

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Alimentaire

Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

THEME

Qualité de l'huile obtenue par la méthode de Bouzeguène et perspectives de valorisation des olives séchées.

Réalisé par

BOUREBIA Nasma

YACHIR Warda

Devant le jury:

M^r BENGANA

MCB- UMMTO **Président**

M^m BENTAYEB

MCB- UMMTO **Examinatrice**

M^m ALLANE

MCB- UMMTO **Promotrice**

2023/2024

Remerciements

Tout d'abord je remercie le bon Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage et La volonté pour réaliser et accomplir ce modeste travail.

Tout travail de recherche n'est jamais totalement l'œuvre d'une seule personne. A cet effet, nous tenons à exprimer nos sincères reconnaissances et nos vifs Remerciements à Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Toutes nos gratitudes à notre promotrice **Mme ALLANE.T**, pour sa gentillesse, ainsi que pour Ces conseils, ses encouragements et son aide tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous adressons nos remerciements aux membres du jury pour nous avoir fait L'honneur de participer à la soutenance afin de nous évaluer.

Nos remerciements s'adressent également aux personnels du laboratoire

Mr METAHRI.M.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à nos parents, et à tous Nos proches et amis qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation De ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

***Mon cher papa**, ton soutien est le fondements essentiels tout au long de mon parcours. Grâce à ta sagesse et aux sacrifices que tu as consentis, j'ai pu poursuivre mes rêves et surmonter les obstacles. Ce mémoire est le reflet de ton amour et de ta détermination, et je te l'offre avec une immense gratitude.*

*À **ma chère maman**, Pour ton amour inconditionnel et ta force, qui m'ont toujours inspiré. Merci d'avoir cru en moi et de m'avoir guidé avec tant de sagesse, ton soutien et tes encouragements ont été des lumières sur mon chemin.*

*À mes frères **Ghiles** et **Rayane**, pour les rires, les défis et les moments inoubliables partagés.*

Ce travail est le reflet de notre fraternité et de tout ce que vous m'apportez.

*À ma sœur **Alicia**, Pour les rires, les encouragements et les moments partagés.*

À mes oncles, mes tentes, mes cousins et cousines.

*À mes chers amies (**sabrina, leticia, sabrina.z**) Votre encouragement et votre joie de vivre ont rendu ce parcours bien plus agréable.*

*Et a tous mes amis(es). Et aussi (**djaffer, melina, Hakim**).*

Tous les personnes que m'ont soutenu, je vous remercie.

Nasma

Dédicaces

* *Je dédie cet évènement marquant de ma vie à la mémoire de mon père disparu trop tôt, qui de son vivant a toujours et tellement investi pour me voir réussir.*

J'espère que du monde qui est sien maintenant, il est apprécié et humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde.

* *A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, ma lune et le fil d'espoir qui allumer mon chemin, ma moitié,
Maman.*

Amon très cher bien aimé Dada **Ahcene pour son soutien, sa tendresse et surtout sa confiance en moi.*

* *Mes chers frères (**Amar, Mouloud, Mekhlouf et Achour**) et mes chers sœurs (**Malha, Nadia, Lamia**) pour leur dévouement, leur compréhension et leur grande tendresse, qui en plus de m'avoir encouragé tout le long de mes études, m'ont consacré beaucoup de temps et disponibilité, et qui par leur soutien, leurs conseils et leur amour, m'ont permis d'arriver jusqu'à ici car ils ont toujours cru en moi, Merci d'avoir toujours soutenu et merci pour tous les bons moments passé ensemble, et ce n'est pas fini.*

A mon meilleur ami **Gaya, pour la patience et le soutien dont il a fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes gratitudes.*

* *A ma chérie **Chahinaz**, qui depuis des années m'encourage, me comprend et a toujours été à mes côtés, que Dieu lui donne du bonheur, santé et réussite.*

* *Sans oublier ma binôme **Nasma** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension toute au long de ce projet.*

WARDA

Table de matières

Liste des abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction	1
I. Généralité sur l'olivier	4
I.1. Histoire et origine	4
I.2. Description de l'olivier	4
I.3. Classification botanique de l'olivier	5
II. Fruit de l'olive	5
II.1 Description de l'olive	5
II.2 Morphologie de l'olive	5
III. Huile d'olive.....	6
III.1. Définition	6
III.2. Classification des huiles d'olive	6
III.2.1. Huiles d'olive vierge	6
III.2.1.1. Huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état.....	6
III.2.1.1.1. Huile d'olive vierge extra	6
III.2.1.1.2. Huile d'olive vierge	7
III.2.1.1.3. Huile d'olive vierge courante.....	7
III.2.1.2. Huiles d'olive vierges qui doivent faire l'objet d'un traitement avant leur consommation	7
III.2.2. Huile d'olive raffinée (HOR)	7
III.2.3. Huile de grignons d'olive (HGO).....	7
III.3. Composition physicochimique de l'huile d'olive	8
III.3.1. Fraction saponifiable	8
III.3.1.1. Acides gras	8
III.3.1.2. Triglycérides.....	10
III.3.2. Fraction insaponifiable	10

