entre autres.
- **L'épicarpe** : formé par l'épiderme et la cuticule, avec quelques stomates, devient des lenticelles sous forme de petits points à la surface et a un rôle protecteur contre les stress biotiques ou abiotiques.
- **L'endocarpe** : est un tissu sclérifié qui protège la graine unique à l'intérieur et recouvert de rainures caractéristiques du cultivar (**Sánchez-Lucas, 2019**). C'est l'organe le moins touché par les conditions environnementales (**Hamlat, 2022**).

Tableau I : Composition chimique de l'olive (%). (Moussaoui, 2022)

Compositions	Exprimé (%)
Eau	50 (%)
Huiles	22 (%)
Polyphénols	1,5 (%)
Protéines	1,5 (%)
Sucres	18 (%)
Cellulose	5,5 (%)

5. Exigences pédoclimatique de l'olivier

5.1 Exigences climatique

a. Température

L'olivier craint le froid. Les températures négatives peuvent être dangereuses, si elles se produisent au moment de la floraison. L'olivier par contre est apte à bien supporter les températures élevées de l'été si son alimentation hydrique est satisfaisante (enracinement profond nécessaire en climat présaharien). Cette adaptation à puiser l'eau par un enracinement puissant lui permet de supporter des températures de l'ordre de +40 °C. Enfin, l'aspect relativement léger de sa frondaison et l'épaisse cuticule qui recouvre ses feuilles lui permettent de supporter non seulement des températures élevées, mais aussi les vents chauds desséchants soufflant du Sahara. La température moyenne du développement de l'olivier se situe entre 12 et 22 °C (Abd-Elkebir, Diafi et Djemiat. 2020)

b. Pluviométrie

Les précipitations doivent être supérieures à 400 mm. Entre 450 et 600 mm, la production est possible à condition que les capacités de rétention en eau du sol soient suffisantes (sol profond, argilo-limoneux). Avec 600 mm de pluie bien répartis, les conditions sont suffisantes et l'olivier végète et produit normalement. Elles sont acceptables jusqu'à 800 mm et bonnes jusqu'à 1000 mm. La distribution doit permettre qu'il n'y ait pas de périodes de sécheresse supérieures à 30 – 45 jours ni d'inondations prolongées (Acila. 2018)

c. La lumière :

Avec une bonne exposition au soleil, l'olivier donne des meilleurs rendements. Par ailleurs, les coteaux bien exposés au soleil (versant sud) présentent un meilleur développement. La lumière est un facteur déterminant au cours de la floraison, l'évolution florale est inhibée sur les arbres qui ne reçoivent pas assez de lumière. (ATTALLAOUI, L., 2022)

d. Le vent :

La pollinisation chez l'olivier est essentiellement anémophile. De ce fait, le vent joue un rôle primordial dans la production. Malgré son importance, l'olivier craint les vents chauds qui peuvent causer des brûlures sur les arbres et le dessèchement des stigmates au moment de la floraison ce qui engendrerait la destruction de la récolte. (Achouak, H. Y. Z., 2020)

5.2 Exigences pédologiques

L'olivier ne présente pas d'exigences particulière sur la qualité des sols, il a la réputation de se contenter de sols pauvres, qu'ils soient argileux ou au contraire légers ou pierreux, mais ils doivent être assez profonds pour permettre aux racines de nourrir l'arbre en explorant un volume suffisant de terre. Il peut également supporter des terrains calcaires allant jusqu'à pH 8. En revanche, il redoute les terrains humides, mais il peut se développer dans des sols très frais, tant que c'est une humidité circulante. Enfin l'olivier est considéré comme une espèce modérément tolérante au sel (Abd-Elkebir, Diafi et Djemiat. 2020)

6. Elaboration huile d'olive**6.1. Récolte des olives**

La récolte est une opération importante de la culture de l'olivier et, par conséquent, elle doit être contrôlée de près étant donné ses répercussions sur le coût de la production et la qualité de l'huile d'olive. Cette dernière est affectée aussi bien par les modalités de récolte (système, durée) que par l'époque à laquelle intervient celle-ci. (Gharbi et al, 2015)

L'époque de récolte est liée directement au degré de maturité des olives. Au fur et à mesure de sa maturité, l'olive passe par les trois stades de pigmentation suivants : vert, semi-noir et noir. (Halli et Khaldi , 2019)



Figure N° 8 : Étapes de maturation d'une olive (Shutterstock.com)

A. Le temps de la récolte

De septembre à Novembre : l'olive passe progressivement du vert au violet puis au noir

Les olives à confiseries : elles sont cueillies les premières entre septembre et octobre

Les olives noires : elles sont cueillies entre novembre et janvier soit à leur pleine maturité

Les olives de tables vertes : elles sont récoltées vers la fin septembre

Les huiles : surtout en décembre et aussi à la fin février pour les huiles tardive (**Sidhoum et Gaouar., 2017**)

B. Système récolte des olives

Plusieurs techniques de récolte ont été adoptées, elles varient d'une région à l'autre. Elle est faite soit, par cueillette, par gaulage, ou bien par un moyen mécanique, à l'aide de peignes pneumatiques ou secoueur. (**Iddir et Haddad., 2019**)

La récolte à la main est pratiquée dans certaines régions avec des petits oléiculteurs. Elle n'est pas trop adoptée à cause du coût élevé de la main d'œuvre. En outre, le gaulage est la technique la plus commune avec de longues perches et les olives sont recueillies sur des bâches en nylon et parfois au sol. Il s'effectue toujours de l'intérieur vers l'extérieur pour éviter d'abîmer l'arbre. Cependant, la récolte manuelle reste la meilleure technique, puisqu'elle préserve le fruit et en conséquence produire des huiles de qualité. (**Iddir et Haddad., 2019**)



Figure N° 9 : la cueillette des olives de la région de bouira (Anonyme, 2021)

6.2. Transport des olives

Les caisses en plastiques perforés est le moyen de transport le plus approprié, ce qui permet une bonne aération des olives et sans risque d'écrasement, par contre l'utilisation des sacs en plastiques ou de nylon est peu rationnelle surtout si les olives sont très mûres, ce qui conduit au déclenchement de processus biologiques d'altération de la qualité de l'huile. **(Ouhadj et Ziane , 2020)**

6.3. Réception des olives

Les lots d'olives, une fois pesés, sont stockés de manière individualisée, selon la provenance, le degré de maturité et l'état sanitaire des fruits, etc. Le stockage des olives est effectué dans des caisses de plastiques aérées. **(Ouaouich et Chimi, 2007)**

Lors de la réception des olives, les livraisons sont ou devraient être appréciées en tenant compte :

- du taux des impuretés (brindilles, feuilles, pierres, terre, etc.),
- de l'état des olives (état sanitaire, état de maturité et intégrité des olives)
- de la teneur et de la qualité de l'huile (acidité, degré d'oxydation, etc.).

Les olives doivent être pesées et traitées individuellement. **(Moussaoui, Benmounah et Khadri, 2022)**



Figure N° 10 : Stockage des olives dans des caisses en plastique (Derbah et Hamidi ,2020)

6.4. Stockage des olives

L'huile d'olive vierge extra doit être obtenue à partir d'olives fraîches et saines. Elle est ainsi extraite dans les 24 heures qui suivent la récolte, afin d'obtenir une huile à faible teneur en peroxyde ($20 \text{ meq O}_2 / \text{Kg}$) et en acidité libre ($< 0,8 \%$), et riche en composés phénoliques. Ces caractéristiques confèrent à l'huile d'olive un goût et des arômes agréables (Foscolou et al, 2018).

Les olives stockées pendant de longues périodes et/ou entassées (dans des contenants étanches ou en tas) subissent des dommages mécaniques favorisant diverses détériorations. Celles-ci sont dues principalement à l'action de micro-organismes pathogènes et aux différents processus de fermentation. (Laribi , 2018)

6.5. Effeuilage

Cette opération est nécessaire pour éviter une coloration trop verdâtre de l'huile, se traduisant par un excès d'amertume et par une moindre aptitude à la conservation de l'huile. Le poids de feuilles à tolérer ne doit pas dépasser 1% du poids du lot d'olives à triturer. L'effeuillage des olives peut être effectué manuellement ou à l'aide d'un système rectangulaire en fils de fer, séparés entre eux par environ 1 cm. Cette opération peut être effectuée par des machines effeuilleuse-laveuse en même temps. (Azizi et Brella, 2020)



Figure N° 11 : effeuillage des olives (Oliviers & Co. 2022)

6.6. Lavage

Il se fait par immersion des olives dans un bac d'eau ou, dans les installations modernes, dans des laveuses qui maintiennent l'eau en mouvement forcé pour améliorer le résultat de l'opération. Pour obtenir une huile de qualité, il est important dans cette phase que l'eau utilisée soit potable et propre en le renouvelant fréquemment. Au terme de l'opération, les olives subissent un égouttage. (Mezaour, 2018)



Figure N° 12 : Nettoyage des olives (Derbah et Hamidi, 2019)

6.7. Broyage

En cette phase les olives sont moulues (pulpe et noyau) de manière à favoriser l'extraction de l'huile qui toutefois aura lieu dans les phases successives. L'image représente celle qui est sans doute la méthode de broyage plus ancienne que l'on connaît : les meules ou broyeurs. Aujourd'hui, cette méthode, même si encore présente, est le plus souvent remplacée par d'autres méthodes mécaniques, telles que broyeurs à marteaux, lames, disques, etc. (Selaimia, 2018)



Figure N° 13 : Les meules ou broyeurs (loc. San Felice 06030 Giano dell'Umbria)

Les broyeurs : entièrement métalliques (à marteaux, à couteaux et à disques) sont les appareils préférés dans les installations modernes à cycle continu parce qu'ils s'intègrent parfaitement avec les exigences d'automatisation. Il se compose d'une série d'éléments métalliques tournant rapidement et munis d'arêtes vives (marteaux ou couteaux suivant le nombre et l'épaisseur), dont la vitesse de rotation est de 1200-3000 tours par minute. Ils sont mus par des moteurs d'une puissance de 10 à 40 kW. Avec ce système la rupture de la pulpe est causée par les chocs des dispositifs tournants à grande vitesse et seulement en partie par l'action mécanique des fragments de noyaux. Les broyeurs à disques tournent moins rapidement. Le traitement se fait en des temps très brefs, de l'ordre de quelques secondes, et se prête bien à un fonctionnement en cycle continu avec chargement et déchargement automatisé. (Selaimia, 2018)

6.8. Malaxage

Le but du malaxage est de séparer la phase huileuse (huile d'olive) de la phase aqueuse, et ce par un pétrissage lent et continu de la pâte d'olive. Il permet ainsi la coalescence des petites gouttelettes d'huile libérées durant l'étape du broyage (Jiménez et al, 2014). Le malaxage s'effectue dans des bacs en inox hermétiques capables de fonctionner en atmosphère contrôlée ou sous vide. Ces conditions permettent d'éviter l'oxydation des polyphénols et contrôler la libération des substances volatiles (Di Giacomo et Roman, 2022).



Figure N° 14 : Processus de malaxation (Anonyme 2019)

7. Systèmes de production d'huile d'olive

Les différentes étapes de transformation des olives en huile sont : lavage des olives, broyage mécanique, malaxage, extractions des moûts huileux (séparation des phases solides et liquides). La transformation s'effectue dans les huileries de type traditionnel, semi-automatique ou moderne à chaîne continue. (Aouadi, 2021)

Dans les moulins à huile modernes, l'extraction de la pâte d'olive est basée sur les principes suivants :

1. Pressurage (système discontinu, traditionnel ou classique)
2. Centrifuge (système continu) :
 - Trois phases
 - Biphase
3. Processus d'élimination des pierres
4. Percolation (filtrage sélectif)
5. Électrophorèse

Les quatre dernières méthodes sont peu utilisées. (Niaounakis et Halvadakis ,2006)

7.1. Préparation d'une pâte homogène :

La pâte d'olive, issue des opérations de broyage et de malaxage, est la matière première de l'étape de séparation dans la production d'huile d'olive extra vierge. La pâte d'olive est un mélange hétérogène de trois phases. Par ordre de densité décroissante, ce sont :

- a. La « phase des solides insolubles » : composée de composants organiques semi-solides et de fragments ligneux provenant des carapaces. Il représente 25 à 30 % en poids de la pâte d'olive, avec 75 % de fragments de noyau et 25 % de fragments de paroi cellulaire.
- b. La « phase aqueuse », composée d'eau et de composants hydrosolubles (sels, sucres simples, composés phénoliques simples, etc.). Il représente 50 à 60 % du poids total de la pâte, avec 92 à 95 % d'eau et 5 à 8 % de solides solubles.
- c. La phase huileuse est constituée de 97 à 99 % de triglycérides et de 1 à 3 % de composants mineurs, ces derniers étant un mélange complexe de composants lipophiles, hydrophiles et amphiphiles jouant un rôle critique dans la qualité sensorielle et nutritionnelle. (Peri, 2014)

7.2. Extraction et purification d'huile :

L'objectif le plus important du processus de séparation est de récupérer autant d'huile que possible de la pâte d'olive. Une récupération de 80 à 85 % ou plus de l'huile présente dans la pâte indique une bonne performance du procédé de séparation. Par exemple, si la teneur en huile de la pâte est de 18 % en poids, une récupération de 85 % se traduirait par un rendement d'extraction de $18 \times 0,85 = 15,3$ kg d'huile à partir de 100 kg d'olives. Dans ce cas, il resterait 2,7 kg d'huile dans le marc, ce qui est un résultat acceptable. Une récupération de 75% entraînerait la séparation de $18 \times 0,75 = 13,5$ kg d'huile de 100 kg d'olives et la perte dans le marc de 4,5 kg d'huile pour 100 kg d'olives, ce qui est un mauvais résultat. (Peri, 2014)

a) Pressurage (système traditionnel ou classique) :

Les systèmes à presses sont des systèmes classiques. Ils commencent par un broyage des olives suivi du malaxage et du pressage. Ce système utilise des presses métalliques à vis ou, le cas échéant, des presses hydrauliques. La pâte issue du broyage est empilée sur des scourtins, à raison de 5 à 10 kg par/unité ou disque. L'application de la pression sur la charge des scourtins doit être réalisée de manière progressive. L'opération de pressage dure au moins 45 minute. Le sous-produit de cette opération est le grignon brut et un moût fait de margines et d'huile. La séparation des deux phases se fait par décantation. (Aouadi, 2021)



Figure N° 15 : Presse à huile d'olive traditionnelle (loc. San Felice 06030 Giano dell'Umbria)

Les principaux avantages de la méthode traditionnelle sont qu'elle produit une huile de bonne qualité grâce à un broyage plus efficace des olives, réduisant la libération d'enzymes d'oxydation de l'huile, et qu'elle réduit également l'eau ajoutée, ce qui minimise le lavage des polyphénols. Le marc obtenu à partir de cette méthode a une faible teneur en eau, il est donc plus facile à gérer. Les inconvénients de cette méthode incluent la difficulté de nettoyer les disques. De plus, comme cette méthode n'est pas un processus continu, cela signifie qu'il y a des périodes où la pâte d'olive est exposée à l'oxygène et à la lumière, ce qui peut entraîner une détérioration de la qualité de l'huile. Enfin, la méthode traditionnelle nécessite plus de travail manuel, et nécessite également un délai plus long entre la récolte et le pressurage. (Wiesman, 2009)

b) Centrifuge (système continu) :

À la fin des années 1960, le processus d'extraction de l'huile d'olive a subi un changement radical avec l'introduction de la centrifugation par décantation à la place du pressage pour séparer les solides insolubles de la fraction liquide (eau et huile) de la pâte d'olive. Cette innovation est comparable en importance et en impact à l'introduction de la centrifugation à la place de la décantation par gravité pour séparer l'huile de l'eau de la végétation. Ainsi, l'introduction de la centrifugation peut être considérée comme l'innovation clé, modifiant radicalement un système qui était resté le même pendant des siècles - depuis des temps très anciens. (Rodríguez-Gutiérrez, 2012)

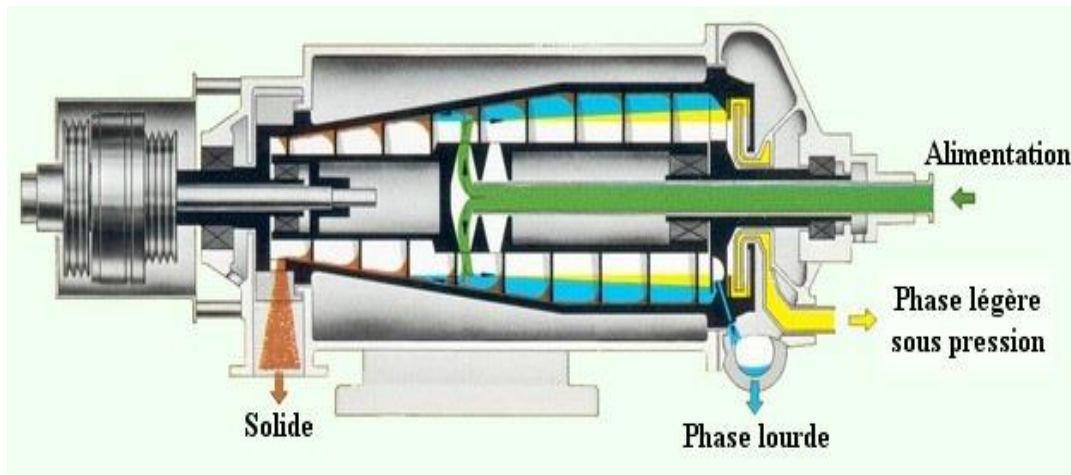


Figure N° 16 : Le décanteur centrifuge horizontal (Doc. Westfalia)

➤ Centrifugeuse triphasée

Dans le processus de centrifugation, une centrifugeuse horizontale permet un fonctionnement continu. Le système d'extraction centrifuge à trois phases utilise un décanteur à trois phases qui génère des déchets solides, de l'huile d'olive et des eaux usées (OMW) (Kiritsakis et al. 2017). La production d'huile d'olive est basée sur les différences de densité des composants de la pâte d'olive. Les décanteurs triphasés nécessitent l'ajout d'eau dans le système. Les avantages de ce processus comprennent une production accrue, une main-d'œuvre réduite, une empreinte réduite, une meilleure qualité d'huile, un meilleur contrôle des processus et une automatisation plus simple (Akbarnia et Rashvand 2019). Cependant, il présente également des inconvénients tels que des niveaux de consommation d'eau et d'énergie plus élevés, une production d'eaux usées des moulins de l'huile d'olive (OMW olive mill wastewater) plus élevée et une installation plus coûteuse (Souilem et al. 2017).

➤ Centrifugeuse biphasée

Le procédé de centrifugation en deux phases est le procédé de production d'huile d'olive mis en place au cours des dernières décennies dans les principaux pays producteurs. Dans ce processus, des quantités minimales d'eau sont ajoutées pour diluer la pâte d'olive (Ochando-Pulido et al. 2020). Cette méthode sépare la pâte d'olive en deux phases : l'huile d'olive et le grignon humide. Le grignon humide généré est un sous-produit semi-solide (une combinaison de coquilles d'olive et d'eaux usées des moulins de l'huile d'olive) appelé déchets d'huilerie à deux phases. Le principal avantage de ce procédé est qu'il minimise le coût élevé de traitement et d'élimination des eaux usées. (Souabi et Anouzla., 2023).

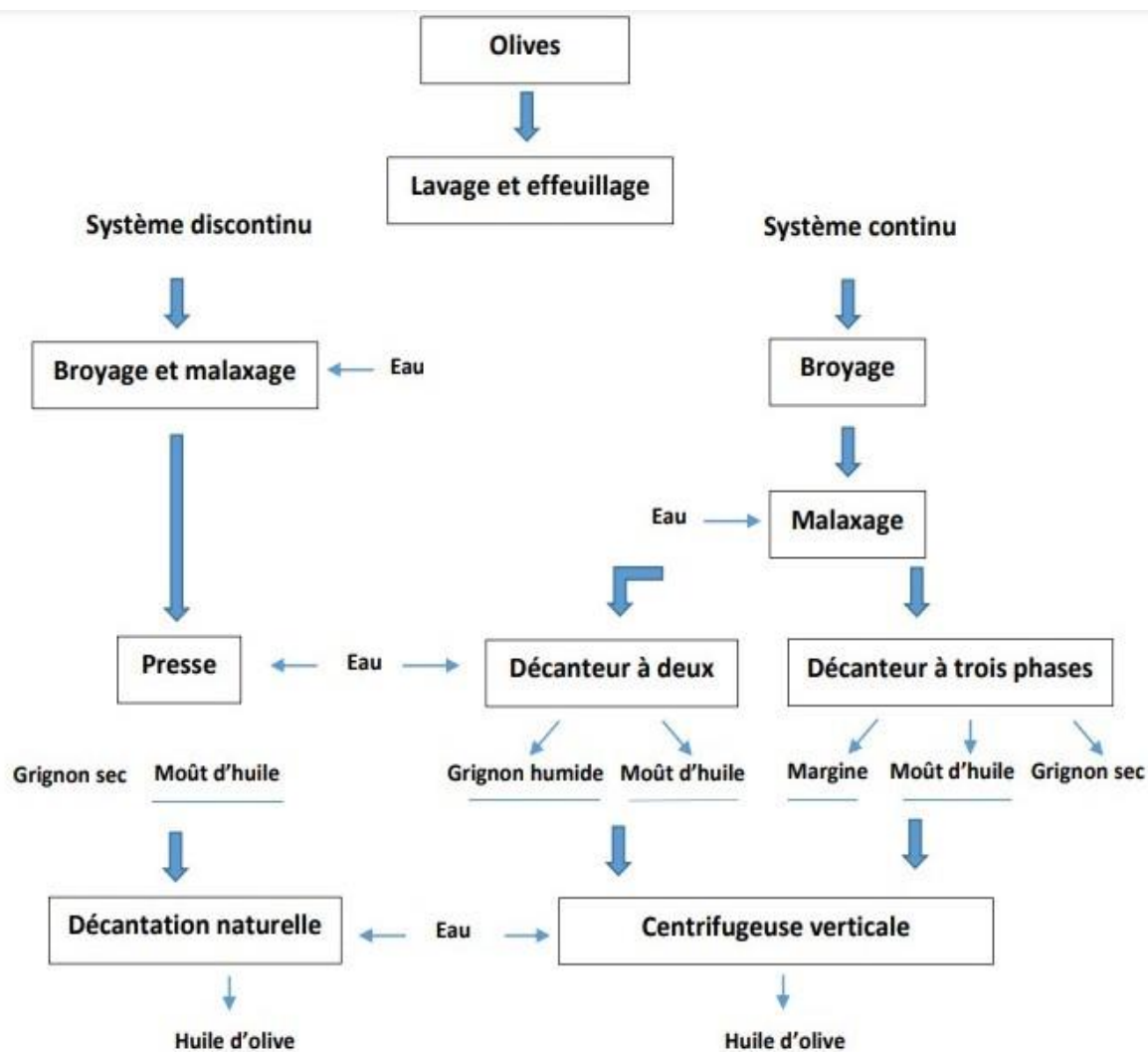


Figure N° 17 : Schémas montrant les principales étapes d'extraction d'huile d'olive (Faci, 2022)

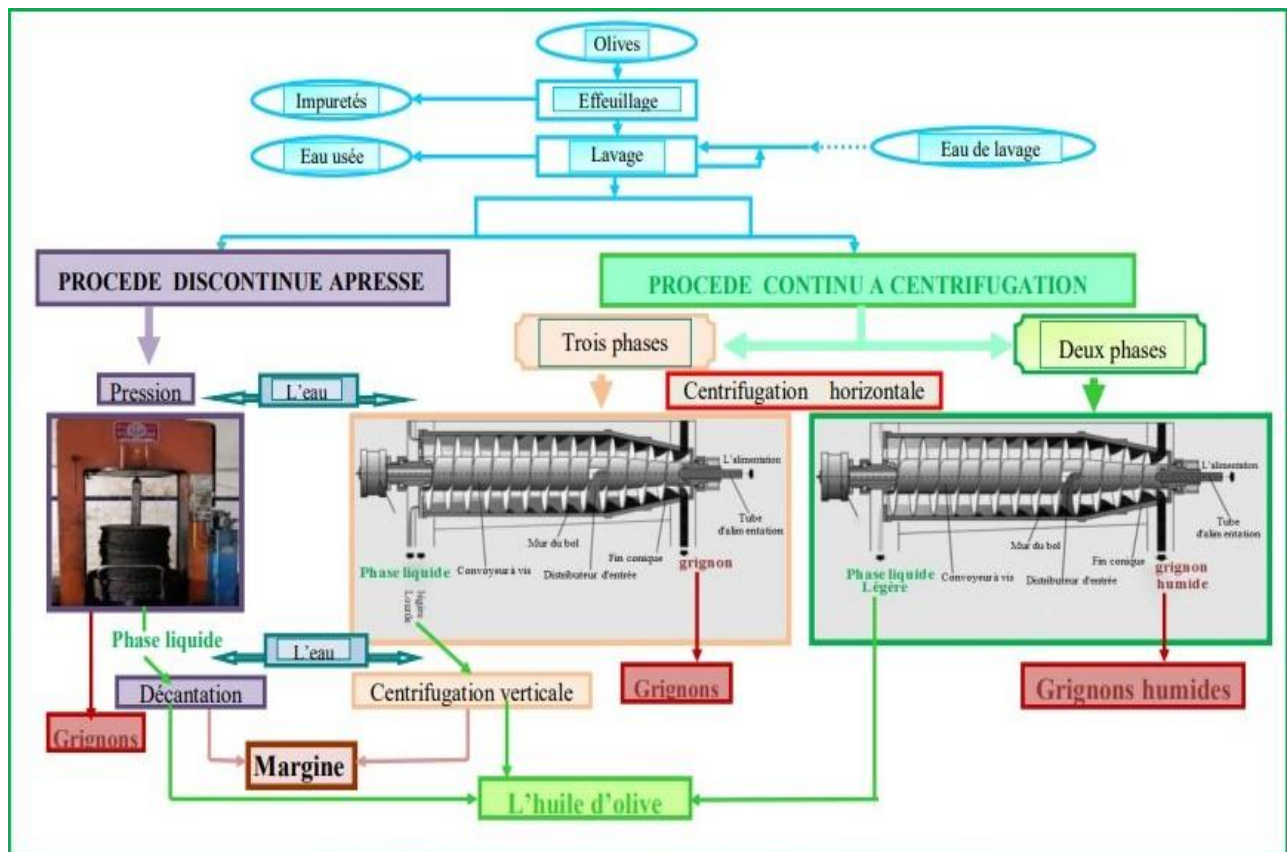


Figure N° 18 : Processus d'extraction de l'huile d'olive (Aouadi et Arhab, 2020)

8. Conservation et stockage de l'huile d'olive

L'huile débarrassée des eaux et des bruts, est conservée pendant un certain temps dans les huileries. Bien que l'huile d'olive se conserve bien, certaines précautions doivent être prises pour assurer une bonne conservation :

- A température doit être de 15°C environ.
- Eviter la présence de l'eau dans les huiles (influence sur les caractéristiques organoleptiques et chimiques).
- Eviter l'exposition à la lumière et à l'air (oxydation de l'huile).
- Les récipients doivent contenir le minimum d'air.
- L'huile ne doit pas être aérée et remuée pour éviter les oxydations et le phénomène d'émulsion. (Ait Mouloud, Henna et Tahenni, 2020)

9. La variété d'olivier en Algérie

L'Algérie recèle un potentiel génétique important dans ce domaine. Il existe, en Algérie, 36 variétés autochtones comme indiquer dans tableau 2 ; elle occupe la 8ème place après l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, la Syrie, la Tunisie et le Maroc qui sont les plus

grands pays producteurs d'olives et d'huile d'olive dont les plus distribuées sont : Ségoise, Ferkani, Blanquette de Guelma et Abani, Limli , Chemlal et Azeradj, et des variétés étrangères, parmi elles on cite Manzanille, Arbequine en plus de Coratina et Frantoio en Algérie qui sont de bonnes olives à huile. (Achour et Soltani, 2021).

- **Au Nord du pays** : On trouve la variété Chemlal (qui représente 40% du verger oléicole Algérien) ; Azeradj ; Aberkan ...
- **A l'Ouest** : La variété Sigoise qui est la plus répandue occupant 25% du verger oléicole algérien
- **A l'Est du pays** : Se situe Blanquette et Rougette de Guelma, grosse du Hamma (Derbah et Hamidi, 2020).

L'Algérie possède également d'autres variétés qui 'ont été introduites à titre exemple : Cornicabra et Sevillane (d'origine espagnoles) ; Lucques (française) et Frontoio qui est d'origine Italienne. En générale ; les olivettes de centre et de l'est du pays sont destinées pour la production d'huile d'olive alors que celles de l'ouest c'est pour la production des olives de table (Derbah et Hamidi, 2020).

Tableau II : Orientation variétale de l'olivier en Algérie (Achour et Soltani, 2021)

Varieties	Air de culture	Destination	Caractéristiques
Ségoise	Ouest algerien (Oranie,tlemcen)	Table + huile	Très estimée pour la conservation et l'huilerie, rendement élevé en huile, variété auto-fertile.
Chemlal	Centre Algérien Kabylie	Huile	Huile Très appréciée. Résiste en culture sèche. Inconvénient : auto stérile, floraison tardive.
Azeradj	Centre Algérien	Table + huile	Très bon pollinisateur

			de Chemlal
Boathook la Fayette	Centre Algérien	Table + huile	Intéressante pour la région de Bougâa
Limli	Est Algérien	Huile	Variété conseillée dans la région de Jijel à Sidi- Aich.
Hamma de Constantine	Est Algérien	Table	Meilleure variété de la région constantinoise pour la conservation, nécessite des irrigations
Bouricha	Est Algérien (Collo-Oued El Kebir)	Huile	Cultivée dans les régions à forte pluviométrie

CHAPITRE 2 : L'HUILE D'OLIVE

1. Définition :

L'huile d'olive est uniquement obtenue à partir du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L.). (Brigitte P et al., 2014). C'est un Jus huileux extrait des olives et séparé des autres composantes du fruit. Elle a naturellement des caractéristiques spécifiques et exceptionnelles d'Odeur et de saveur (Baitiche H, Bouakkaz H, 2022.)

La qualité, les caractéristiques nutritionnelles et sensorielles de l'huile d'olive sont associées à la composition chimique qui résulte d'une interaction complexe entre plusieurs facteurs environnementaux, agronomiques et technologiques (Douzane M et al., 2021).

2. Classification des huiles d'olive :

L'huile d'olive est obtenue à partir des olives, qui sont les fruits de l'olivier. Selon la méthode d'extraction et la qualité des fruits, différentes huiles peuvent être produites :

2.1. Huile d'olive vierge extra :

C'est une huile issue de la première pression des olives, récoltées le jour même, pour éviter les altérations. L'extraction est uniquement mécanique, à des températures inférieures à 28 °C, avec une acidité (teneur en acides gras libres) est au maximum de 0,80 gramme pour 100 grammes. Une telle huile retient la plus grande quantité de composés hydrophiles.

2.2. L'huile d'olive vierge

C'est une huile similaire à la précédente mais avec une acidité légèrement supérieure ; au maximum de 2,0 grammes pour 100 grammes, Il contient également une quantité élevée de composés phénoliques hydrophiles, quoique moins de la moitié du précédent (environ 21 mg/100 g).

2.3. L'huile d'olive vierge courante :

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3,3 grammes pour 100 grammes

2.4. L'huile d'olive vierge lampante :

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3 grammes pour 100 grammes et/ou dont les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la présente Norme. Elle est destinée aux industries du raffinage ou à des usages techniques

2.5. L'huile d'olive raffinée :

Huile d'olive obtenue des huiles d'olive vierges par des techniques de raffinage qui n'entraînent pas de modifications de la structure glycéridique initiale. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,30 gramme pour 100 grammes

2.6. L'huile de grignons d'olive

Huile produite à partir de la pulpe d'olive (générée après première pression), et des restes de peau des procédés précédents. L'hexane est utilisé comme solvant, étant encore raffiné. Il a l'activité antioxydante la plus faible et est de moins bonne qualité. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 1 gramme pour 100 grammes. (COI., 2015, 2019, Casado D et al, 2019)

3. La composition chimique de l'huile d'olive :

La composition chimique de l'huile d'olive dépend d'un ensemble de facteurs tels que le cultivar d'olive, l'agronomie, les pratiques culturales, les spécifications technologiques...etc. (Bouymajane., et al 2020), composition que l'on peut diviser en deux fractions principales. en deux fractions principales. La fraction majeure ou saponifiable (~98 % de la teneur totale) est constituée de dérivés d'acides gras tels que les triglycérides, les diglycérides, les monoglycérides, les phospholipides et les esters de stérol. D'autre part, la fraction mineure ou insaponifiable (~2%) contient différentes familles chimiques telles que les phénols, les tocophérols, les phytostérols, les composés volatils, les pigments, les terpènes et les hydrocarbures (Castillo-Luna, et al, 2021). Cependant, différents types d'huile d'olive ont un contenu de composition différent (Hazreen-Nita, et al, 2022).

3.1. Fraction saponifiable :

Acides gras :

L'huile d'olive est caractérisée par sa richesse en acides gras monoinsaturés (les AGMI ; 70 à 80 % d'acide oléique), alors que les saturés (acide palmitique : <10 %) et polyinsaturés sont peu concentrés. (Coxam et al, 2014).

Tableau III: Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (% m/m d'esters méthyliques) (COI, 2019) :

Acides gras	% m/m d'esters méthyliques	Nomenclature
- Acide myristique	< 0,03	(C14 :0)
- Acide palmitique	7,50 - 20,00	(C16 :0)
- Acide palmitoléique	0,30 - 3,50	(C16 :1)
- Acide heptadécanoïque	< 0,40	(C17 :0)
- Acide heptadécénoïque	< 0,60	(C 17 :1)
- Acide stéarique	0,50 - 5,00	(C18 :0)
- Acide oléique	55,00 - 83,00	(C18 :1)
- Acide linoléique	2,50 - 21,00	C18 :2)
- Acide linolénique	< 1,00	(C18 :3)
- Acide arachidique	< 0,60	(C20 :0)
- Acide gadoléique (eïcosénoïque)	< 0,50	(C20 :1)
- Acide béhénique	< 0,20 *	(C22 :0)
- Acide lignocérique	< 0,20	(C24 :0)

Les triglycérides :

Les triglycérides appartiennent aux lipides, composés organiques qui ne se mélangent pas à l'eau.

Ils dérivent de la combinaison de trois molécules d'acides gras avec une molécule de glycérol. Le glycérol est un alcool à chaîne courte à 3 carbones qui sert de cadre à auquel les trois acides gras peuvent se lier par une liaison « ester ». (Peri et al, 2014). L'huile d'olive est composée principalement de triglycérides et de petites quantités d'acides gras, de glycérol, de pigments, de composés aromatiques et de stérols. Les acides gras ne sont généralement pas présents sous forme de molécules libres, mais font généralement partie des glycérides ;(triglycérides, pour plus de 99%) et des phospholipides via des liaisons ester (Paolini, 2017)

3.2. Fraction insaponifiable :**Les hydrocarbures :**

L'huile d'olive est une source majeure de squalène dans l'alimentation. L'huile d'olive extra vierge contient 200 à 700 mg de squalène pour 100 g d'huile, tandis que l'huile d'olive raffinée en contient environ 25% moins. D'autres hydrocarbures utiles sont présents dans l'huile d'olive extra vierge, comme β -carotène (pro-vitamine A), même en petite quantité. (Peri et al, 2014).

Les composés phénoliques :

Bouymajane, A, et al (2020) ont défini les composés phénoliques comme des métabolites secondaires largement distribués dans les plantes, notamment les flavonoïdes, les isoflavonoïdes, les acides phénoliques, les proanthocyanidines, les tanins et les lignanes.

Les composés phénoliques sont contenus en bonne quantité dans les drupes, mais lors de l'extraction de l'huile d'olive, plus de 90% de ces molécules, en raison de leur caractère hydrophile, sont distribuées dans les grignons et les eaux usées des moulins.

Les composés phénoliques sont considérés comme des antioxydants naturels qui protègent l'huile contre l'oxydation et lui confèrent une meilleure stabilité lors du stockage et une saveur amère. Les variations des teneurs des composés phénoliques peuvent être dues à la différence du degré de maturité des olives avant trituration, mais dépendent également de la variété cultivée et de la zone géographique. En effet, les huiles d'olive situées en altitude sont plus riches en phénols que les olives des plaines. La présence des feuilles lors de broyage des olives peut aussi augmenter la concentration en composés phénoliques dans les huiles d'olive. (BOULFANE et al, 2015)

Tableau IV : Concentration des principaux polyphénols de l'huile d'olive vierge ou raffinée (Coxam et al, 2014).

Composés phénoliques (mg/kg)	Huile d'olive vierge	Huile d'olive raffinée
Hydroxytyrosol	14, 42 ± 3, 01 1	1 ,74 ± 0, 84
Tyrosol	27, 45 ± 4, 05	2, 98 ± 1, 33
Acides phénoliques	41, 87 ± 6, 17	4, 72 ± 2, 15
Sécoïridoïdes totaux	27, 72 ± 6, 84	9, 30 ± 3, 81
Lignanes	41, 53 ± 3, 93	7, 29 ± 2, 56
Flavones	5, 2 ± 0, 20	4, 40 ± 0, 20

Acides phénoliques (acide vanillique, acide gallique, acide coumarique, acide caféique, acide férulique. . .), flavones (apigénine et lutéoline). Sécoïridoïdes totaux (oleuropéine, oleuropéine aglycone, ligstroside aglycone. . .).