III.3.2.1. Composés phénoliques	10
III.3.2.2. Tocophérols	11
III.3.2.3. Composition aromatique	12
III.3.2.4. Stérois	12
III.3.2.5. Hydrocarbures	12
III.3.2.6. Pigments	12
IV. Technologie d'extraction de l'huile d'olive	13
IV.1. Récolte des olives	13
IV.2. Défeuillage et lavage	13
IV.3. Broyage	13
IV.4. Malaxage	14
IV.5. Extraction de l'huile d'olive	14
IV.5.1. Extraction par pression	14
IV.5.2. Système d'extraction par centrifugation (procédé continu)	14
IV.5.2.1. Système d'extraction par centrifugation à deux phases	14
IV.5.2.2. Système d'extraction par centrifugation à trois phases	15
IV.6. Stockage	15
V. Critères de qualité recherchée	17
V.1. Indice de l'acidité	17
V.2. Qualité organoleptique	17
V.3. Indice de peroxyde	17
V.4. Absorption spécifique dans l'ultraviolet (UV)	17
VI. Production de l'huile d'olive en Algérie	17

PARTIE II : Datte et caroube

I. Dattes	19
I.1. Définition	19
I.2. Composition des dattes	19
I.3. Composition biochimique de la datte	20
I.3.1. Les sucres.....	20

I.3.2. Les fibres	20
I.3.3. Les protéines	20
I.3.4. Les lipides	20
I.3.5. Les minéraux.....	20
I.3.6. Les composés phénoliques	20
I.4. Bienfaits des dattes	21
I.4.1. Promouvoir la santé digestive	21
I.4.2. Traitement de l'anémie	21
I.4.3. Fournir de l'énergie au corps	21
I.4.4. Bénéfique pour la peau.....	21
I.4.5. Activité antioxydant	22
I.5. Transformation de la datte.....	22
I.5.1. Pâte de datte	22
I.5.2. Farine de datte	22
I.5.3. Sirop, crèmes et confitures de dattes	22
II. La caroube	22
II.1. Description	22
II.2. Composition chimique de la caroube	23
II.2.1. Les Sucres	23
II.2.2. Les vitamines	24
II.2.3. Les cendres	24
II.2.4. Les protéines	25
II.2.5. Composés phénoliques	25
II.2.6. Les fibres	25
II.2.7. Teneur en cendre.....	26
II.3. Domaine d'utilisation	26
II.3.1. Alimentaire	26
II.3.2. Médical	26
II.3.3. Cosmétique	26

II.3.4. Chimique	26
II.3.5. Industriel	26

PARTIE III : Généralité sur le chocolat

I. Chocolat.....	27
I.1. Définition	27
I.2. Différentes étapes de fabrication de chocolat	27
I.2.1. La récolte des graines de cabosses.....	27
I.2.2. Fermentation	27
I.2.3. Séchage	28
I.2.4. Torréfaction et le broyage.....	28
I.2.5. Malaxage et le conchage.....	28
I.2.6. Le tempérage et l'enrobage.....	28
I.3. Bienfaits du chocolat	29

Partie expérimentale

Partie 1 : Caractérisation sommaire des olives et de l'huile extraite

I. Matériel végétal	30
I.1. Fruits d'olive	30
II. Caractérisation physicochimique des olives	30
II.1. Évaluation biométrique	30
III. Séchage	31
III.1. Cinétique de séchage et détermination de TEE.....	31
III.2. Séchage dans la tente	31
IV. Extraction de l'huile d'olive	32
IV.1. Processus adapté du procédé traditionnel (appliqué pour les olives séchées)	32
IV.2. Processus adapté du procédé classique (appliquée pour les olives fraîches)	33
V. Analyse de la qualité d'huile	34
V.1. Cas des échantillons obtenus au laboratoire	34
V.1.1. Détermination de l'acidité libre.....	34
V.1.2. Détermination des coefficients d'extinction spécifiques (UV)	34
V.1.3. Mesure des pigments chlorophylliens et les caroténoïdes	36

V.1.4. Dosage des polyphénols totaux	36
V.1.4.1. Extraction	36
V.1.4.2. Préparation de la gamme d'étalonnage	37
V.1.4.3. Détermination de la teneur en polyphénols dans les différents échantillons	37
V.1.5. Activité antiradicalaire au radical DPPH	38
V.2. Cas des échantillons issus des huileries modernes	38
VI. Analyse statistique	39

Partie 2 : Essai d'obtention d'un substitut de chocolat

I. Essai d'obtention d'un substitut de chocolat à base de poudre de caroube, de pâte dattes molles et de pâte d'olives séchées	40
I.1. Matériel végétal	40
I.2. Capacité d'absorption d'huile (CAH)	40
I.3. Capacité d'absorption d'eau (CAE)	40
II. Nouvelle formulation obtenue	41
II.1. Analyses de la dureté	41
II.2. Evaluation sensorielle	42

Résultats et discussions

Partie 1 : Caractérisation sommaire des olives et de l'huile extraite

I. Fruits d'olive.....	44
I.1. Caractérisation physicochimique sommaire des fruits	44
I.1.1. Evaluation biométrique	44
II. Extraction de l'huile d'olive	45
II.1. Séchage tente : cinétique et détermination de taux d'élimination d'eau (TEE)	45
II.2. Extraction de l'huile d'olive (HO).....	48
III. Analyse de la qualité d'huile	50
III.1. Acidité libre	50
III.1.2. Interprétation statistique de l'acidité libre en utilisant la boîte à moustache (Guen, 2001)	53
III.2. Détermination des coefficients d'extinction spécifique (UV)	55

IV. Analyse chimique complémentaire	57
IV.1. Teneur en chlorophylles et caroténoïdes	57
IV.2. Teneur en polyphénols totaux	59
IV.3. Activité antiradicalaire (DPPH)	61

Partie 2 : Essai d'obtention d'un substitut de chocolat

I. Essai d'obtention d'un substitut de chocolat à base de poudre de caroube, de pâte de dattes molles et de pâte d'olives séchées	62
I.1. Capacité d'absorption d'eau et d'huile de la poudre de caroube	62
I.2. Nouvelle formulation obtenue.....	63
I.2.1. Analyses de la dureté	63
I.2.2. Evaluation sensorielle	64
Conclusion générale	67

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste Des Abréviations

HOVL : Huile d'olive vierge lampante

COI : Conseil oléicole international

HGO : Huile de grignons d'olive

HOR : Huile d'olive raffinée

CAE : Capacité d'absorption d'eau

CAH : Capacité d'absorption d'huile

SC : Substitut de chocolat

F : Friedman

HOS : Huiles d'olives séchées

HOF : Huiles d'olives fraiche

HOFB : Huile d'olive fraiche Bouzegène

HOFM : Huile d'olive fraiche de Mekla

HOFA : Huile d'olive fraiche Azazga

HOFLNI : Huile d'olive fraiche Larbah nath Irathen

HOFAY : Huile d'olive fraiche Ath yanni

HOFO : Huile d'olive fraiche Ouadhia

HOFMC : Huile d'olive fraiche Michelet

HOFBZ : Huile d'olive fraiche Beni Zmenzer

HOFFR : Huile d'olive fraiche Freha

HOFMTK : Huile d'olive fraiche Maatkas

COI : Le conseil oléicole international

HR : Humidité relative

T° : Température

C° : Degrés Celsius

UV : Ultra-violet

DPPH : 2-2-diphényl 1-picrylhydrazyl

NaOH : L'hydroxyde de sodium

KOH : Hydroxyde de potassium

Nm : Nanomètre

± : Plus ou moins

% : Pourcentage

λ : Longueur

d'onde **Km** :

Kilomètre

G : Gramme

Mg : Milligramme

Kg : Kilogramme

Mm : Millimètre

N : Normalité

Min : Minute

H : Heure

ml : Millilitre

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	L'arbre de l'olivier	4
2	Morphologie de fruit de l'olivier et ses différentes parties	6
3	Les principaux composés phénoliques de l'huile d'olive	11
4	La structure chimique de la vitamine E	11
5	Organigramme de l'extraction de l'huile d'olive	16
6	Composition de fruit du palmier dattier	19
7	Fruit d'un caroubier	23
8	Photographie des olives fraîches utilisées	30
9	Photographie des olives étalés sur une grille à l'intérieur de la tente	32
10	Processus d'extraction d'huile d'olive appliqué au laboratoire	33
11	Photographie des ingrédients utilisés : poudre de caroube (a), pâte de dattes molles (c) et pâte d'olives séchées (b)	41
12	Courbe de séchage dans une tente	45
13	Variation de la température à l'intérieur de la tente exprimée en °C en fonction du temps (jours) des olives séchées.	47
14	Variation de la température à l'extérieur de la tente exprimée en °C en fonction du temps (jours) des olives séchées	47
15	Variation de l'humidité relative de l'air à l'intérieur de la tente exprimée en °C en fonction du temps (jours) des olives séchées	48
16	Variation de l'humidité relative de l'air à l'extérieur de la tente exprimée en °C en fonction du temps (jours) des olives séchées	48
17	Photographie des olives fraîches (OF) et des olives séchées dans la tente (OS) pendant 3 jours avec un TEE de 29,16%	49
18	Photographie de l'huile d'olives fraîches (a) et de l'huile d'olives séchées dans la tente (b)	49
19	Acidité des échantillons d'huile d'olive étudiés	51