Les stérols :

Les stérols sont des constituants importants des huiles d'olive car ils sont liés à la qualité de l'huile et sont largement utilisés pour vérifier l'authenticité

Ils représentent environ 15 % de la fraction insaponifiable, soit 100 à 200 mg /100g. La quantité totale de stérols varie suivant la variété des olives et leur degré de maturité.

L'huile d'olive est connue pour être particulièrement riche en b-sitostérol jusqu'à 90 à 95 % de tous les stérols présents. Cette teneur élevée est susceptible d'être responsable des excellentes propriétés de conservation de l'huile d'olive ainsi que de la plupart de ses propriétés physiologiques. D'autres phytostérols sont présents : le campestérol et le stigmastérol. (D'après Stéphanie et al, 2003 ; Gharby Set al 2018).

Les tocophérols :

L'huile d'olive contient de la vitamine E, qui est une vitamine lipophile, dont un mélange de quatre différentes formes de tocophérols (α , β , γ , δ) et quatre formes différentes de tocotriénols (α , β , γ , δ), le α -tocophérol étant un constituant antioxydant dominant de la vitamine E, jouant un rôle majeur dans piégeant les espèces réactives de l'oxygène (ROS) générées par le système endogène, contribuant ainsi à la système de défense du corps **(Bouymajane et al., 2020)**

La teneur en vitamine E (α -tocophérol : 132–205 mg/kg) est faible d'ans l'huile d'olive, comparée à celle des autres huiles végétales extraites des graines, car l'huile provient principalement du mésocarpe (pulpe) de l'olive. Or la plupart de la vitamine E se situe dans l'endocarpe qui reste dans la partie solide des déchets. **(Coxam et al., 2014)**

Les pigments :

Les chlorophylles et les caroténoïdes sont les principaux pigments responsables de la couleur distinctive de l'huile. Plus important encore, il y a un regain d'intérêt pour ces pigments en ce qui concerne les avantages pour la santé qu'ils peuvent apporter **(Tekaya M et al, 2022)**

- La structure moléculaire des chlorophylles et, en particulier, la structure planaire du macrocycle tétrapyrrolique coordonné par un ion magnésium, Mg^{++} , est responsable de l'absorption de la lumière visible dans la région verte. La chlorophylle (a) donne une coloration bleu verdâtre, tandis que la chlorophylle (b) détermine une couleur vert jaunâtre. La sensibilité des chlorophylles aux températures et pH extrêmes permet la formation de plusieurs dérivés distincts tels que les phéophytines, les chlorophyllides et les phéophorbides.
- Caroténoïdes sont des composés isoprénoïdes à structure hydrocarbonée avec diverses doubles liaisons, C=C, qui sont responsables de leurs intéressantes propriétés antioxydantes. Les caroténoïdes peuvent être encore divisés en carotènes (qui ne contiennent que des atomes de carbone et d'hydrogène) et en xanthophylles (qui contiennent également atomes d'oxygène). Les principaux caroténoïdes de l'huile d'olive sont le -carotène et la lutéine, tous deux fournissant plusieurs avantages pour la santé. **(Violino et al, 2020).**

4. Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive :

La qualité d'une huile d'olive est influencée par plusieurs facteurs climatiques, Géographiques, pédologiques et génétiques ainsi par le mode d'extraction, les pratiques culturales et les conditions de stockage (**Ouksel et al, 2021**), alors pour obtenir une excellente qualité, les producteurs doivent être sensibilisés aux attributs de leurs vergers (localisation ; latitude et altitude, conditions pédoclimatiques) pour s'adapter aux pratiques culturales appropriées. (**Lechhab et al, 2022**). Les facteurs affectant les compositions chimiques de l'huile d'olive peuvent être regroupés en cinq groupes : environnementaux (sol, climat), agronomiques (irrigation, fertilisation), culturaux (récolte, maturité), facteurs technologiques (stockage après récolte, système d'extraction et conditions de stockage de l'huile) et cultivar (**Zhang et al, 2022**).

4.1. Facteurs environnementaux :

4.1.1. Effets du climat :

L'olivier (*Olea europaea L.*) est caractérisé par son adaptation à différentes conditions climatiques (**Faghim et al, 2021**). Cependant, la baisse des températures (inférieures à 10°C) contribuent à l'arrêt du processus de fécondation pendant la période de floraison. Ceci a pour effet la non-fécondation des fleurs et la réduction de la production de l'arbre (**TIGHIOUART et al, 2020**).

4.1.2. L'effet du sol :

Les propriétés physiques et chimiques du sol influencent la croissance et le développement des plantes et, par la suite, la production des principaux métabolites primaires et secondaires, (**Cetinkaya, H., Kulak, M. 2016**).

Par conséquent, le maintien d'une bonne qualité du sol est essentiel et, si ce n'est pas le cas, le déclin de sa qualité peut causer des dommages au cours de la croissance de l'olivier, entraînant une perte de qualité des fruits et de l'huile d'olive produite. Il est donc important de déterminer comment les propriétés physicochimiques du sol affectent les propriétés de l'huile d'olive. (Des études ont été menées sur l'effet du sol sur l'olivier et qualité de l'huile d'olive. Pédologique (sableux, argileux, caillouteux, calcaire, gypse et sol brun) conditions influençant la α -tocophérol, la composition en stérols et les volatils des huiles d'olive. Ils ont mentionné que Le sol pierreux contenait le plus haut α -tocophérol, calcaire le sol contenait le campestérol le plus élevé, le sol argileux contenait le stigmastérol le plus élevé, et le sol sablonneux contenait le β -sitostérol le plus élevé du cultivar 'Chemlali'.

. Dans l'ensemble, le type de sol a une influence significative sur de nombreux paramètres de l'huile d'olive. (Mele et al, 2018, Lechhab et al, 2022).

4.2. Facteurs agronomiques :

4.2.1 L'effet de l'irrigation :

L'irrigation est l'une des pratiques agricoles les plus efficaces pour conditionner le rendement et la qualité des fruits

La composition et la qualité de l'huile peuvent être directement affectées par l'irrigation, elle est très remarquable dans la réduction des teneurs en pigments, en alpha tocophérols, en acide oléique et en composés phénoliques totaux.

De plus L'analyse qualitative et quantitative de la composition a montré que plusieurs paramètres de l'huile ont diminué de manière significative dans la parcelle irriguée d'eau douce plus que dans la parcelle pluviométrique

Alors que l'irrigation avec de l'eau salée maintenait la perméabilité des sols, avec une augmentation de la salinité, il y avait une baisse souhaitable des niveaux totaux mesurés de phénols et de flavonoïdes et une augmentation des acides oléique et linoléique. Pour la composition des triglycérides, la trioléine (OOO) était présente en très grande quantité. (Trabelsi et al, 2022, Faghim, et al.,2021)

4.2.2. L'effet de fertilisation :

La fertilisation des sols est un facteur important pour le développement durable de l'industrie oléicole, une carence en éléments nutritifs nuit à la production, tandis qu'une sur-fertilisation peut réduire les rendements et la qualité de l'huile et augmenter les risques environnementaux et les coûts de production. De plus, la sur-fertilisation avec Nitrogène affecte négativement la qualité de l'huile, en particulier via une teneur élevée en acides gras libres et des niveaux réduits de polyphénols dans l'huile, la réduction des niveaux de polyphénols dans les fruits affecte la santé des fruits en réduisant leur résistance aux infestations fongiques, ce qui altère davantage la qualité de l'huile (Zipori, Erel, Yermiyahu, Ben-Gal, & Dag, 2020). Par conséquent, il est impératif d'évaluer les besoins réels de l'olivier et d'appliquer les bonnes quantités d'eau et de nutriments minéraux sans influencer considérablement les quantités de composés phytochimiques présents. (Malheiro, R., Rodrigues, N., & Pereira, J. A. 2015)

4.3. Les facteurs de la culture :

4.3.1. L'effet de maturation :

La maturation des olives est un processus complexe impliquant plusieurs changements physiologiques et chimiques qui se produisent dans le fruit. La couleur de l'olive passe du vert au noir au cours de ce processus de maturation. Le stade de maturité présente l'un des principaux facteurs importants affectant la composition de l'huile d'olive (El Qarnifa, S., El Antari, A., & Hafidi, A. 2019). En général pendant la maturation des fruits, il y a une diminution de la quantité de composés phénoliques polaires (Deiana et al, 2019) parce que les concentrations de composés phénoliques totaux sont négativement corrélées avec le processus de croissance de l'olivier.

L'accumulation d'huile continue jusqu'à ce que les fruits soient complètement mûrs, mais le rendement d'extraction d'huile diminue ou augmente avec le degré de maturité des olives. (Tang et al, 2023) si la récolte est effectuée au stade de maturité optimal, surtout si la récolte a lieu en novembre, La teneur en huile augmente positivement

De même, l'acidité libre augmente. Néanmoins, pour tous les cultivars étudiés chlorophylle et humidité quantités perdues avec le processus de maturation

Le niveau d' α -tocophérol est réduit au cours de la maturation des fruits (Lechhab et al, 2022)

4.4. Effets technologiques :

4.4.1. Effets du stockage après la récolte :

Entre la récolte et la transformation, les olives doivent être stockées pas plus d'un jour car temps de stockage plus long peut hydrolyser les triglycérides en acides gras libres avec l'action des lipases, en présence d'humidité. Pour cette raison, il est conseillé de traiter les olives le plus tôt possible, parfois il est difficile ou impossible de traiter tous les fruits lorsqu'ils sont au bon stade de maturité. En conséquence il pourrait être utile de conserver les fruits de manière appropriée à l'extraction de l'huile ; par stockage à -4°C , pendant une à trois semaines, mais il a été constaté que les valeurs de peroxyde et de chlorophylle étaient plus riches en huile de fruits transformés immédiatement après récolte que dans l'huile de fruits congelés pendant un ou deux semaines. (Mele et al.,2018)

4.4.2. Système d'extraction :

Il y a une teneur plus élevée en β -carotène et en composés phénoliques, et dans une moindre mesure en α -tocophérol, dans les huiles extraites d'olives vertes par rapport aux olives mûres. En ce qui concerne le mode d'extraction, le décanteur biphasique semble préserver davantage le contenu phénolique que le décanteur triphasique. Comme les phénols sont plus

hydrosolubles que l' α -tocophérol et le β -carotène, ils sont réduits lorsque l'eau chaude est ajoutée au décanteur triphasique. (Gimenoet et al.,2002)

4.4.3. Conditions du Stockage de l'huile :

. Les conditions de stockage (matériau utilisé, durée, température etc.) ont un effet sur l'acidité, l'indice de peroxyde, la composition chimique de l'huile, mais également sur ses caractéristiques organoleptiques

Toutes les mesures de conservation doivent donc être prises pour éviter les altérations suivantes

- Altérations par contact avec des matériaux non appropriés ;
- Altérations par contact prolongé avec les impuretés aqueuses ;
- Altérations oxydatives, dues à la lumière, a une température ambiante élevée, ou encore au contenu excessif de métaux notamment le cuivre et le fer. (NEKROUF, C. L., MENDACI, N., & BERKOUNE, O.2019).

5. Les vertus de l'huile d'olive sur la santé :

❖ Effets sur le microbiote intestinal :

Des études ont montré que l'huile d'olive et certains de ses dérivés (par exemple, les polyphénols) présentaient un fort effet bactéricide contre un large éventail de micro-organismes tels que les agents pathogènes d'origine alimentaire, un autre travail a montré une augmentation de la diversité microbienne intestinale dans le groupe de rats nourris avec le régime à l'huile d'olive extra vierge **Gavahian et al.,2019**).

De même, d'autres auteurs ont rapporté que l'ingestion d'huile d'olive chez les souris entraînant des changements biochimiques et physiologiques du microbiote intestinal (**Prieto et al., 2018**).

❖ L'effet sur les maladies cardiovasculaires :

Il a été démontré que l'apport alimentaire d'huile d'olive, en particulier de type vierge, améliore plusieurs facteurs de risque cardiovasculaire, notamment en abaissant la tension artérielle et en protégeant les particules de lipoprotéines de basse densité LDL de l'oxydation, ainsi qu'en dissuadant le diabète sucré, l'obésité, la dyslipidémie, la dysfonction endothéliale et la thrombose (**Foscolou, A., Critselis, E., & Panagiotakos, D. 2018 ; Xia et al.,2022**).

En outre, la consommation de l'huile d'olive extra-vierge peut également agir de manière bénéfique sur la prévention des maladies cardiovasculaires chez les personnes malades puisqu'elle exerce un contrôle sur le cholestérol des lipoprotéines de basse densité (LDL-c) contenu et augmente la concentration de lipoprotéines de haute densité (HDL-c) qui facilite le transport inverse du cholestérol et ralentit ainsi le processus de la maladie, et réduit le risque d'événements futurs liés à des problèmes cardiaques **(Marcelino, et al, 2019)**.

❖ L'huile d'olive et le cancer :

La consommation d'huiles d'olive extra vierge, particulièrement riches en antioxydants phénoliques (ainsi qu'en squalène et en acide oléique), sont associées à une diminution du risque de cancer du côlon, du sein et de la peau en général. **(Foscolou, A., Critselis, E., & Panagiotakos, 2018)**.

Des recherches ont montré que, par rapport à une faible consommation, une consommation élevée d'huile d'olive était liée à un risque réduit de cancer du sein et le risque de cancer gastro-intestinal s'est avéré inférieur de 23% pour ceux qui consommaient les plus grandes quantités d'huile d'olive. Dans le cas des cancers des voies aérodigestives supérieures, des effets favorables d'une consommation plus élevée d'huile d'olive ont été trouvés.

Les composants de l'huile d'olive ont plusieurs effets chimio-préventifs liés à l'initiation, à la promotion et à la progression de la carcinogenèse. Il a été démontré que les polyphénols, en particulier l'hydroxytyrosol et le tyrosol, ont des effets anti-inflammatoires potentiels et peuvent également influencer la prolifération cellulaire, la progression du cycle cellulaire, l'apoptose et l'arachidonique, métabolisme acide dans les cellules cancéreuses **(Buckland, G., & Gonzalez, C. A. 2015 ; Markellos et al, 2022)**

❖ L'effet de l'huile d'olive sur le diabète :

De nombreuses études ont lié l'effet hypoglycémiant de l'huile d'olive à ses constituants phénoliques. Il a été prouvé que l'oleuropéine, l'hydroxytyrosol, le tyrosol, l'acide syringique, l'acide cinnamique, la lutéoline et l'apigénine présents dans l'huile d'olive ont un effet hypoglycémiant important. **(Lafraxo et al., 2021)**

Dans une méta-analyse réalisée par **Schwingshackl et al, 2017**. Il a été constaté qu'une augmentation quotidienne de 10 g de la consommation d'huile d'olive était associée à une réduction de 9% du risque de diabète de type 2, tandis que lorsque la catégorie de

consommation d'huile d'olive la plus élevée était comparée à la catégorie de consommation la plus faible, il a été révélé une réduction de 16% du risque de diabète.

Dans une étude réalisée par **Lafraxo et al, 2021**, ils ont découvert que l'huile d'olive améliorait considérablement les niveaux de glucose dans le sang et protégeait contre les changements métaboliques et les complications induites par le diabète de type 1.

Caractéristiques nutritionnelles de certains composés chimiques de l'huile d'olive :

a. Les acides gras monoinsaturés

Les huiles riches en acides gras monoinsaturés (AGMI) et pauvres en acides gras saturés (AGS) sont favorisées en raison de l'effet précieux confirmé des AGMI sur le taux de cholestérol sérique (**Tekaya et al. 2022**). D'autres effets qui sont associés à la teneur élevée en AGMI, en particulier en acide oléique sont le contrôle de la pression artérielle chez les personnes normo-tendues ou hypertendues. L'acide oléique est également responsable de l'amélioration d'autres facteurs de risque liés aux troubles cardiovasculaires, et il agit également sur le système gastro-intestinal, protégeant la muqueuse intestinale au moyen d'une réduction de la sécrétion d'acide chlorhydrique, prévenant les ulcères (**Marcelino et al, 2019**).

b. Les composés phénoliques :

Les polyphénols, ont une forte capacité de piégeage des radicaux libres et peut jouer un rôle clé dans la protection contre l'oxydation et vieillissement cellulaire. Outre leur bioactivité, les phénols jouent un rôle majeur dans le piquant et goût amer de l'huile et améliore considérablement sa stabilité oxydative (**Tekaya et al. 2022**). Certaines études antérieures dans la littérature disponible ont rapporté que l'huile d'olive pouvait être utilisée comme un outil efficace pour prévenir le risque de divers types de cancer. Cet effet serait lié aux composants bioactifs de l'huile d'olive, notamment ses composés phénoliques, en particulier l'oléocanthal, le tyrosol, l'hydroxytyrosol, l'oleuropéine et l'aglycone d'oleuropéine. (**Gavahian et al, 2019**).

c. Les pigments :

Les chlorophylles et les caroténoïdes ne sont pas synthétisés par les tissus animaux, cependant les cellules animales sont capables de les modifier chimiquement afin de les assimiler. Des investigations récentes ont indiqué un avantage potentiel d'une alimentation riche en caroténoïdes sur la santé ; en effet, ces molécules ont présenté des propriétés antioxydantes et semblent agir comme des agents préventifs contre les maladies cardiovasculaires et des

pathologies dégénératives ophtalmologiques. En outre, travaux, ont souligné l'activité anticancérigène du b -carotène et d'autre caroténoïdes. (Boulkroune, H. 2018).

6. Réglementation de la potabilité de l'huile d'olive :

Le Conseil Oléicole International (COI, 1998) et le règlement de la Commission Européenne (CE 2568/91, 1991) ont défini la qualité d'huile d'olive, basée sur les paramètres qui incluent le pourcentage d'acide gras libre, la teneur en indice de peroxyde, le coefficient de l'extinction spécifique K232 et K270, ainsi que les caractéristiques sensorielles

6.1. L'acidité :

L'acidité, est le premier critère de qualité déterminée objectivement, l'huile d'olive est classée comme comestible si son acidité n'excède pas 3,3 %. Elle augmente avec des fruits blessés, à la suite de mauvaises conditions de stockage des olives, éventuellement avec des huiles mal préparées (décantation, filtration) (Lehouche, R. E., & Bouzidi, H. 2018).

6.2. L'indice de peroxyde :

La norme internationale **Codex Stan 33, (2019)** recommandée pour les huiles d'olive un indice de peroxyde inférieur ou égale à 20 meq d'O₂/Kg. Les valeurs sont exprimées en milliéquivalents d'oxygène actif par Kg de corps gras. Cet indice renseigne sur l'état d'oxydation de l'huile d'olive.