20	Boite à moustache des valeurs de l'acidité libre des 10 échantillons d'huile d'olive du groupe B	54
21	Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés à 232 nm	55
22	Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés à 270nm	56
23	Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés (ΔK)	57
24	Teneur en chlorophylles des échantillons d'huile étudiées	58
25	Teneur en caroténoïdes des échantillons d'huiles étudiées	58
26	Teneur en polyphénols totaux des échantillons d'huile étudiés	59
27	Activité antiradicalaire des extraits méthanoliques contre le radical DPPH° (exprimée en % d'inhibition du radical DPPH°)	60
28	Photographie des trois substituts de chocolat (SC) réalisées à partir de différentes proportions de poudre de caroube, de pâtes de dattes molles et de pâte d'olives séchées	63
29	Valeur de la dureté des trois recettes d'un substitut de chocolat (SC1, SC2, SC3) et du chocolat de référence de la marque «Ambassadeur »	64

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Composition en acides gras d'une huile d'olive	9
2	Les cinq principaux triglycérides présents dans de l'huile d'olive, exprimés en pourcentage	10
3	Production algérienne de l'huile d'olive et la superficie	18
4	Valeurs moyennes de la teneur en vitamines de la poudre de caroube	24
5	La teneur en minéraux de la poudre de caroube	25
6	Préparation des dilutions de l'acide gallique pour réalisation de la courbe standard des polyphénols totaux	37
7	Composition qualitative et quantitative (en g et en %) des substituts de chocolat (SC) investigués.	41
8	Poids et dimensions des fruits, noyaux et pulpes des olives fraîches et des olives séchées	44
9	Résultats de la modélisation de la cinétique de séchage.	46
10	Proportion d'huile d'olive et de margine récupérée après l'opération d'extraction.	50
11	Classement des différents échantillons d'HO étudiés selon leurs acidités libres (%)	52
12	Valeur de la capacité d'absorption d'huile (CAH) et d'eau (CAE) de la poudre de caroube.	62
13	Résultats de classement des trois substituts chocolat (SC).	65

Introduction générale

Introduction

La culture de l'olivier est cruciale dans l'agriculture des pays du bassin méditerranéen, apportant à la fois des bénéfices alimentaires et économiques. En Algérie, l'olivier joue un rôle particulièrement important, représentant 33% des surfaces cultivées, comparé à d'autres cultures fruitières telles que le palmier dattier (20,09%), les agrumes (8,04%) et le figuier (6,05%). Le pays possède une grande diversité variétale avec plus de 150 variétés d'olivier (**Benaziza et Semad, 2016**). La stratégie de plantation d'un million d'hectares a contribué à une augmentation significative de la surface oléicole, passant de 350 000 hectares en 2012 à 471 657 hectares en 2017 (**Oreggia, 2017**).

L'huile d'olive est le produit traditionnel principal de l'olive, fruit de l'olivier (*Olea europaea*). Le processus de son extraction se base sur trois opérations de base qui viennent après les opérations préliminaires : broyage, malaxage, pressage et extraction/séparation (récupération d'huile). C'est un procédé universel qui se retrouve dans toutes les huileries modernes. Ces différentes variantes sont en fait des versions perfectionnées des procédés traditionnels. A ce sujet il nous paraît utile de relever le procédé utilisé traditionnellement et exclusivement dans certaines régions de la Kabylie. Il a été d'ailleurs évoqué pour la première fois par **Boukhiar et al. (2017)**. Le procédé en question fait intervenir un séchage solaire (naturel) avant broyage au moyen d'une meule à pierre tirée par un animal de trait (mulet, âne, cheval...) et d'une extraction par pressage au moyen d'une presse à vis manuelle. Mais ce procédé est aujourd'hui presque totalement délaissé au profit des huileries modernes.

L'olive de table est le deuxième produit alimentaire issu de la transformation de l'olive entière.

L'huile d'olive et l'olive de table sont tous deux des produits considérés comme nutraceutiques et aliments fonctionnels (**Gambino et al., 2018**). De plus, la demande actuelle en aliments sains et durables a encouragé le développement de nouvelles alternatives, même pour les produits traditionnels (**Rabadán et al., 2021**). L'innovation est d'ailleurs largement reconnue comme l'une des clés de la réussite (**Guerrero et al., 2016**). Et puis, il semble exister d'importantes possibilités d'introduire des innovations dans les produits alimentaires traditionnels sans contrarier leur caractère traditionnel, en particulier pour les innovations susceptibles d'accroître l'authenticité du produit (**Guerrero et al., 2016**). Comme le souligne à ce sujet **Liivat (2023)**, les innovations alimentaires se traduisent généralement par des produits contenant des ingrédients plus sains ou non conventionnels qui apportent plus

d'avantages que les matières premières habituelles. Bien que la tendance de la production d'huile d'olive en Algérie est à l'augmentation, la qualité demeure un défi majeur en raison de la négligence et du manque de connaissance dans le secteur.

Le présent travail porte sur deux points essentiels :

1)- l'analyse de l'acidité libre de l'huile d'olive obtenu par séchage préalable dans la tente des olives en s'inspirant pour cela des rares travaux disponibles sur le sujet (**Bennai et al., 2019 ; Allane et al., 2022, Allane et al., 2023**). Ces travaux traitent principalement du procédé traditionnel d'extraction de l'huile d'olives à partir de fruits préalablement séchés au soleil et appliqué dans certaines régions de la Kabylie dont celle de Bouzeguène (~50 km à l'extrême sud-est de Tizi-Ouzou). L'acidité libre est en effet le paramètre de qualité essentiel de classement de l'huile d'olive.