6.3. L'absorbance dans l'ultraviolet :

La stabilité oxydative est un paramètre important pour l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive, elle se définit comme étant le temps nécessaire pour que l'huile d'olive commence à présenter des symptômes de rancissement à la suite de l'oxydation accélérée des acides gras insaturés (Bouchireb, Bouraoui, 2017).

L'oxydation des corps gras, en particulier ceux contenant l'acide linoléique, conduit à la formation d'hydroxyperoxyde linoléique, diène conjugué qui peuvent être appréciés par leur absorption spectrophotométrique dans la zone UV aux environs de 232 nm. Plus l'extinction à 232 nm est forte, plus l'huile d'olive est riche en produit secondaire d'oxydation. (Nekrouf, Mendaci & Berkoune., 2019)

6.4. Les caractéristiques organoleptiques :

Les propriétés sensorielles, principalement la couleur, l'arôme et le goût, sont des facteurs qui affectent la perception de la qualité des huiles d'olive. La couleur et l'apparence sont les premiers attributs de qualité qui nous attirent ; néanmoins, la saveur peut avoir le plus grand impact sur l'acceptabilité et le désir de le consommer l'huile (Heredia et al., 2013). Pour cela

les propriétés sensorielles ont été être évaluées par analyse organoleptique. Les caractéristiques organoleptiques de l'huile d'olive regroupent la couleur, la flaveur et le goût. Les termes couramment utilisés pour décrire les attributs positifs sont le fruité, l'amer et le piquant. Pour les attributs négatifs on distingue le chômé, le moisi, le lies, vineux, rance, etc. (Remmouche, Niama, et al, 2020).

Les 3 grands attributs positifs sont (COI, 2019) :

- **Amer** : il est défini comme le goût élémentaire caractéristique de l'huile obtenue d'olives vertes ou au stade de la véraison, perçu par les papilles caliciformes formant le V lingual.
- **Fruité** : ensemble des sensations olfactives caractéristiques de l'huile, dépendant de la variété des olives, provenant de fruits sains et frais, perçues par voie directe ou rétro-nasale. Le fruité vert correspond aux caractéristiques rappelant les fruits verts à l'inverse du fruité mûr qui témoigne d'une récolte des olives plus tardive.
- **Piquant** : sensation tactile de picotement, caractéristique des huiles produites au début de la campagne, principalement à partir d'olives encore vertes, pouvant être perçue dans toute la cavité buccale, en particulier dans la gorge. (COI, 2019)

Les principaux défauts sont :

- **Chômé/lies** : flaveur caractéristique de l'huile tirée d'olives entassées ou stockées dans des conditions telles qu'elles se trouvent dans un état avancé de fermentation anaérobie, ou de l'huile restée en contact avec les « boues » de décantation, ayant elles aussi subi un processus de fermentation anaérobie, dans les piles et les cuves.
- **Moisi/humide** : flaveur caractéristique d'une huile obtenue d'olives attaquées par des moisissures et des levures par suite d'un stockage des fruits pendant plusieurs jours dans l'humidité.
- **Vineux/vinaigré ou acide/aigre** : flaveur caractéristique de certaines huiles rappelant le vin ou le vinaigre. Cette flaveur est due fondamentalement à un processus de fermentation aérobie des olives ou des restes de pâte d'olive dans des scourtins qui n'auraient pas été lavés correctement, qui donne lieu à la formation d'acide acétique, acétate d'éthyle et éthanol.
- **Rance** : flaveur des huiles ayant subi un processus d'oxydation intense

D'autres attributs négatifs moins courants ont également été décrits par le Comité

Oléicole International. Parmi ceux-ci le cuit ou brûlé (dû à un réchauffement excessif et prolongé de la pâte lors du malaxage), le « vers » (olives ayant subi une attaque de la mouche

de l'olivier, *Bactrocera Oleae*) ou encore « Métallique » (olives ayant Flaveur qui rappelle les métaux) (COI, 2019).

Tableau V : Les critères de qualité de l'huile d'olive selon le Conseil Oléicole International (COI, 2019).

Les critères	HOVE L'huile d'olive extra vierge	HOV L'huile d'olive vierge	HOVC L'huile d'olive vierge courante	HOVL L'huile d'olive vierge lampante	Huile d'olive raffiné
Caractéristiques organoleptiques :					
Odeur	Irréprochable	Irréprochable	Bonne	Défectueuse	
Gout	Irréprochable	Irréprochable	Bonne	Défectueuse	Acceptable
Couleur	Claire	Claire	Claire		Jaune clair
	Jaune a vert	Jaune a vert	Jaune à vert		
Acidité libre en % exprimé en acide oléique	=0,8	=2,2	=3,3	>3,3	< 0,30
Indice de peroxyde (meq O2/kg)	=20	=20	=20	Non limité	< 5,0
Absorbance dans l'ultraviolet (k 1%)					
A 270 nm	=0,22	=0,25	=0,3	-	< 1,25
A 232 nm	=2,5	2,6	-	-	< 0,16
Teneur en eau et en matières volatiles %	=0,2	=0,2	=0,2	=0,3	< 0,1

DEUXIEME PARTIE :
ETUDE
EXPERIMENTALE

MATÉRIEL ET METHODES

1. Objectif

Objectif du travail

L'objectif de notre travail est d'évaluer la qualité de quelques échantillons de l'huile d'olive, consommées dans quelques régions dans la Kabylie, à travers la détermination de leurs compositions physico-chimiques et organoleptiques.

L'ensemble de travail a été réalisé au sein du laboratoire de biochimie de la faculté des sciences de l'Université de Saida Dr Moulay Tahar.

2. Échantillonnage

Présentation de la zone d'étude

Les échantillons de l'huile d'olive, utilisés dans notre étude, sont collectés durant la campagne oléicole (2022-2023) directement porté de plusieurs unités de trituration situées dans les régions de la Kabylie, les plus prépondérantes dans les zones de la production oléicole en Algérie qui sont : zone de **Tizi Ouzou**, zone de **Bouira** et zone de **Bejaïa** issues de variété *Chemlal*.

- **Échantillon A** : huile d'olive de la région d'**Akbou** de la wilaya de Bejaïa
- **Échantillon B** : huile d'olive de la région d'**Ait Laziz** de la wilaya de Bouira
- **Échantillon C** : huile d'olive de la région de **Michelet** (Aïn El Hammam) Tizi-Ouzou (Centre-nord d'Algérie).
- **Échantillon D** : huile d'olive de la région de **Ouadhia**, Tizi-Ouzou (Centre-nord d'Algérie).
- **Échantillon E** : huile d'olive de la région de **Ouacif**, Tizi-Ouzou (Centre-nord d'Algérie).

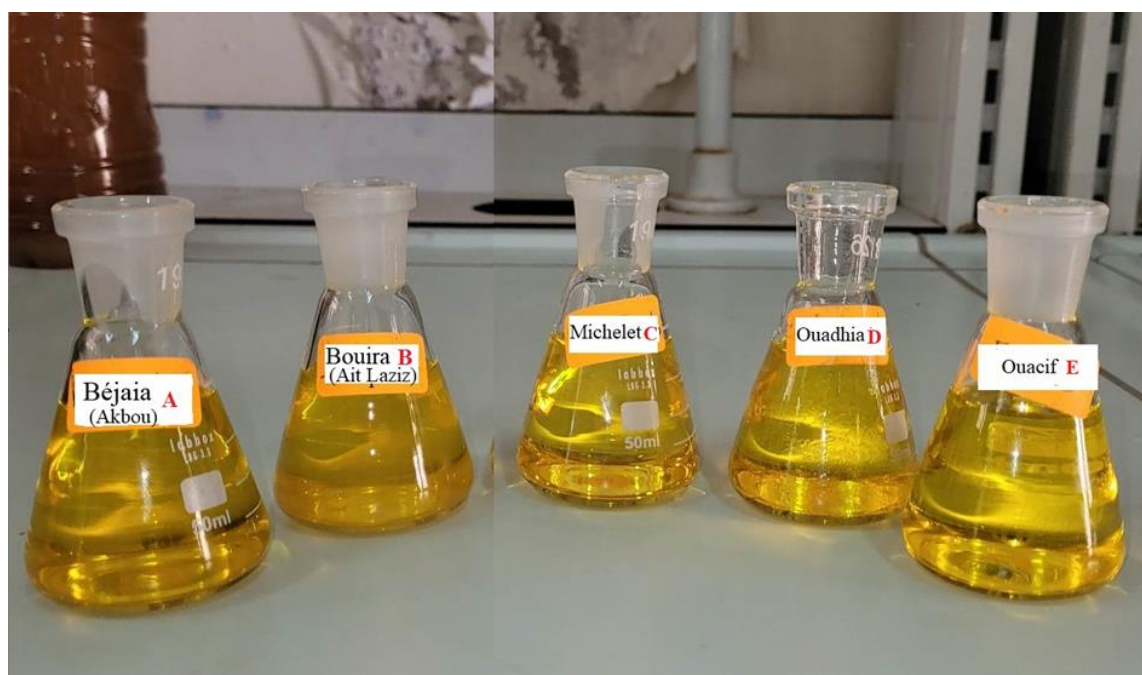


Figure N° 19 : Les échantillons de l'huile d'olive (au moment de l'analyse)



Figure N° 20 : Carte des zones d'échantillonnage

3. Matériels utilisés:

3.1. Verreries et appareillages utilisés :

Le tableau 06 présente la verrerie et matériels qui ont été utilisés.

Tableau VI : Verrerie et consommable utilisés lors de l'analyse physico-chimique.

Verrerie	Materials
Bechers en verre de différents volumes : 50,100 et 250ml	Pissettes d'eau distillée.
Burette graduée de 25ml.	Poires.
Erlenmeyers de différents volumes : 100, 200 et 250ml.	Pince
Eprouvettes de différents volumes : 10, 25, 50 et 100ml	Barreaux magnétiques.
Entonnoir	Spatula
Verre de montre	Potence (support)
	Papiers d'aluminium.
	Pipette
	Gants propre.
	Masques 2r

Le tableau 07 présente la liste des appareils utilisés pour réaliser les analyses physico-chimiques des différents échantillons de l'huile d'olive.

Tableau VII : Appareils utilisés lors de l'analyse physico-chimique

Appareillage	Fonction
Agitateurs magnétiques/ plaques chauffantes.	Agitation magnétique et chauffage.
Balance analytique.	Pesée précise.
pH-mètre.	Mesure du pH.
Refractomètre.	Mesure de l'indice de réfraction.
Thermomètre.	Mesure de la température
Etuve.	Chauffage et séchage.

3.2. Réactifs:

Le tableau 08 présente la liste des réactifs utilisés pour réaliser l'analyse physico-chimique des différents échantillons de l'huile d'olive.

Tableau VIII : Réactifs utilisés lors de l'analyse physico-chimiques.

Réactifs.	Formule brute.	Poids molaire.
éthanol.	C ₂ H ₅ OH	46,07 g/mol
Potasse	KOH	56,1056 g/mol
Phénophtaléine	C ₂₀ H ₁₄ O ₄	318,32 g/mol
Acide acétique.	CH ₃ COOH	60,052 g/mol
Chloroforme.	CHCl ₃	119,38 g/mol
Thiosulfate de sodium pentahydraté.	Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O	158,11 g/mol
amidon.	(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	
Iodure de potassium.	KI	166,0028 g/mol
Cyclohexane.	C ₆ H ₁₂	84,16 g/mol
Eau distillé	H ₂ O	18,01528 g/mol

4. Analyse des caractéristiques physico-chimiques des huiles

Les échantillons d'huiles d'olive obtenus, ont subi des analyses physico-chimiques qui sont :

4.1. Paramètres physiques

4.1.1. Détermination du potentiel d'hydrogène

Le pH donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité du milieu, il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogènes libres (H) contenue dans l'huile d'olive. (Nekrouf, Mendaci et Berkoune. 2019)

Mode opératoire

- Régler la température du pH mètre sur le milieu ambiant, rincer toujours la sonde à l'aide d'eau distillée, puis avec l'éthanol et essuyer ;
- Prendre 50ml d'huile d'olive à analyser dans un bécher ;
- Plonger la sonde dans la solution et lire le pH. (Nekrouf, Mendaci et Berkoune. 2019)

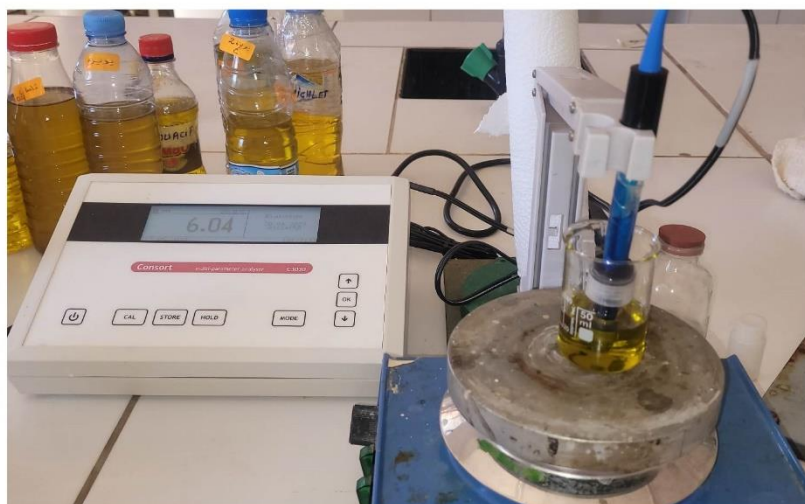


Figure N° 21 : Détermination du pH.

4.1.2. Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles :

Définition :

Perte de masse subie par le produit après chauffage à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, dans les conditions de la présente méthode et exprimée en pourcentage en masse.

Principe :

Chauffage d'une prise d'essai à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ jusqu'à l'élimination complète de l'eau et des matières volatiles et détermination de la perte de masse.

Mode opératoire

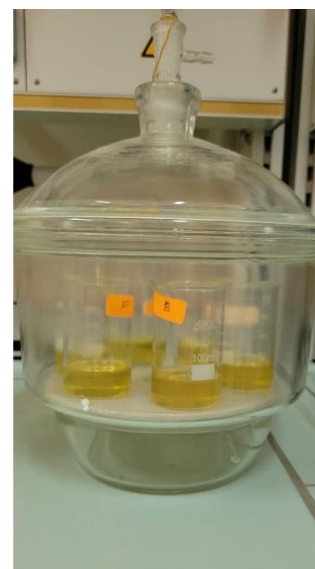
- Peser, à 0.001g près, environ 20 g de l'échantillon, selon la teneur présumée en eau et en matières volatiles, dans le bécher préalablement séché et taré.
- Maintenir le bécher contenant la prise d'essai durant 1h dans l'étuve réglée à 103°C .
- Laisser refroidir dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante et peser à 0.001g près.
- Répéter les opérations de chauffage, de refroidissement et de pesée, mais avec des séjours successifs dans l'étuve de 30 min chacun, jusqu'à ce que la perte de masse entre deux pesées successives ne dépasse pas 2 mg, selon la masse de la prise d'essai.



20g huile d'olive



Placé dans l'étuve 103°C durant 1h



Refroidir dans le dessiccateur
durant 30min

Figure N° 22 : détermination de la teneur en eau et en matières volatiles

Expression des résultats

La teneur en eau et en matières volatiles, exprimée en pourcentage en masse, est égale à :

$$H(\%) = (m1 - m2) / (m1 - m0) \times 1000$$

Où :

m0 : est la masse, en grammes, de bécher

m1 : est la masse en grammes, de bécher et de la prise d'essai, ou du vase de la prise d'essai, avant chauffage.

m2 : est la masse en grammes, de bécher, ou du vase et du résidu, après chauffage.

4.1.3. Détermination de l'indice de réfraction :

L'indice de réfraction est rapport entre le sinus de l'angle d'indice et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée passant de l'air dans l'huile maintenue à température constante (**Achour et Soltani. 2021**).

Mode opératoire

- Etalonner l'appareil par l'eau distillée.
- Nettoyer la lame du réfractomètre en utilisant le papier de josph.
- Déposer quelques gouttes de l'huile d'olive dans la lame et régler le cercle de chambre sombre et claire dans la moitié
- Effectuer la lecture en prenant compte la température (20°C).



Figure N° 23 : Détermination l'indice de réfraction (Nekrouf, Mendaci et Berkoune. 2019)

4.1.4. Détermination de la teneur en chlorophylle et des caroténoïdes

La couleur est un attribut de base pour déterminer les caractéristiques de l'huile d'olive. Elle est par contre associée par la plupart des consommateurs à la notion de qualité. Deux sortes de pigments se trouvent dans l'huile d'olive : les chlorophylles et les caroténoïdes (Abd Elkebir, Diafi et Djemiat. 2020)

a) Dosage des caroténoïdes totaux :

Le β -carotène, est généralement le composé le plus abondant et le plus commun dans les corps gras d'origine végétale. On se base sur le fait que les pigments caroténoïdes présentent des structures voisines et donc qu'ils ont tous la propriété d'absorber la lumière entre 400 et 500 nm.

b) Dosage quantitatif des chlorophylles :

La teneur en chlorophylles dans les huiles est déterminée, basée sur une quantification par spectrophotométrie (Drici. S et Drici. A. 2019)

Mode opératoire :

- Peser 5g d'huile d'olive et le dissoudre dans 8,3 ml de cyclohexane.
- Mesure l'absorbance à 470 nm pour les caroténoïdes
- Mesure l'absorbance à 670 nm pour les chlorophylles



Figure N° 24 : détermination les teneurs en pigment

Expression des résultats :

Les teneurs en pigment, exprimées en mg/kg, sont données par les formules suivantes :

$$\text{Chlorophylle en (mg/kg)} = (A_{670} \times 10^6) / (613 \times 100 \times d)$$

$$\text{Caroténoïde en (mg/kg)} = (A_{470} \times 10^6) / (2000 \times 100 \times d)$$

A : absorbance à la longueur d'onde indiquée ;

d : épaisseur de la cuve

4.2. Critères chimiques :

4.2.1. Indice d'acidité et l'acidité libre :

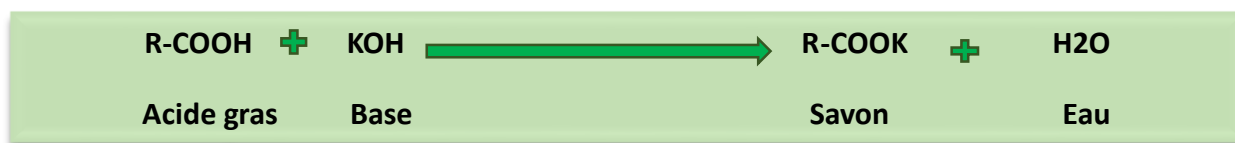
Définitions :

Indice d'acide : nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires pour neutraliser les acides gras libres présents dans 1 g de corps gras, déterminé conformément au mode opératoire spécifié dans le présent document (ISO 660. 2020)

L'acidité libre : c'est la teneur en acides gras libres contenue dans une huile d'olive, ces AG résultent de l'hydrolyse des triglycérides. Conventionnellement elle est exprimée en pourcentage d'acide oléique. Il s'agit d'un paramètre important dans l'évaluation de la qualité. (Tighiouart et Layadi. 2020)

Principe

Mise en solution d'un échantillon dans un mélange adapté de solvants, puis titrage des acides présents avec une solution éthanolique ou méthanolique d'hydroxyde de sodium ou de potassium. (ISO 660. 2020) Selon la réaction suivante :



Mode opératoire

L'acidité libre de chaque huile a été déterminée selon la norme officielle de l'Organisation Internationale de Normalisation en suivant les étapes suivantes :

- Peser 5 g d'huile dans un bécher.
- Ajouter 50 ml de d'éthanol depuis placé sur agitateur magnétique chauffant dans 40°C
- Neutraliser en présence de quelque goutte de phénolphtaléine a 1%.
- Agiter énergiquement et titrer avec la solution d'hydroxyde potassium (la solution éthanolique titrée est à 0.1N) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 10 seconde.
- On note le volume de la solution éthanolique de KOH ajoutée.