2-) Essai de formulation d'un substitut de chocolat (SUBCHOC) à base de poudre de caroube, de pâte de dattes molles et de pâte d'olives séchées. Cette partie de l'étude est inspirée du travail communiqué par **Abdellaoui et al. (2018)** à propos d'une confiserie à base de ces mêmes ingrédients.

La poudre de caroube est connue pour être utilisée comme substitut du cacao en raison de sa richesse en sucres, en fibres alimentaires telles que la cellulose, les hémicelluloses et la lignine, ainsi qu'en minéraux (**Hariri et al., 2009**). De plus, elle est également considérée comme une source potentielle de molécules bioactives (**Hariri et al., 2009**). En outre, l'absence de certaines substances excitantes comme la caféine et la théobromine **Yousif et Alghzawi, (2000)** en fait une option intéressante pour ceux qui sont sensibles à ces stimulants.

Quant à la pâte d'olive séchées, elle est surtout utilisée pour remplacer les matières grasses telles que le beurre de cacao. Ce dernier est employé dans la fabrication du chocolat pour donner de la texture, de la douceur, et un bon point de fusion. Cependant, malgré ses avantages, le beurre de cacao présente aussi certains inconvénients en raison de sa richesse en acides gras saturés (**Verdier et al., 2015**), ce qui peut poser des problèmes pour les personnes cherchant à réduire leur consommation de graisses saturées pour des raisons de santé cardiaque.

Enfin, en plus de la confiserie naturelle évoquée précédemment, la pâte de datte est citée comme ingrédient dans d'autres compositions alimentaires comme les barres nutritionnelles contenant du lait entier, les boissons aromatisées au chocolat, les produits de boulangerie, etc. (**FAO, 1993**).

Partie

Bibliographique

Partie 1

Olivier et huile d'olive

I. Généralité sur l'olivier

I.1. Histoire et origine

L'histoire de l'olivier est intimement liée à celle des civilisations qui ont émergé autour du bassin Méditerranéen. L'olivier et son huile occupent donc une place importante dans la culture. Et cet héritage perdure encore aujourd'hui dans les cultures méditerranéennes (**Henry, 2003**). L'olivier (*Olea europea L*) est un arbre vigoureux qui peut vivre des siècles, jusqu'à 300 ou 400 ans. Les « branches » qu'elle produit assurent sa descendance, à tel point que les anciens croyaient immortalité (**Aoues et Bekhouche, 2020**). L'Olivier est évidemment présent dans toutes les religions (Christianisme, Judaïsme, Islam) et symbolise la paix, le vieillissement, et la longévité (**Marwa et Himour, 2023**).

I.2. Description de l'olivier

L'olivier appartient à la famille des Oléacées qui comprend environ 30 espèces principales. Cependant il existe 600 espèces. Cet arbre typiquement méditerranéen est cultivé dans un climat subtropical sec et peut tolérer des conditions extrêmes comme la chaleur et la sécheresse. Bien qu'il pousse bien dans un sol aéré, il peut aussi s'adapter à différents types de sols. Morphologiquement, l'olivier se caractérise par un tronc bas et gris. C'est un arbre à croissance lente, généralement une hauteur de 15 à 20 mètres selon les conditions de sol et de climat (Figure 1). Pour augmenter sa productivité, il est souvent taillé à une hauteur de 3 à 5 mètres. Toujours vert, l'olivier est un arbre fruitier à feuilles persistantes (**Henry, 2003**).



Figure 1 : l'arbre de l'olivier (**Bouaziz et Medrouh, 2019**)

I.3. Classification botanique de l'olivier

La classification botanique de l'olivier selon **Henry (2003)** est la suivante :

L'embranchement : phanérogame

Le sous-embranchement : Angiospermes

La classe : Dicotylédones

La sous-classe : Asteridae

L'ordre : Srophulariales

La famille : Oleaceae

Le genre : *Olea*

L'espèce : *Olea europaea L.*

Deux sous-espèces :

- L'olivier cultivé : *Olea europaea L.* variété sativa.

- L'olivier sauvage, encore appelé oléastre : *Olea europaea L.* variété oléastre.

II. Fruit de l'olive**II.1. Description de l'olive**

L'olive est une drupe de forme ovoïde avec une peau lisse. Le fruit de l'olivier est noir violacé à l'état mûr, mais certains cultivars sont verts à l'état mûr et certaines olives sont d'un brun cuivré. La dimension du fruit de l'olivier varie, même sur un même arbre, et varie en fonction du cultivar, de la production fruitière, de la fertilité du sol, de l'eau disponible et des méthodes de culture (**Henry, 2003**).