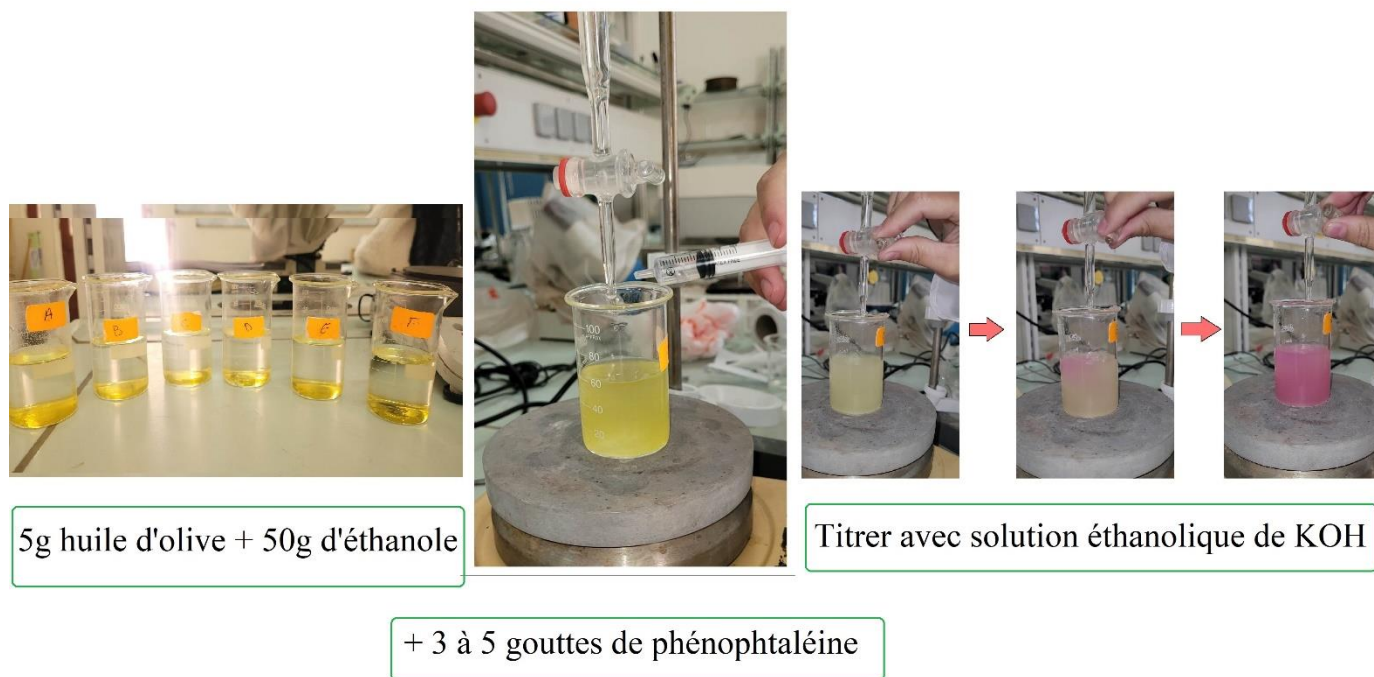


Figure N° 25 : détermination l'indice de l'acidité

L'indice d'acidité est calculé selon la formule suivant :

$$IA = (56.11 \times V \times N) / P$$

P : Masses-en (g) de la prise d'essai.

56,1 : Masse Molaire, exprimé en g/mol, d'hydroxyde potassium KOH.

V : Volume en ml de KOH (0,1N) nécessaire au titrage.

N : Normalité de la solution de potasse (0.1 N)

L'acidité a ensuite été exprimée en pourcentage d'acide oléique libre selon la formule :

$$A \% = (282 \times V \times N \times 100) / P \times 1000$$

282 est le poids moléculaire de l'acide oléique.

V est le volume, en millilitres (ml), de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisé.

N est la normalité de la solution de potasse (0,1 N).

P est la masse, en grammes (g), de la prise d'essai.

4.2.2. L'indice de peroxyde

Définition

L'indice de peroxyde d'un corps gras est le nombre de milli équivalents d'oxygène actif contenu dans 1 kilogramme de produit. L'oxygène actif est l'oxygène existant sous forme de peroxyde, d'hydro peroxyde ou d'époxyde dans une matière grasse, ce paramètre nous renseigne sur le degré d'oxydation des huiles. (Tighiouart et Layadi. 2020)

L'iode libéré est titré avec une solution de thiosulfate de sodium, selon cette réaction :



Mode opératoire

L'indice de peroxyde de chaque huile a été déterminée selon l'organisation internationale de normalisation (ISO 3966,2007) selon les étapes suivantes :

- Peser 2 g d'huile d'olive dans un erlenmeyer de 250 ml.
- Ajouter 10 ml du chloroforme, et dissoudre rapidement la prise d'essai en agitant.
- Ajouter 15 ml d'acide acétique puis 1 ml de la solution d'iodure de potassium aqueuse saturée.
- laisser 5 min à l'abri de la lumière et à une température comprise entre 15 et 25 °C.
- Ajouter 75 ml d'eau distillée.
- Ajouter 3 à 4 gouttes d'empois d'amidon et titrer l'iodure libéré avec la solution de thiosulfate de sodium jusqu'à disparition de la couleur.
- Effectuer de la même façon un essai à blanc.



2g d'huile d'olive + 10ml chlorofome
+ 15ml acide acétique
+ 1ml solution de KI
laisse 5min dans l'obscurité



+75ml d'eau d'istillé



+3 à 5 gouttes d'empois d'amidon



Titrer avec la solution de thiosulfate de sodium

Figure N° 26 : détermination l'indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est donné par l'équation suivante :

Où :

$$IP = ((V - V_0) \times N / m) \times 1000$$

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

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

N : Normalité de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

m : prise d'essai (g) de l'échantillon.

5. Caractères organoleptiques (sensorielles)

L'évaluation ou l'analyse sensorielle est un ensemble de techniques permettant d'évaluer les perceptions sensorielles provoquées par un produit grâce aux cinq sens (vue, ouïe, odorat, goût, toucher). Une approche « Experte », faisant appel à un panel de personnes entraînées à la description sensorielle a été réalisée, cette approche permet de décrire les produits de point de vue caractéristiques organoleptiques (**Guerfi et Bechani. 2019**)

L'évaluation du profil sensoriel par les dégustateurs

L'évaluation des caractéristiques organoleptiques de nos cinq échantillons d'huile d'olive a été effectué par **10** volontaires. Chaque dégustateur doit flairer, puis déguster l'huile soumise à examen puis déguster l'huile soumise en examen sur un ensemble de paramètres sensoriels à savoir : la couleur, aspect, l'odeur, saveur, goût.

Il doit ensuite porter, sur la feuille de profil et mentionner l'intensité à laquelle il perçoit chacun des attributs négatifs et positifs. Au cas où des attributs négatifs non énumérés seraient perçus, ceux-ci doivent être portés sous la rubrique « autres ».

6. Analyse statistique

Les résultats d'analyses sont effectués à l'aide d'Excel 2013

Résultats et discussion

Résultats

Résultats

1. Caractérisation physico-chimique :

1.1. Caractères physiques :

1.1.1. Potentiel d'hydrogène :

La répartition des échantillons d'huile d'olive selon le pH.

Les valeurs du pH varient entre 5.34 et 6.36.

Les résultats du potentiel d'hydrogène des échantillons sont représentés dans le tableau et le graphe suivants :

Tableau IX : Répartition des échantillons d'huile d'olive selon le pH.

Echantillons	A	B	C	D	E
PH	5.34	5.34	5.44	5.86	6.36

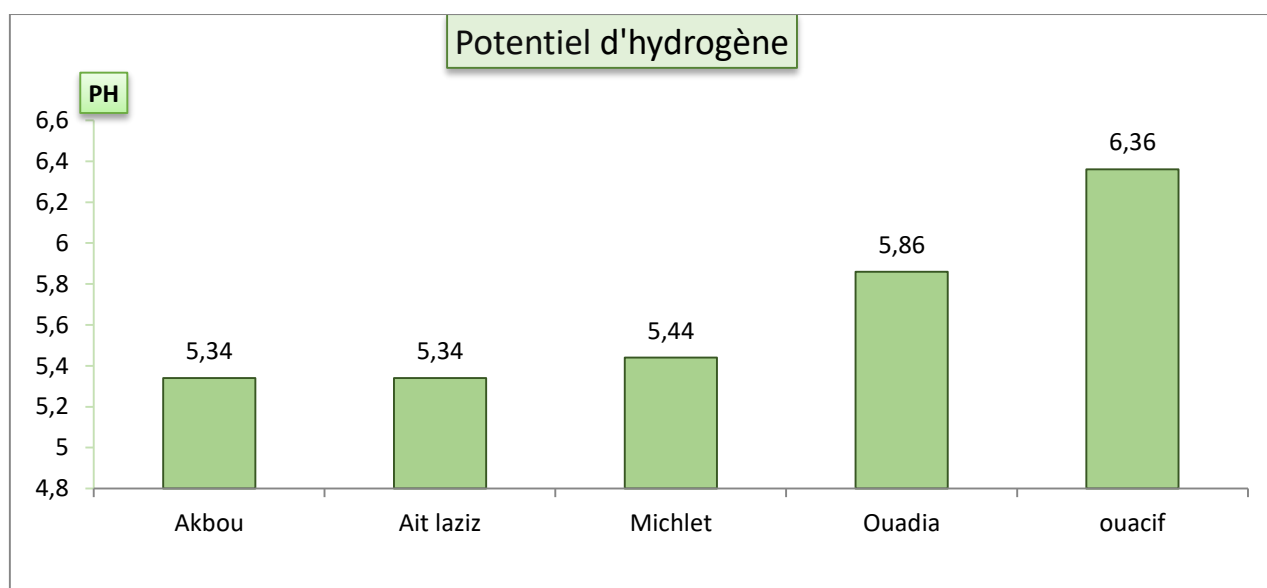


Figure N° 27 : Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'olive selon le pH.

1.1.2. La teneur en eau ou matières volatiles (TE)

La teneur en eau de l'échantillon de Bejaïa estimée à 0,01% et celui de Ouadhia 0,005%.

Pour les trois autre échantillons (B ,C ,D) on a observé une augmentation de la masse de la prise d'essai après le chauffage répété

Résultats de la teneur en eau des six huiles d'olive, sont mentionnés dans le tableau.

Tableau X: Teneur en eau des huiles d'olive analysées

Echantillons	A	E
Teneur en eau (%)	0,01	0,005
C.O.I	$\leq 0.2\%$	

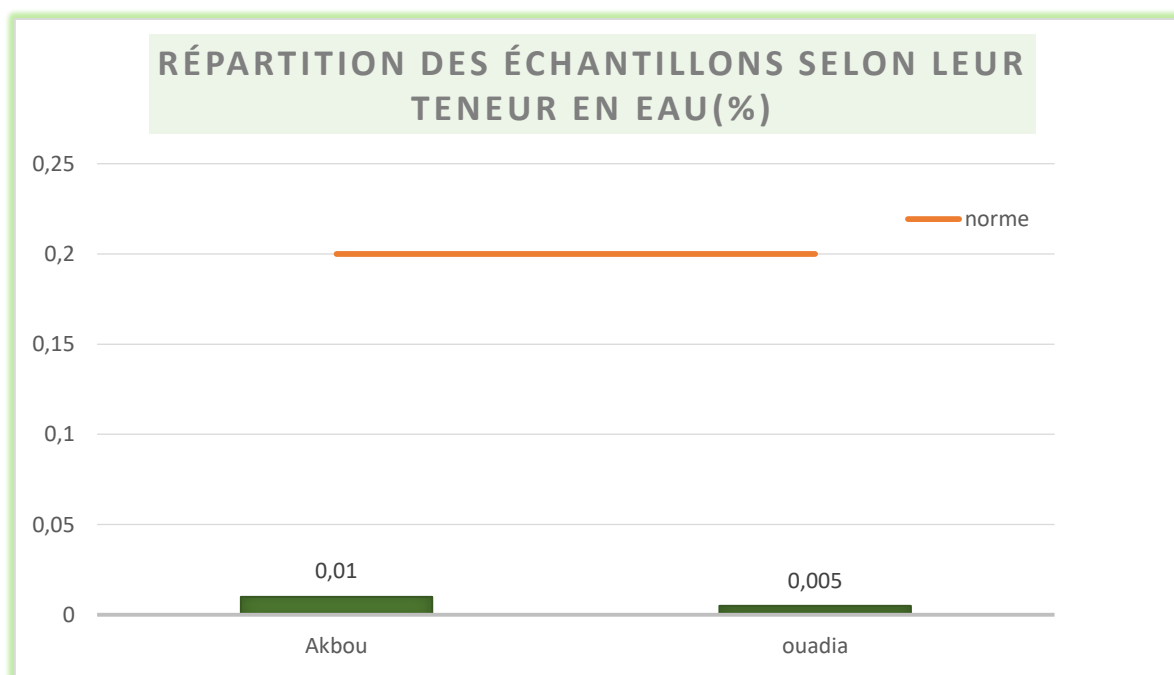


Figure N° 28 : Représentation graphique des résultats de la teneur en eau des huiles d'olives analysées.

1.1.3 Teneur en chlorophylles et caroténoïdes :

La répartition des échantillons d'huile d'olive selon la teneur en pigments :

La teneur en chlorophylles et caroténoïdes la plus élevée correspond à l'échantillon (A) de la région d'Akbou.

La teneur en chlorophylles la plus basse correspond aux trois échantillons (C, D, E) du Michlet, Ouadhia, Ouacif respectivement qui ont la même teneur,

La teneur la plus basse en caroténoïdes correspond à l'échantillon (C) de la région de Michlet.

Les teneurs obtenues pour les chlorophylles et caroténoïdes, des échantillons d'huiles étudiés, exprimées en (mg/kg), sont représentées dans les tableaux et graphes suivants :

Tableau XI : Répartition des échantillons d'huile d'olive selon la teneur en pigments :

Échantillons	Chlorophylles (lecture à 670 nm)	Caroténoïdes (lecture à 470 nm)
A	1,63	1,47
B	1,14	0,91
C	0,65	0,25
D	0,65	1,11
E	0,65	0,88
	Norme : 1 – 10 ppm selon Perrin (1992).	Normes COI: 2 – 14 ppm

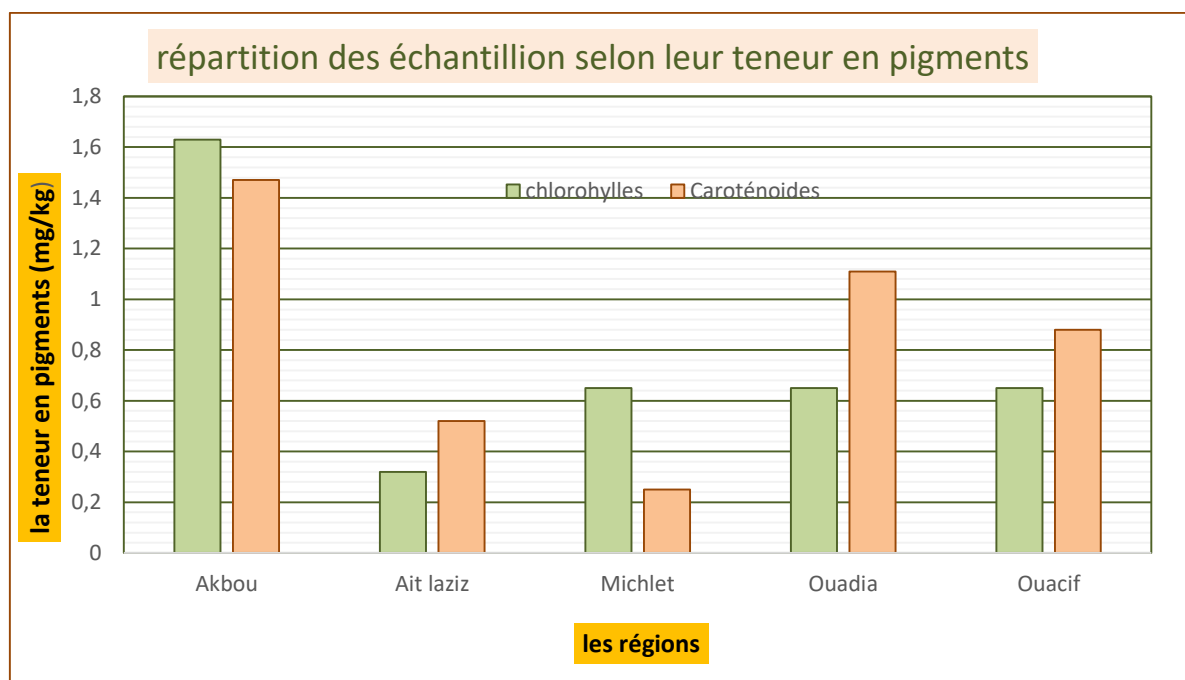


Figure N° 29 : Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'olive selon la teneur en pigments

1.1.4. L'indice de réfraction :

Les mesures sont effectuées avec un réfractomètre avec une température fixée à 20°C. Le tableau ci-dessous résume les résultats de l'indice de réfraction des huiles analysées

Tableau XII : Répartition des échantillons des huiles analysées selon l'indice de réfraction

Echantillons	A	B	C	D	E
L'indice de réfraction	1,46882	1,46878	1,46974	1,46892	1,46872
Norme (European Commission,2013)	1,4677 – 1,4705 (nd20)				