II.2. Morphologie de l'olive

Selon **Amimer et Yazid (2021)** l'olive est essentiellement composée de (Figure 2) :

- **L'épicarpe :** c'est la partie externe du fruit et représente 1,5 à 2 % de la masse totale du poids de fruit. Sa couleur va du vert au début de la maturité au violet et au noir à pleine maturité.

- **Mésocarpe** : c'est la pulpe et représente 65 à 83 %
- **Endocarpe** : appelé aussi le noyau représente 18 à 22% du poids du fruit.

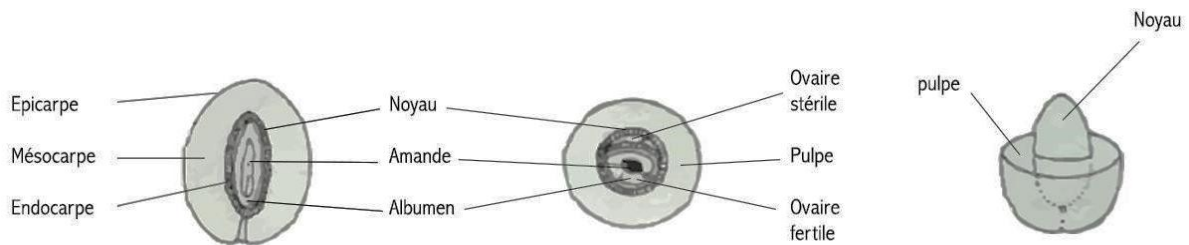


Figure 2 : Morphologie de fruit de l'olivier et ses différentes parties (Assami et al., 2016).

III. Huile d'olive

III.1. Définition

Selon le Codex Alimentarius, il s'agit d'une huile dérivée exclusivement des fruits de l'olivier (*Olea europaea L.*). Elle est obtenue par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile.

III.2. Classification des huiles d'olive

Les huiles d'olives sont classées comme suit (COI, 2022) :

III.2.1. Huiles d'olive vierges

Les huiles d'olive vierges sont les huiles obtenues du fruit de l'olivier (*Olea europaea L.*) uniquement par pressages mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile. Seuls les traitements de lavage, de décantation, de centrifugation et de filtration sont tolérés. Elles sont classées et dénommées comme suit :

III.2.1.1. Huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état

III.2.1.1.1. Huile d'olive vierge extra

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique ne dépasse pas 0,80 gramme pour 100 grammes et dont les autres caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques sont conformes à celles établies pour cette catégorie.

III.2.1.1.2. Huile d'olive vierge : huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide libre oléique ne peut excéder 2,0 grammes pour 100 grammes, et dont les autres caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie conformément à la norme de **COI (2022)**.

III.2.1.1.3. Huile d'olive vierge courante : huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique ne dépasse pas de 3,3 grammes pour 100 grammes, et dont les autres caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques sont conformes à celles établies par la norme de **COI (2022)**.

III.2.1.2. Huiles d'olive vierges qui doivent faire l'objet d'un traitement avant leur consommation

➤ **Huile d'olive vierge lampante (HOVL) :** huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique dépasse 3,3 grammes pour 100 grammes et/ou dont les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la norme de **COI (2022)**. Elle est conçue pour les secteurs du raffinage ou pour des applications techniques.

III.2.2. Huile d'olive raffinée (HOR)

Huile d'olive est fabriquée à partir d'huiles d'olive vierges grâce à des procédés de raffinage qui ne modifient pas la structure glycéridique initiale. La valeur maximale de son acidité libre exprimée en acide oléique est de 0,30. Les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de 100 grammes sont conformes à celles établies pour cette catégorie par la présente norme **COI (2022)**.

III.2.3. Huile de grignons d'olive(HGO)

Huile d'olive est produite grâce à un traitement aux solvants ou à d'autres méthodes physiques, à l'exception des huiles issues de procédés de réestérification et de tout mélange avec d'autres huiles. Elle est vendue selon les appellations et les définitions suivantes :

- ✓ Huile de grignons d'olive brute ;
- ✓ Huile de grignons d'olive raffinée ;
- ✓ Huile de grignons d'olive composée d'huile de grignons d'olive raffinée et d'huiles d'olive vierges.

Ces trois dernières huiles (**HOVL**, **HOR** et **HGO**) doivent subir un traitement avant de les consommer.

III.3. Composition physicochimique de l'huile d'olive

III.3.1. Fraction saponifiable

Est constituée d'acides gras et de leurs dérivés (acylglycérols, phosphatides). Elle représente environ 99% de l'huile et lui confère la plupart de ses caractéristiques physiques, chimiques et métaboliques (**Ryan et al.,1998**).

III.3.1.1. Acides gras

Les acides gras sont des molécules organiques contenant des chaînes carbonées terminées par un groupement carboxylique (COOH). Ils se trouvent généralement avec un nombre pair d'atomes de carbone, variant de 14 à 24. Ces chaînes peuvent être saturées, mono insaturées ou polyinsaturées. L'huile d'olive est constituée en moyenne de 72 % d'acides gras mono insaturés, 14 % d'acides gras polyinsaturés et 14% acides gras saturés(tableau1) (**Selaimia, 2018**).