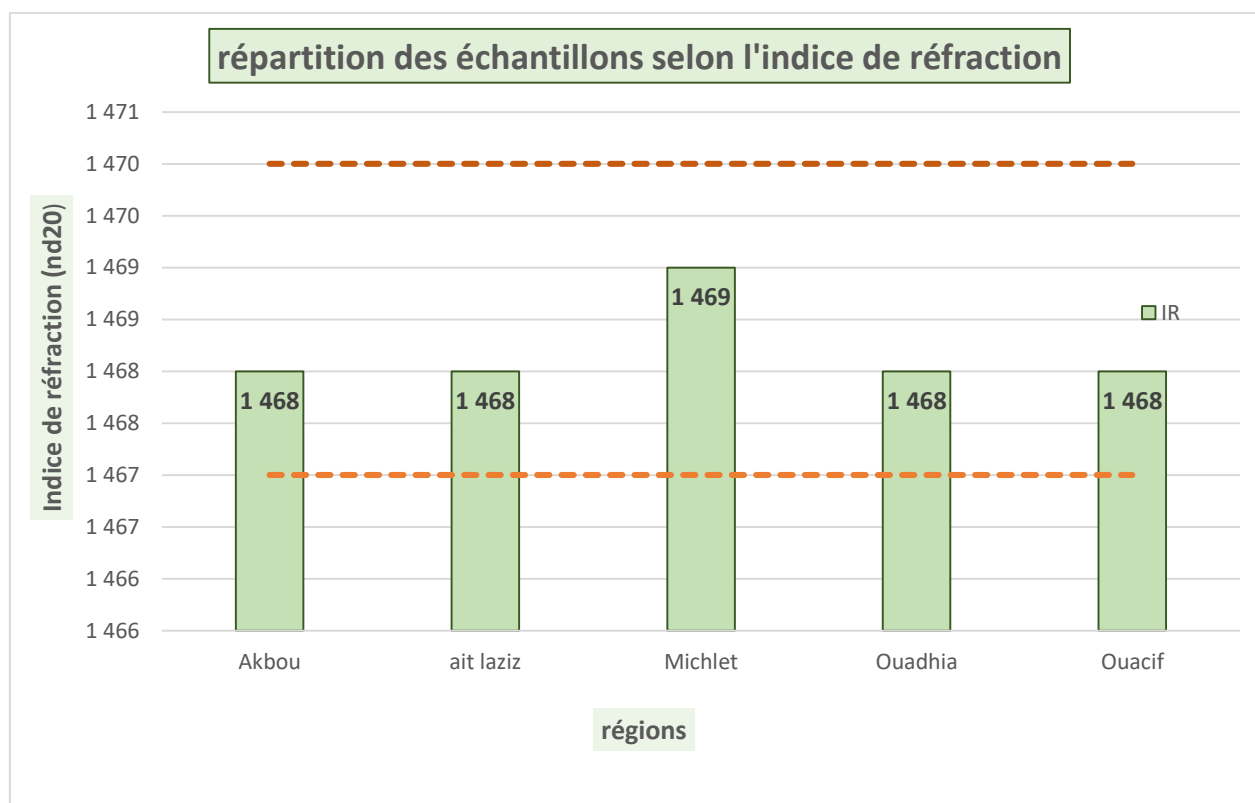


Figure N° 30 : Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'indice de réfraction.

1.2 Caractères chimiques :

1.2.1 Indice d'acide (IA) et Acidité libre(A) :

La répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'indice d'acide :

L'indice d'acide le plus élevé correspond à l'échantillon D de la région de Michlet et le plus bas à l'échantillon A de la région de Akbou

Les résultats des indices d'acides des échantillons sont représentés dans le tableau et le graphe suivants :

Tableau XIII : Répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'indice d'acide.

Echantillons	A	B	C	D	E
L'indice d'acide	1 ,90	2,8	3,7	3,3	3 ,1
Norme C.O.I	< 4,0 mg de NaOH / g d'huile				

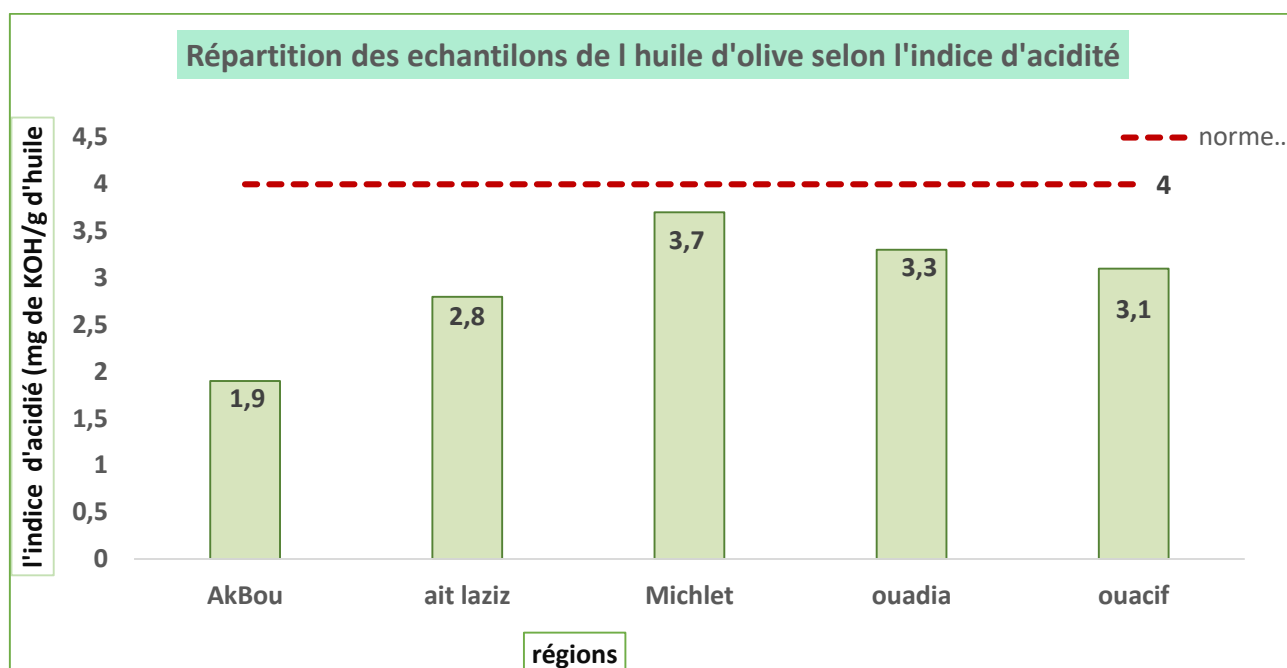


Figure N° 31 : Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'indice d'acide

L'acidité des échantillons étudiés varient entre 0.6% et 1.8%.

Les résultats des acidités des échantillons sont représentés dans le tableau et le graphe suivants :

Tableau XIV : Répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'acidité.

Échantillons	A	B	D	E	F
Acidité %	0,95	1,41	1,86	1,69	1,57
Norme C.O.I	< 3,3 g d'acide Oléique libre/100g d'huile				

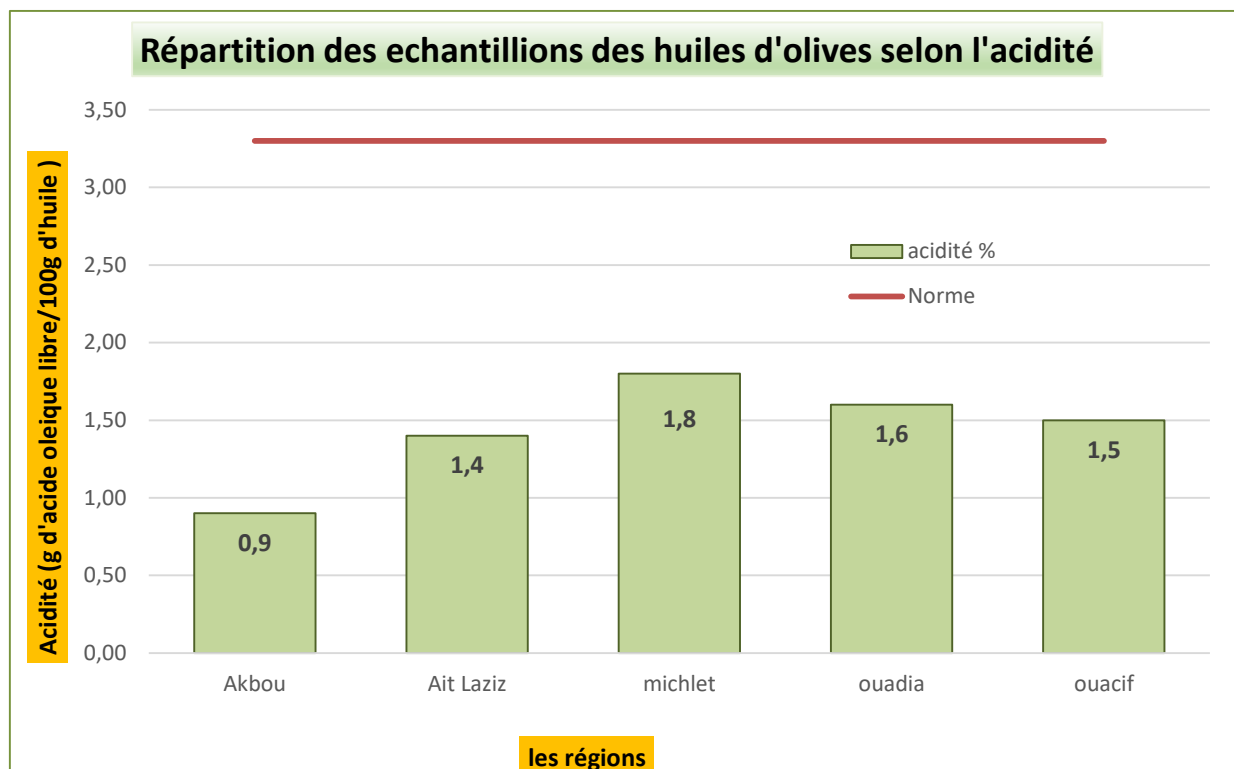


Figure N° 32 : Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'acidité

1.2.2. L'indice de peroxyde :

La répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'indice de peroxyde :

L'indice de peroxyde le plus élevé correspond à l'échantillon E de la région de Ouadhia et le plus bas à l'échantillon B de la région de Ait laziz.

Les résultats des indices de peroxydes des échantillons étudiés exprimés en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme d'huile (méc O₂/ kg d'huile), sont représentés dans le tableau et le graphe suivant :

Tableau XV : Répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'indice de peroxyde.

Echantillons	A	B	D	E	F
Indice de peroxyde	13.5	8.15	13.4	14.2	10.2
Norme C.O.I	< 20 méq d'O ₂ actif/ Kg d'huile				

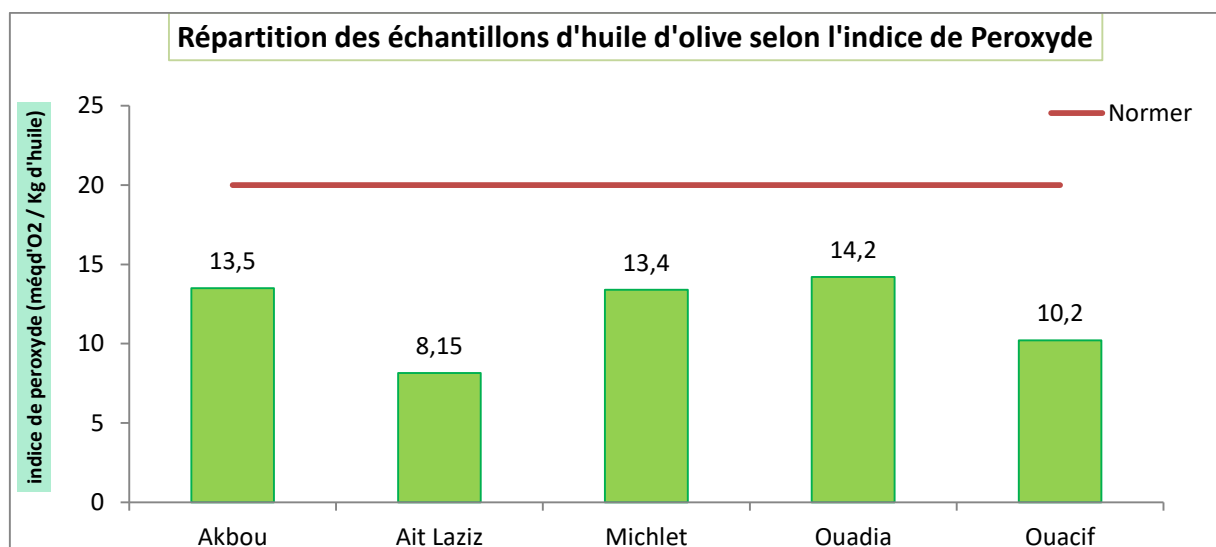


Figure N° 33 : Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'olive selon l'indice de peroxyde.

2. L'analyse sensorielle de l'huile d'olive :

L'analyse sensorielle est l'examen des propriétés organoleptiques d'une huile d'olive, à savoir sa couleur, son odeur, sa saveur et son goût par les organes des sens, notre panel de dégustateurs est constitué de 10 personnes volontaires, d'origines kabyles et de niveaux sociaux divers, adaptées à différentes habitudes alimentaires.

L'analyse sensorielle a été faite, conformément à la méthode d'évaluation du jury de dégustation préconisée par la méthode de COI/T 20/Doc. N°15/Rév.8 / (Novembre 2015).

Les résultats des tests sensoriels effectués sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau XVI : L'analyse sensorielle des échantillons étudiés

Echantillons Caractères	A Akbou	B Ait Laziz	C Michlet	D Oudhia	E Ouaciif
Couleur	Jaune Clair	Jaune au vert	Jaune Clair	Jaune au vert	Jaune foncé
Aspect	Moyenne	faible avec sédiment	Forte	Moyenne	Forte
Odeur	Acceptable	Agréable	Désagréable	Agréable	Agréable
Saveur	Moyenne	Moyenne	Mauvaise	Bonne	Bonne
Gout	Fruité	Piquant, amer et fruité	Piquant	Fruité, piquant (Un peu)	Fruité

DISCUSSION

1. Caractérisation physico-chimique :

1.1. Caractères chimiques :

1.1.1. L'indice d'acide et l'acidité libre (A%) :

L'acidité libre est un facteur de qualité de l'huile d'olive (**Lafraxoet al.,2021**), qui fournit des informations sur l'état du fruit, c'est-à-dire la façon dont le fruit a été manipulé avant la transformation et la durée entre la récolte et la mouture. (**Borges et al., 2016**),

Les résultats d'indice d'acide et d'acidité dans nos cinq échantillons affichent des valeurs entre **(1,90 et 3,70 mg de NaOH / g d'huile)** et **(0,9 et 1,8%)** respectivement, ces valeurs permettent la classification de ces huiles dans la catégorie d'une huile d'olive « vierge » selon les normes du COI (**COI., 2019**).

Nos résultats corroborent avec l'étude menée en Turquie par ; **Demirag, O., & Konuskan, D.B. (2021)** ont obtenu pour la plupart des échantillons une acidité dans l'intervalle **(0,8%-2%)**

De même, les travaux de **Benrachou, (2013)**, **ADDOU S (2017)** et **Oudina et Baziz, (2017)** ont trouvé des valeurs qui répondent à la norme le Conseil Oléicole International (COI) variant entre **2 et 3,2%**.

Cependant, l'étude menée par **S Baghdadi,I Mecharek ,(2021)** a enregistré des valeurs supérieures **(2,26 à 5,81)** et qui dépassent souvent les limites établies par le Conseil Oléicole International (COI) .

Par ailleurs, les analyses effectuées par **Hadj, S. T., et al., (2018)**, sur 26 variétés d'huile d'olive algérienne, ont montré que l'acidité est inférieure à **0,5%**.

L'augmentation de la teneur en acide gras libre peut être due à plusieurs facteurs, l'hydrolyse des triglycérides qui se produit dans l'olive lorsque le fruit est abîmé. Les facteurs d'altération sont : moisissures, fermentations, maturité trop élevée, mouche de l'olive. Pour produire une huile à faible acidité, il est nécessaire de triturer les olives saines, rapidement après récolte (**Kherchi et Mokhtar Ahdouga. 2018**)

L'acidité de l'huile d'olive n'est jamais perçue sous le goût acide, mais sous une autre forme organoleptique et sensationnelle, qui traduit le fait que les olives ont subi des altérations. Par exemple, un goût de moisi, une acidité élevée car les moisissures font augmenter l'acidité. (**Aoukli et Chettouhe. 2019**)

1.1.2. L'indice de peroxyde :

La détermination de la teneur en peroxydes dans les huiles permet d'évaluer le niveau d'oxydation primaire produite au cours du stockage et/ou l'élaboration de l'huile (**Tanouti et al. 2010**). Alors c'est un critère très pratique avec une sensibilité satisfaisante d'apprécier les premiers stades de la détérioration oxydative au cours Stockage (**Gagour et al. 2022**).

Pour l'huile d'olive « vierge » et vierge « Extra », l'IP maximum acceptable établie par le COI est de 20 mEq d'O₂/kg. En effet, dans notre étude, tous les échantillons ont affiché des valeurs inférieures à cette limite allant **de 8 mEq/kg à 14 mEq/kg**.

Nos résultats sont assez proche des travaux menés par : **Vekiari et al., (2010)**, **Oudina et baziz, (2017)** et **NEKROUF, C. L., et all , (2019)** sur des échantillons prisent dans la wilaya de Tizi-Ouzou

De plus, nos résultats se concordent avec les travaux de (**Benrachou, 2013**), qui présente des teneurs en peroxyde variant entre **7,46 et 11,4 mEq/kg** de trois huiles issue de trois variétés d'olivier (Limli, Bouricha et Blanquette) de l'Est Algérien (Jijel, Bejaia et Guelma).

De même, les travaux réalisés par **Meftah H, (2014)**, qui a obtenu des valeurs entre **12,07 et 18,66 mEq/kg** dans des huiles issues de cinq différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc).

En outre, **Chalal,2019** a rapporté des valeurs très basse allant de de **1,72 à 6,32 mEq/kg** pour des échantillons des huiles de la région d'El-Adjiba (Bouira) ; Sachant qu'un indice de peroxyde bas indique que l'huile a été extraite rapidement après la récolte et qu'elle a été stocké dans de bonnes conditions. À l'inverse, si l'indice de peroxyde est élevé, cela peut signifier qu'il y a eu un problème de conservation de l'huile.

Néanmoins, la valeur de cet indice peut diminuer suite à la décomposition des hydro-peroxydes pour former les produits secondaires d'oxydation (**Saidia,S et Zedadra N.,2021**). Il faut noter que l'IP augmente avec la maturité des olives, le stockage inadapté ou prolongé (**Mohamed, M. Ben, et al 2015**).