Tableau 1 : composition en acides gras d'une huile d'olive (Selaimia, 2018).

Acides gras	Formule brute	(%)	(%)
Acide myristique	C14:0	Traces	< 0,1
Acide palmitique	C16:0	7.5-15.6	7.5-20
Acide palmitoléique	C16:1n-7	0.3-1.9	0.3-3.5
Acide margarique	C17:0	< 0.3	< 0.5
Acide margaroléique	C17:1n-8	< 0.5	< 0.6
Acide stéarique	C18:0	1.4-3.4	0.5-5
Acide oléique	C18:1n-9	60.9 - 82.1	55-83
Acide vaccinique	C18:1n-7	0.7-3.6	-
Acide linoléique	C18:2n-6	4.5-16.1	3.5-21
Acide α -linoléique	C18:3n-3	0.4-1.2	< 1.5
Acide arachidonique	C20:0	0.3-0.5	< 0.8
Acide gadoléique	C20:1n-9	0.2-0.5	-
Acide béhénique	C22:0	< 0.2	< 0.2
Acide lignocérique	C24:0	< 0.1	< 1

La composition en acides gras de l'huile d'olive varie considérablement en fonction de la variété des olives, des conditions climatiques, de l'origine géographique, de la variété et la maturité des olives (Veillet et al., 2010). Le Conseil oléicole international fixe des valeurs de références pour la teneur en acides gras dans l'huile d'olive.

III.3.1.2. Triglycérides

Les triglycérides, constitués d'esters d'acides gras et de glycérol, représentent le composant principal (entre 97 et 99%) de l'huile d'olive. Cette huile contient une vingtaine de triglycérides, parmi lesquels cinq principaux sont présentés dans le tableau 2 (**Chekatti, 2024**).

Tableau 2 : Les cinq principaux triglycérides présents dans de l'huile d'olive, exprimés en pourcentage (**Chekatti, 2024**).

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

Où : O = acide oléique ; L = acide linoléique ; P = acide palmitique ; S = acide stéarique.

III.3.2. Fraction insaponifiable

C'est la partie mineure est appelée insaponifiables, comprenant les composés phénoliques, les stérols, les tocophérols, et des caroténoïdes etc. (**selaimia, 2018**).

III.3.2.1. Composés phénoliques

Les composés phénoliques peuvent être utilisés comme marqueurs pour identifier selon leur origine. La géographie a une forte influence sur le développement de certains composés phénoliques (**Henry, 2003**).

Les composés phénoliques assurent une stabilité adéquate à l'oxydation des huiles d'olive vierges (**Chelaghema et al., 2021**).

L'*Olea europea* contient principalement des composés phénoliques tels que l'oleuropéine, la dimethyloleuropeine, la ligstroside et la verbascoside. L'hydrolyse de l'oleuropéine et du ligstroside donne naissance au tyrosol et à l'hydroxytyrosol et l'acide caféique, l'acide pcoumarique et l'acide vanillique sont des produits de dégradation des glucosides (Figure 3). En

général, ces composés phénoliques sont associés aux saveurs amères et astringentes de l'huile. Par ailleurs, ces substances jouent un rôle important dans la stabilité de l'huile (Selaimia, 2018).

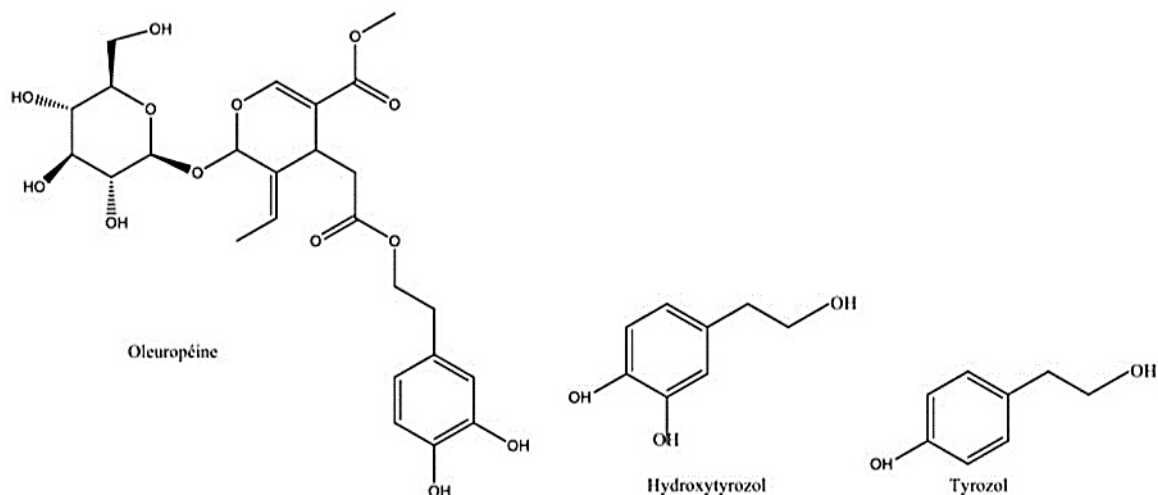


Figure 3 : Les principaux composés phénoliques de l'huile d'olive (selaimia, 2018).