1.2. Caractères physiques :

1.2.1. Le potentielle d'hydrogène :

Dans la présente étude, les valeurs de pH moyennes obtenues des cinq échantillons variaient entre **pH 5,34 ± et pH 6,36**

Nos résultats sont cohérents avec ceux obtenus par ; **Benekhama et Bourahla. (2018)** **Oueld Mahieddine et Zireg, (2021)** et **Attafi, Labreche, (2022)** qui ont trouvé des valeurs de pH comprises entre **5,8 et 5,68**.

Cependant, les résultats obtenus **par Ouksel et Nouri, (2021)** et **Saidia et Zedadra. (2021)** sont révélés supérieurs à nos résultats.

1.2.2. La teneur en eau et en matières volatils :

La présence d'eau dans l'huile est susceptible d'avoir une incidence sur sa qualité, elle constitue un milieu favorable pour les activités enzymatique (**Chalal. 2019**), en particulier hydrolyse des triglycérides et la libération des acides gras libres potentiellement respirables (**Bouhadi. 2022**).

La teneur en eau de l'échantillon de Bejaïa estimée à **0,01%** et celui de Ouadhia **0,005%**. Ces teneurs indiquent que ces deux échantillons d'huile ne dépassent pas la norme spécifiée de **0,20 %**. Or que ces taux enregistrés sont inférieurs par rapport aux résultats de **Bouassila et Mayouf (2017)** ; **Benbekhma et Guessoum (2019)** et de **Ould Mahieddine et Zireg Sarra, (2021)** qui ont trouvé des valeurs comprises entre **0,1% - 0,2%**

Cependant, en ce qui concerne le dosage des échantillons de Bouira, Ouacif et Michelet nous avons remarqué une augmentation de la masse de la prise d'essai après des chauffages répétés, ce qui indique qu'une auto-oxydation du corps gras a eu lieu.

1.2.3. Teneur en chlorophylles et caroténoïdes :

Teneur en chlorophylles :

Les chlorophylles sont responsables de la couleur vert-jaunâtre de l'huile d'olive. Ils sont utilisés comme indicateurs pour évaluer la qualité et la longévité de l'huile d'olive. (**Martakos et al., 2019**).

D'après **Gomez-Rico et al., (2007)**, les teneurs en chlorophylles diminuent considérablement au cours de la maturation jusqu'à ce qu'elle s'annule dans les olives complètement mures.

Les valeurs enregistrées dans notre travail sont très faibles allant de : **0,32 à 1,63 ppm** ; Ces faibles teneurs sont souhaitées pour éviter l'action pro-oxydante des pigments chlorophylliens et pour assurer ainsi une bonne conservation des huiles (**Boulfane et al ,2015**),

En effet, nos résultats sont similaires aux résultats rapportés par **Tanouti Ket al.,(2010)** faites au Maroc , et ceux de **Louaguenouni, Hadjab (2021)** et **Baghdadi, I Mecharek (2021)** réalisées dans la wilaya de Tizi-Ouzou .

De même, les travaux réalisés par Ben **Tekeya et Hassouna, (2007)** sur des huiles d'olive de la variété (Chétoui) tunisienne ont mentionnés des teneurs en chlorophylles varient de **1,6 à 4,87 ppm**

Cependant l'équipe de benrachou, **(2013)** ont enregistré des teneurs très élevées en Chlorophylles variant de **10,03 à 13,53 ppm** de trois huiles issues de trois variétés d'oliviers (limli, bouricha et Blanquette) de l'est algérien (Jijel, Bejaia, Guelma).

Lors du stockage de l'huile, le profil de la chlorophylle et de la phéophytine peut subir d'autres modifications. La phéophytinisation des chlorophylles qui avait commencé lors de l'extraction de l'huile progresse tout au long du stockage du l'huile, notamment en présence de lumière, entraînant une diminution drastique de chlorophylles (**Díez-Betriu et al.,2023**). Les concentrations normales en chlorophylle dans d'huile d'olive doivent varier entre **0 et 20 ppm**), elles contribuent à la note « fruité » du goût l'huile d'olive (**Tanouti Ket al.,2010**).

Teneur en caroténoïdes :

Les résultats trouvés en caroténoïdes des cinq échantillons d'huiles étudiées dans la région de la Kabylie sont inférieurs à l'intervalle de la norme établie par le COI compris entre **(2 – 14 ppm)**, le plus élevé étant celui de l'échantillon de Bejaia (**1,47ppm**) et le plus bas étant de celui de Michelet (**0,25ppm**).

Ces résultats concordent avec ceux obtenus par **Ararbi, S., & Rahmani, (G. 2017)** et **Drici, A., & Drici, E. (2019)**. La faible teneur enregistrée de ces pigments est due au fait que les caroténoïdes s'oxydent rapidement à cause de leur degré d'insaturation élevé, la longue chaîne de double liaison conjuguée (**Baghdadi, S., & Mecharek., 2021**).

De plus, Les principaux facteurs affectant le profil pigmentaire des olives sont la variété (ou cultivar) et les conditions de croissance, une autre influence sur la teneur finale et le pourcentage de pigments dans l'huile d'olive provient des conditions spécifiques de production d'huile, telles que l'étape de malaxation et l'extraction de l'huile (**Lazzerini, C., & Domenici, V. 2017**).

1.2.4. L'indice de réfraction :

Les valeurs de l'indice de réfraction récapitulées dans notre travail sont comprises entre **1,4687 et 1,4697**. Ces valeurs répondent aux normes prescrites par le **COI (2019)** qui limitent l'indice de réfraction à **1,470**, donc on peut dire aussi que les huiles étudiées sont pures.

Nos résultats sont proches de ceux trouvés par **Mecherour, K (2018)**, **Bouchireb et Bouraoui. (2018)** et de **Nekrouf, Mendaci et Berkoune (2019)**

En effet, l'indice de réfraction varie en fonction de la longueur de la chaîne latérale et du degré d'insaturation des acides gras entrant dans la composition des huiles. Il est également proportionnel aux poids moléculaires des acides gras, ce qui donne une bonne appréciation sur la possibilité d'oxydation (**Metlef. 2021**)

2. L'analyse sensorielle l'huile d'olive :

Les caractéristiques organoleptiques de l'huile d'olive sont liées à la variété des fruits, au degré de maturité au moment de la récolte, aux facteurs écologiques, aux variations dans les opérations de récolte et de stockage des fruits et également à la variabilité des processus d'extraction et de stockage de l'huile d'olive. Ces résultats des tests organoleptiques restent subjectifs car cela nécessite un membre de jury professionnel et expérimenté dans la dégustation de l'huile d'olive (**Nekrouf, Mendaci et Berkoun. 2019**)

Les résultats d'analyses sensorielles enregistrées ont révélé que toutes les huiles étudiées ont une couleur jaunâtre sauf l'huile de Bouira qui est jaune verdâtre, leur viscosité est faible avec sédiment, une viscosité moyenne pour les échantillons de Bejaia (A) et d'Ouadhia (D), et u fort pour l'échantillon de Michlet (C) et d'Ouacif (E).

Du point de vue gustatif, les échantillons d'Ouadhia (D) et Ouacif (E) sont des huiles de bonne qualité avec un bon gout fruité au contraire de l'échantillon de Michlet (C) qui présente une mauvaise saveur avec un gout amer et odeur désagréable.

Conclusion générale

Conclusion

Par le présent travail, nous avons réalisé une étude comparative physico-chimique et organoleptique entre les huiles d'olives produites dans trois wilayas Bejaïa, Bouira et Tizi-Ouzou, provenant de cinq régions. Les caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive ont été réalisées par : la mesure de l'acidité libre, la mesure de l'indice de peroxyde, les teneurs des chlorophylles et caroténoïdes, le pH, et la teneur en eau et en matières volatiles, ce qui a donné une première appréciation de la qualité de l'huile d'olive consommée dans les régions de la Kabylie

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure que les huiles d'olive étudiées, issues des cinq régions (Akbou, Lakhdaria, Michlet, Ouadia, Ouacif), ont des caractéristiques physicochimiques conformes aux normes du conseil oléicole international, les classant dans la catégorie des huiles d'olive « vierge ».

L'indice d'acide de tous les échantillons conforme aux normes établies par Le Conseil oléicole international (COI) pour les huiles d'olives « vierge ».

Les valeurs de l'indice de peroxyde des échantillons sont conformes aux normes internationales ce qui nous permet de dire que ces huiles d'olive ont été extraites rapidement après la récolte et qu'elles ont été stockées dans de bonnes conditions.

L'indice de réfraction, la teneur en eau et le pH sont conformes aux normes internationales pour tous les échantillons étudiés, donc tous les cinq échantillons sont de bonne qualité.

Enfin, les analyses sensorielles montrent que toutes les huiles analysées sont des huiles vierges propres à la consommation mais du point de vue des dégustateurs, les huiles d'olive des régions ; Ouadhia et Ouacif du la wilaya de Tizi Ouzou sont les meilleures.

Dans le but d'évaluer les qualités réelles de nos huiles et leur garantir la place qui leur revient sur le marché mondial des huiles d'olive, il faudrait sélectionner les meilleures variétés et de répondre leur culture à travers le territoire national pour aboutir à des appellations d'origine contrôlée (AOC) algériennes.

Nous souhaitons également compléter ce travail par d'autres analyses plus performantes tel que, les composés phénoliques, absorption spectrophotométrique K232 et K270, dosage des stérols, dosage des composés volatils, des tocophérols, détermination du profil des acides gras, etc.

Références bibliographiques

A

- **ABD ELKEBIR, O. E. D. L., & SAADIYA, D. (2020).** Caractérisation morphologique de la variété Chemlal d'olivier (*Olea europaea*) de deux régions (M'sila et Bouira) et évaluation de la qualité de l'huile d'olive (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- **Abdessemed, S. (2017).** Contribution à la caractérisation et à l'identification des écotypes d'olivier *Olea europaea*. L dans la région des Aurès (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).
- **Achouak, H. Y. Z. (2020).** *Les insectes xylophages de l'olivier* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Boudiaf-M'Sila).
- **Achour kaouthar Elyasmine, S. A.** Etude de quelques caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive de la région de l'Outaya.
- **ACILA, S.** Introduction de l'olivier (*Olea europaea* L.) à Oued Souf: Situation actuelle et perspectives de développement, cas de l'exploitation Daouia (Doctoral dissertation).
- **Addou, S. (2017).** *Etude des paramètres physico-chimiques et organoleptiques de l'huile d'olives de la variété Siguoise dans la région de Tlemcen* (Doctoral dissertation).
- **ADJAOUTE, D., & YAHIAOUI, S. (2018).** Cinétique d'enrichissement de l'huile d'olive par la tomate lors de la conservation (Doctoral dissertation, Université de Bouira).
- **Airoudj, S., Boubenia, M., Souyad, I., & Bekka-Hadji, F. E. (2021).** Qualité, composition et activité antioxydante de l'huile d'olive vierge extra de quelques variétés algériennes (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
- **Ait Mouloud, I., Henna, R., & Tahenni, S. (2020).** Effets des conditions de stockage sur la qualité de certaines huiles végétales (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

- **ANOUAR, OUDINA Mohammed et ANIS, BAZIZ.** Etude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de trois échantillons d'huiles d'olives Algérien.
- **Aouadi, A., & Arhab, R. (2020).** Valorisation nutritionnelle et environnementale d'un sous-produit oléicole marginesvia la réduction de la méthanogènes ruminale.
- **AOUKLI MANEL, N. O. R. E. L. D. J. I. H. A. N. E., & SOUAD, C. (2019).** Etude et qualitative des huiles d'olive de la région de DJAAFRA (Doctoral dissertation).
- **Ararbi, S., & Rahmani, G. (2017).** *Étude comparative des caractéristiques physico-chimique des deux variétés d'huile d'olive Azeradj et Chemlal dans deux régions de la wilaya de Tizi-Ouzou* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **ATTALLAOUI, L. (2022).** *La filière oléicole en Algérie, état des lieux, opportunités et stratégies d'acteurs ; cas de la wilaya Djelfa* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA).
- **AZIZI, M., & BRELLA, R.** Etude des polysaccharides des eaux de lavage des huiles brutes d'olives bio-activités (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA).

B

- **Baghdadi, S., & Mecharek, I. (2021).** *Etude de quelques caractéristiques physico-chimiques de quatre échantillons d'huile d'olive de la wilaya de Tizi-Ouzou* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **Benbekhma, F., & Guessoum, M. (2019).** Etude des propriétés physico-chimiques et de la stabilité oxydative d'une huile d'olive additionnée de quelques extraits naturels (Doctoral dissertation).
- **BENBEKHMA, I., BOURAHLA, R., & AYAD, R. E. (2018).** Caractérisation de la qualité des anchois salés marinés à l'huile d'olive vierge et à l'huile végétale «AFIA» (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
- **BENRACHOU N. (2013).** Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. (Université Badji Mokhtar Annaba)

- **BENTEKAYA I., HASSOUNA M. (2007).** Effets des chlorophylles, du bêta-carotène, de l'alphatocophérol, du tyrosol et de leurs interactions sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive tunisienne. 14 (1) : 60-67.
- **Berrabah, K., & Maiz, S. (2018).** Evaluation de l'activité anti-oxydante et antimicrobienne des composés phénoliques au cours de la fermentation naturelle d'olive de table verte: variété Sigoise (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **Borges, T. H., Pereira, J. A., Cabrera-Vique, C., Lara, L., Oliveira, A. F., & Seiquer, I. (2017).** Characterization of Arbequina virgin olive oils produced in different regions of Brazil and Spain: Physicochemical properties, oxidative stability, and fatty acid profile. *Food chemistry*, 215, 454-462.
- **BOUASSILA, L., & MAYOUF, M. (2017).** Etude physicochimique et évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne de trois types d'huile d'olive issus de différentes méthodes d'extraction dans les régions de Kadiria et Lakhdaria de la Wilaya de Bouira.
- **Bouchireb, N., Bouraoui, S., & Idoui, T. E. (2017).** Qualité de l'huile d'olive produite par l'huilerie moderne Koutama (Doctoral dissertation, Université de Jijel)
- **BOUHADI, D., Hariri, A., Benattouche, Z., Sahnouni, F., Bouzidi, N., & Belkhodja, H. (2022).** Evaluation des caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles du concentré de tomate enrichis par l'huile d'olive vierge: Evaluation of the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of tomato concentrate enriched with virgin olive oil. *Revue Nature et Technologie*, 14(02), 08-17.
- **BOULFANE S., MAATA N., ANOUAR A., HILALI S. (2015).** « Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc ». *Journal of Applied Biosciences*. 87 (1) : 8022–8029.
- **Boulfane, S., Maata, N., Anouar, A., & Hilali, S. (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.

- **Boulkroune, H. (2018).** *L'oléiculture en petite Kabylie: améliorer la qualité du produit participe au développement durable de la filière Devant* (Doctoral dissertation).
- **Bouymajane, A., Oulad El Majdoub, Y., Cacciola, F., Russo, M., Salafia, F., Trozzi, A., ... & Mondello, L. (2020).** Characterization of phenolic compounds, vitamin e and fatty acids from monovarietal virgin olive oils of “Picholine marocaine” cultivar. *Molecules*, 25(22), 5428.
- **Buckland, G., & Gonzalez, C. A. (2015).** The role of olive oil in disease prevention: a focus on the recent epidemiological evidence from cohort studies and dietary intervention trials. *British Journal of Nutrition*, 113(S2), S94-S101.

C

- **Casado-Díaz, A., Dorado, G., & Quesada-Gómez, J. M. (2019).** Influence of olive oil and its components on mesenchymal stem cell biology. *World journal of stem cells*, 11(12), 1045.
- **Castillo-Luna, A., Criado-Navarro, I., Ledesma-Escobar, C. A., López-Bascón, M. A., & Priego-Capote, F. (2021).** The decrease in the health benefits of extra virgin olive oil during storage is conditioned by the initial phenolic profile. *Food Chemistry*, 336, 127730.
- **Cetinkaya, H., Kulak, M. (2016).** Soil characteristics influence the fatty acid profile of olive oils. *Sci.Pharm. B. Hortic*, 60, 53-57. Online ISSN 2286-1580
- **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 (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **CODEX ALIMENTARIUS. (1981).** Norme codex pour les huiles d'olive vierges et raffinées et pour l'huile de grignons d'olive raffinée. Codex STAN 33-1981 (Rév. 1989,2003, 2015).
- **COI (Conseil Oléicole International). (1998).** Edition et Diffusion par le Conseil Oléicole International. p 11-13.

- **Commission Regulation (EEC)** No. 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis.
- **CONSEIL OLÉICOLE INTERNATIONAL**, Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive, COI/T.15/NC n° 3/Rév. 14 Novembre 2019
- **Coxam, V., Wauquier, F., Darie, C., Spilmont, M., Davicco, M. J., & Wittrant, Y. (2014).** Huile d'olive et santé osseuse. *OCL*, 21(5), D511.

D

- **Deiana, P., Santona, M., Dettori, S., Culeddu, N., Dore, A., & Molinu, M. G. (2019).** Multivariate approach to assess the chemical composition of Italian virgin olive oils as a function of variety and harvest period. *Food chemistry*, 300, 125243.
- **Demirag, O., & Konuskan, D. B. (2021).** Quality properties, fatty acid and sterol compositions of East Mediterranean region olive oils. *Journal of Oleo Science*, 70(1), 51-58.
- **Derbah, S., & Hamidi, F. (2020).** Etude bibliographique sur l'huile d'olive et l'effet des conditions de stockage sur sa qualité (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **Díez-Betriu, A., Bustamante, J., Romero, A., Ninot, A., Tres, A., Vichi, S., & Guardiola, F. (2023).** Effect of the Storage Conditions and Freezing Speed on the Color and Chlorophyll Profile of Premium Extra Virgin Olive Oils. *Foods*, 12(1), 222.
- **Douzane M, Daas M-S, Meribai A, Guezil A-H, Abdi A, Tamendjari A. 2021.** Physico-chemical and sensory evaluation of virgin olive oils from several Algerian olive-growing regions. *OCL* 28: 55
- **DRICI ADIL, D. E. (2019).** Etude de qualité de l'huile d'olive algérienne: effet des conditions de stockage.
- **Drici Salah Eddine et Drici Addil(2019).** Etude de qualité de l'huile d'olive algérienne :Effet des conditions de stockage. Mémoire de master : Chimie-physique. Université de Guelma, p 1.

E

- **El Qarnifa, S., El Antari, A., & Hafidi, A. (2019).** Effect of maturity and environmental conditions on chemical composition of olive oils of introduced cultivars in Morocco. *Journal of Food Quality*, 2019, 1-14.

F

- **Faci, M. (2022).** Extraction et caractérisation des composés bioactifs des variétés dominantes des vergers oléicoles de kabylie, selon le stade de maturité (Doctoral dissertation, Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou).
- **Faghim, J., Mohamed, M. B., Bagues, M., Guasmi, F., Triki, T., & Nagaz, K. (2021).** Irrigation effects on phenolic profile and extra virgin olive oil quality of "Chemlali" variety grown in south Tunisia. *South African Journal of Botany*, 141, 322-329.
- **Foscolou, A., Critselis, E., & Panagiotakos, D. (2018).** Olive oil consumption and human health: A narrative review. *Maturitas*, 118, 60-66.

G

- **Gagour, J., Oubannin, S., Bouzid, H. A., Bijla, L., El Moudden, H., Koubachi, J., ... & Gharby, S. (2022).** Physicochemical characterization, kinetic parameters, shelf life and its prediction models of virgin olive oil from two cultivars ("Arbequina" and "Moroccan Picholine") grown in Morocco. *OCL*, 29, 39.
- **Gavahian, M., Khaneghah, A. M., Lorenzo, J. M., Munekata, P. E., Garcia-Mantrana, I., Collado, M. C., ... & Barba, F. J. (2019).** Health benefits of olive oil and its components: Impacts on gut microbiota antioxidant activities, and prevention of noncommunicable diseases. *Trends in food science & technology*, 88, 220-227.
- **Ghanbari, R., Anwar, F., Alkharfy, K. M., Gilani, A. H., & Saari, N. (2012).** Valuable nutrients and functional bioactives in different parts of olive (*Olea europaea* L.)—a review. *International journal of molecular sciences*, 13(3), 3291-3340.

- **Gharby, S., Harhar, H., Farssi, M., Taleb, A. A., Guillaume, D., & Laknifli, A. (2018).** Influence of roasting olive fruit on the chemical composition and polycyclic aromatic hydrocarbon content of olive oil. *Ocl*, 25(3), A303.
- **Gimeno, E., Castellote, A. I., Lamuela-Raventós, R. M., De la Torre, M. C., & López-Sabater, M. C. (2002).** The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, α -tocopherol, and β -carotene) in virgin olive oil. *Food Chemistry*, 78(2), 207-211.
- **GOMEZ – RICO A., FREGAPANE G., DESAMPARADOS M. (2007).** Effect of cultivar and ripening on minor components in Spanish olive fruits and their corresponding virgin olive oils. *Food Research International*. 41 (4): 433-440.
- **Guerfi, F. E., & Bechani, H. (2019).** Analyse sensorielle des huiles d'olives.

H

- **Hadj, S. T., Rebiha, K., & Terki, D. (2018).** Caractérisation physico-chimique et organoleptique des huiles d'olive vierges de quelques variétés algériennes. *Revue Agrobiologia*, 8(1), 706-718.
- **Halima, B. A. I. T. I. C. H. E., & Hadjer, B. O. U. A. K. K. A. Z. (2022).** Contribution à l'étude des indicateurs de la qualité de quelques huiles d'olive monovariétales d'Algérie (Doctoral dissertation, Université Ziane Achour/Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).
- **Halli, K., & Khaldi, S. (2019).** Caractérisation des olives et de l'huile d'olive de la Variété Chemlal dans la région de Beni Zmenzer et Freha (Doctoral dissertation, UMMTO).
- **Hamlat, M. (2022).** Etude morphométrique de l'olivier (*Olea europaea* ssp. *europaea* L.) et valorisation des sous-produits oléicoles en Algérie (Doctoral dissertation, Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou).
- **Hazreen-Nita, M. K., Kari, Z. A., Mat, K., Rusli, N. D., Sukri, S. A. M., Harun, H. C., ... & Dawood, M. A. (2022).** Olive oil by-products in aquafeeds: Opportunities and challenges. *Aquaculture Reports*, 22, 100998.

- **Henry, S. (2003).** L'huile d'olive: son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré).

I

- **Iddir, A. (2019).** Etude comparative du comportement des huiles d'olive durant leur stockage. Influence du climat, l'altitude et la date de récolte (Doctoral dissertation, Doctoral dissertation, Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem University, Mostaganem, Algeria). Retrieved from <http://ebiblio.univ-mosta.dz/handle/123456789/13290>.
- ISO 660 : 2020(F)

J

- **Journal officiel de la république Algérienne N° 65, (2012), p13**

K

- **KADRI Chaima, Z. B. (2020).** Etude comparative de la composition et l'activité antioxydante de l'huile d'olive disponible sur les marchés algérien et italien (Doctoral dissertation).
- **KHERCHI Kaouthar, M. A. H. (2018).** Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive issu des Maassaras de la région de Bordj Bou Arreridj (Doctoral dissertation).

L

- **LABOUB FATMA, N. A. (2017).** 2017Contribution à une étude histo-chimique des feuilles d'Olea europaea L.
- **Lafraxo, H., Bakour, M., Laaroussi, H., El Ghouizi, A., Ousaaid, D., Aboulghazi, A., & Lyoussi, B. (2021).** The synergistic beneficial effect of thyme honey and olive oil against diabetes and its complications induced by alloxan in wistar rats. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*, 2021.
- **Laribi, R. (2018).** Les composés phénoliques de quelques variétés de l'huile d'olive algérienne (Doctoral dissertation).

- **Lazzerini, C., & Domenici, V. (2017).** Pigments in extra-virgin olive oils produced in Tuscany (Italy) in different years. *Foods*, 6(4), 25.
- **Lechhab, T., Lechhab, W., Cacciola, F., & Salmoun, F. (2022).** Sets of internal and external factors influencing olive oil (*Olea europaea* L.) composition: A review. *European Food Research and Technology*, 248(4), 1069-1088.
- **Lehara, H., & Mouheb, S. (2021).** Effet du traitement thermique sur les caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive « Traditionnelle » (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **Lehouche, R. E., & Bouzidi, H. (2018).** Evaluation de la qualité physicochimique de l'huile d'olive aromatisée.
- **Louaguenouni, H., & Hadjab, B. (2021).** *L'effet de mode d'extraction sur la qualité d'huile d'olive de la variété Chemlal dans la région de Boudjima et Draa El Mizan* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

M

- **Malheiro, R., Rodrigues, N., & Pereira, J. A. (2015).** Olive oil phenolic composition as affected by geographic origin, olive cultivar, and cultivation systems. In *Olive and olive oil bioactive constituents* (pp. 93-121). AOCS Press
- **Marcelino, G., Hiane, P. A., Freitas, K. D. C., Santana, L. F., Pott, A., Donadon, J. R., & Guimarães, R. D. C. A. (2019).** Effects of olive oil and its minor components on cardiovascular diseases, inflammation, and gut microbiota. *Nutrients*, 11(8), 1826
- **Markellos, C., Ourailidou, M. E., Gavriatopoulou, M., Halvatsiotis, P., Sargentanis, T. N., & Psaltopoulou, T. (2022).** Olive oil intake and cancer risk: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 17(1), e0261649.
- **Martakos, I., Kostakis, M., Dasenaki, M., Pentogennis, M., & Thomaidis, N. (2019).** Simultaneous determination of pigments, tocopherols, and squalene in Greek olive oils: A study of the influence of cultivation and oil-production parameters. *Foods*, 9(1), 31

- **MECHEROUR, K., & IDOUI, T. E. (2018).** Huile d'Olive: Qualité, Activité Anti-oxydante et Anti-inflammatoire in vitro et in vivo (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
- **MEFTAH H., LATRACHE H., HAMADI F., HANINE H., ZAHIR H., EL LOUALI I M. (2014).** Comparaison des caractéristiques physicochimiques des huiles d'olives issus de différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc). *Journal of Materials and Environmental Science*. 5 (2): 641-646.
- **Mele, M. A., Islam, M. Z., Kang, H. M., & Giuffrè, A. M. (2018).** Pre-and post-harvest factors and their impact on oil composition and quality of olive fruit. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 592-603.
- **MelleOuld, M. F., & Zireg, S. (2021).** Etude comparative de la qualité de quelques huiles d'olive de la région de M'sila (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- **METLEF, S. (2021).** Caractérisation et étude des activités antioxydantes et antibactériennes de l'huile d'olive algérienne (Doctoral dissertation).
- **Mezaour, K. (2018).** Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique d'huiles d'olives vierges extra produites en Algérie durant la campagne oléicole 2017/2018 (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **Mohamed, M. B., Boudiche, S., Kachouri, F., & Bornaz, S. (2015).** Impact de la production biologique sur la qualité des produits agricoles et agro-alimentaires : Cas de l'huile d'olive et des tomates. *J New Sci Agricult Biotechnol*, 16, 932-936.
- **Moussaoui, S., Benmounah, M., Khadri, R., & Kabouche, Z. (2022).** Étude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive après enrichissement par les polyphénols des feuilles de lentisque.

N

- **Nahla, A., Fatima Zohra Boughamssa Ilyes, L. B., & Faris, M. (2022).** Contribution à l'étude de la qualité d'huile d'olive de trois régions: Guelma, Skikda et Jijel.

- **NAHLA, Attafi, FATIMA ZOHRA BOUGHAMSSA ILYES, Labreche Bouchra, et FARIS, Mouhallel.** Contribution à l'étude de la qualité d'huile d'olive de trois régions : Guelma
- **NEKROUF, C. L., MENDACI, N., & BERKOUNE, O. (2019).** Contrôle qualité de l'huile d'olive de la wilaya de Tizi-Ouzou.
- **Niaounakis, M., & Halvadakis, C. P. (2006).** Olive processing waste management: literature review and patent survey. P92

O

- **Ouaouich, A., & Chimi, H. (2007).** Guide du producteur de l'huile d'olive. Organisation des Nations Unies pour le Développement industriel.
- **Ouhadj, A., & Ziane, C. (2020).** Étude bibliographique de la qualité des huiles d'olive de quelques variétés Algériennes (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **Ouksel, H., Nouri, D., & Hamdouche, N. (2021).** Etude de quelques caractéristiques physico-chimiques et l'activité anti oxydante de trois variétés de l'huile d'olive algérienne.

P

- **Paolini, M., Bontempo, L., & Camin, F. (2017).** Compound-specific $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^2\text{H}$ analysis of olive oil fatty acids. *Talanta*, 174, 38-43.
- Peri, C. (Ed.). (2014). *The extra-virgin olive oil handbook*. John Wiley & Sons.
- **Pouyet, B., & Ollivier, V. (2014).** Réglementations sur l'étiquetage et la présentation des huiles d'olive. *OCL*, 21(5), D508.
- **Prieto, I., Hidalgo, M., Segarra, A. B., Martínez-Rodríguez, A. M., Cobo, A., Ramírez, M., ... & Martínez-Cañamero, M. (2018).** Influence of a diet enriched with virgin olive oil or butter on mouse gut microbiota and its correlation to physiological and biochemical parameters related to metabolic syndrome. *PloS one*, 13(1), e0190368.

R

- **Remmouche, N., Soum, M., Achab, N., & Idoui, T. (2020).** *Qualité, activités antioxydante et anti-inflammatoire de l'huile d'olive* (Doctoral dissertation, Université de jijel).
- **Rodríguez-Gutiérrez, G., Lama-Muñoz, A., Ruiz-Méndez, M. V., Rubio-Senent, F., & Fernández-Bolaños, J. (2012).** New olive-pomace oil improved by hydrothermal pre-treatments. *Olive Oil—Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions*; Boskou, D., Ed, 249-266.

S

- **Safaa, K. R., Anouzla, A., Abrouki, Y., Loukili, H., Kastali, M., & Souabi, S. (2023).** Management of Olive Oil Mill Wastewater in Morocco. In *Wastewater from Olive Oil Production: Environmental Impacts, Treatment and Valorisation* (pp. 183-212). Cham: Springer International Publishing.
- **Saidia Sana, Z. N. (2021).** Contribution à l'étude de la qualité d'huile d'olive produite dans la région de Guelma.
- **Sánchez-Lucas, R. (2019).** The effect of increasing temperature on olive trees (*Olea europaea* L. subsp. *europaea*) biology: An integrated morphological, phenological and biomolecular study.
- **Schwingshackl, L., Lampousi, A. M., Portillo, M. P., Romaguera, D., Hoffmann, G., & Boeing, H. (2017).** Olive oil in the prevention and management of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of cohort studies and intervention trials. *Nutrition & diabetes*, 7(4), e262-e262.
- **SELAIMIA, R. (2018).** Etude de l'huile d'olive d'Algérie (Doctoral dissertation, GUELMA).
- **Sidhoum, M., & Gaouar, S. S. (2017).** Diversité oléicole au niveau de la wilaya de Tlemcen. Editions universitaires européennes.

- **SIOUDA Zahra, L. O. (2020).** Etude des différentes techniques culturelles pratiquées aux vergers d'olivier (*Olea europaea*) dans la région semi-aride, Wilaya de Bordj-Bou-Arréridj (Doctoral dissertation).

T

- **Tabti, D. (2010).** Régénération in vitro de plants sains à partir d'Apex caulinaires d'olivier *Olea europea* L. var. Chemlal.
- **Tang, F., Li, C., Yang, X., Lei, J., Chen, H., Zhang, C., & Wang, C. (2023).** Effect of Variety and Maturity Index on the Physicochemical Parameters Related to Virgin Olive Oil from Wudu (China). *Foods*, 12(1), 7.
- **Tanouti, K., Elamrani, A., Serghini-Caid, H., Khalid, A., Bahetta, Y., Benali, A., ... & Khiar, M. (2010).** Caractérisation d'huiles d'olive produites dans des coopérative pilotes (Iakrarma et Kenine) au niveau du Maroc Oriental. *Les technologies de laboratoire*, 5(18).
- **Tekaya, M., Amel, M. B., Mechri, B., Ayadi, M., Aouina, M. B. S., Mkada, J., ... & Mezghani, M. A. (2022).** Biochemical characterization of olive oil samples obtained from fruit mixtures and from oil blends of four cultivars grown in Central Tunisia. *OCL*, 29, 5.
- **TIGHIOUART NEDJMA, L. R. (2020).** Comparaison entre la qualité de l'huile d'olive disponible sur les marchés Algérien et Italien (Doctoral dissertation).
- **Trabelsi, L., Gargouri, K., Ayadi, M., Mbadra, C., Nasr, M. B., Mbarek, H. B., ... & Gargouri, R. (2022).** Impact of drought and salinity on olive potential yield, oil and fruit qualities (cv. Chemlali) in an arid climate. *Agricultural Water Management*, 269, 107726.

V

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

- **Vekiari, S. A., Oreopoulou, V., Kourkoutas, Y., Kamoun, N., Msallem, M., Psimouli, V., & Arapoglou, D. (2010).** Characterization and seasonal variation of the quality of virgin olive oil of the Throumbolia and Koroneiki varieties from Southern Greece. *Grasas y Aceites*, 61(3), 221-231.
- **Violino, S., Ortenzi, L., Antonucci, F., Pallottino, F., Benincasa, C., Figorilli, S., & Costa, C. (2020).** An artificial intelligence approach for Italian EVOO origin traceability through an open source IoT spectrometer. *Foods*, 9(6), 834.

W

- **Wiesman, Z. (2009).** Desert olive oil cultivation: advanced bio technologies. Academic Press.

X

- **Xia, M., Zhong, Y., Peng, Y., & Qian, C. (2022).** Olive oil consumption and risk of cardiovascular disease and all-cause mortality: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Frontiers in Nutrition*, 9.

Z

- **ZAATER, A. (2020).** Contribution à l'étude de l'effet de techniques culturales dans un sol sableux sur la pomme de terre dans la région d'El-oued (Doctoral dissertation).
- **Zhang, Y., Zhang, C., Xu, C., Deng, Y., Wen, B., Xie, P., & Huang, L. (2022).** Effect of geographical location and soil fertility on main phenolic compounds and fatty acids compositions of virgin olive oil from Leccino cultivar in China. *Food Research International*, 157, 111207
- **Zipori, I., Erel, R., Yermiyahu, U., Ben-Gal, A., & Dag, A. (2020).** Sustainable management of olive orchard nutrition: A review. *Agriculture*, 10(1), 11.
- **ZITOUNI Fifi, A. H.** Caractérisation morphologique et étude phytochimique de l'extrait des feuilles de trois variétés d'olivier *olea europaea* L. dans la région de Biskra.

ANNEXES

Annexes

Annexe 01 :

Préparation des solutions d'indice d'acide :

- **Préparation solution de phénophtaléine à 1% :** dissoudre 0,5 g de phénophtaléine dans 50 ml d'alcool éthylique à 95°.
- **Préparation solution d'hydroxyde de potassium :** dissoudre 1,4 g d'hydroxyde de potassium (KOH) dans 250 ml d'eau distillée.

Préparation des solutions d'indice de peroxyde :

- Préparation de la solution d'empois d'amidon : on pèse environ 1g d'amidon et on le dissout dans 100 ml d'eau bouillante, et laisser bouillir durant 5 min.
- Préparation de la solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) titrée 0 ,001 N ou 0,002N
solution 01 : dissoudre 2.5 g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 (\text{H}_2\text{O})$ dans 100 ml l'eau distillé .

Solution 02 (la solution de thiosulfate de sodium) : nous prélevons 2 ml de solution 01 et on ajoute environ 100 ml d'eau distillé.

- Préparation de la solution d'iodure de potassium (KI) : mélange 5g de KI avec 10 ml d'eau distillée et ajoute KI jusqu'à saturation.

Annexes

Annexe 02 :

Caractères organoleptiques (sensorielles) :

L'analyse organoleptique a été faite à l'aide de 10 personnes. Les analyses ont été effectuées en une seule fois et les dégustateurs sélectionnés ont réalisé au maximum quatre dégustations par jour. L'analyse organoleptique a concerné les cinq échantillons apportés sur les caractéristiques : la couleur, l'aspect, l'odeur, le goût, le saveur. Et on a rempli la formule suivante selon les dégustateurs pris :

La feuille de profil sensoriel

➤ Numéro de l'échantillon : E A

- **Couleur** : jaune claire
- **Aspect** : moyenne
- **Odeur** : acceptable
- **Saveur** : moyenne au mauvaise
- **Gout** : amer
- **Autres** :

➤ Numéro de l'échantillon : E B

- **Couleur** : vert
 - **Aspect** : faible
 - **Odeur** : agréable
 - **Saveur** : piquant
 - **Gout** : fruité et amer
 - **Autres** :
-

Annexes

➤ Numéro de l'échantillon : E C

- **Couleur** : jaune claire
- **Aspect** : fort
- **Odeur** : désagréable
- **Saveur** : moyenne, piquant
- **Gout** : amer
- **Autres** :

➤ Numéro de l'échantillon : E D

- **Couleur** : jaune au vert
- **Aspect** : moyenne
- **Odeur** : agréable
- **Saveur** : bonne
- **Gout** : fruité
- **Autres** :

➤ Numéro de l'échantillon : E E

- **Couleur** : jaune foncé
- **Aspect** : fort
- **Odeur** : agréable
- **Saveur** : bonne
- **Gout** : fruité
- **Autres** :