III.3.2.2. Tocophérols

Les tocophérols, en tant que vitamine E. Dans les huiles d'olive, leur concentration varie considérablement, avec l'alpha-tocophérol dominant, représentant environ 90% de la teneur totale en tocophérols. Le beta et gamma tocophérol sont également présents en petites quantités. (Louni, 2015) (Figure 4).

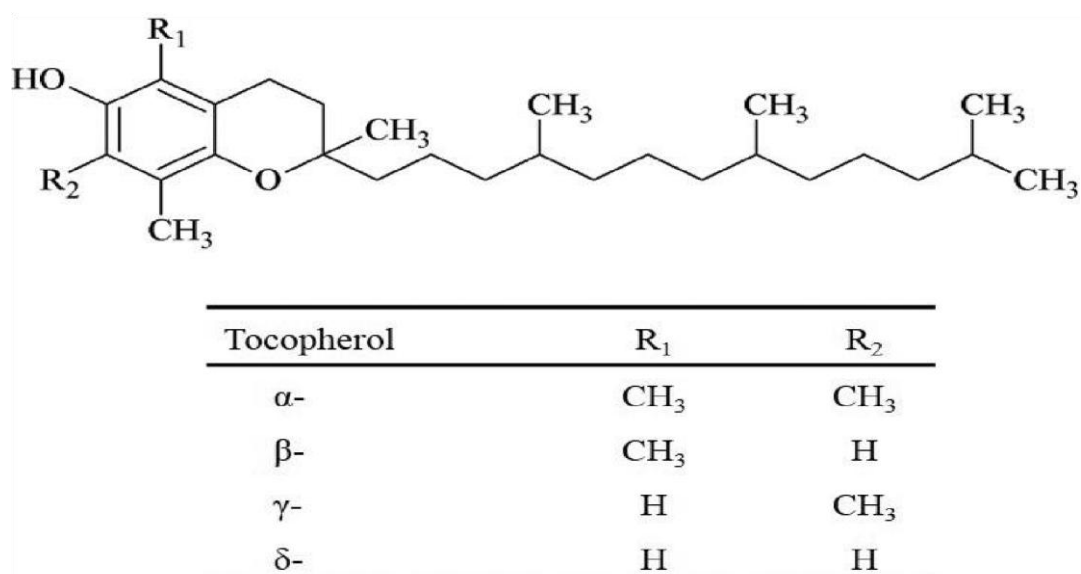


Figure 4 : La structure chimique de la vitamine E (Chekatti, 2024).

III.3.2.3. Composition aromatique

Plus de cent composés participent à l'arôme délicat et distinctif de l'huile d'olive. Ces substances, issues des fruits, sont incorporées à l'huile pendant le broyage et le malaxage des olives. Les composés volatils, qui déterminent l'arôme de l'huile d'olive vierge, se caractérisent généralement par un faible poids moléculaire (<300 Da), une volatilité élevée, une hydrosolubilité suffisante et une liposolubilité modérée.

Divers composés, dont les carbonyles, les alcools, les esters et les hydrocarbures, influencent le profil aromatique de l'huile d'olive (**Boughendja et Kabbaz, 2020**).

III.3.2.4. Stérols

Sont effectivement importants dans la composition des membranes cellulaires et sont présents à la fois chez les animaux et les plantes. Dans l'huile d'olive vierge extra, (**Baghdadi et Mecharek, 2021**) leur quantité varie de 1,13 à 2,65 mg/g, principalement sous forme de bêtasitostérol, qui constitue environ 90 à 95% du total. Cette composition est utilisée pour déterminer le type et l'authenticité de l'huile d'olive. Il existe d'autres composants spécifiques de l'huile d'olive, tels que le campestérol et le stigmastérol, ainsi que d'autres composés comme le $\Delta 5$ -avénastérol, le cholestérol, l'erythrodiol et l'uvaol (**Gutierrez et al., 1999**).

III.3.2.5. Hydrocarbures

Les huiles végétales contiennent des hydrocarbures à chaînes linéaires ou cycliques, qu'ils soient saturés ou non. On retrouve des quantités significatives de squalène et de bêta-carotène dans l'huile d'olive. La présence de squalène est partiellement responsable des avantages de l'huile d'olive pour la santé et de son action chimio-préventive contre certains cancers (**Smith et al., 1998**).

III.3.2.6. Pigments

Les chlorophylles et caroténoïdes présents dans le fruit sont responsables de la couleur allant du vert-jaunâtre à l'or de l'huile d'olive (**Psomiadou et Tsimidou, 2002**). Il est crucial de prendre en compte la composition et la quantité totale de pigments naturellement présents dans l'huile, car ils sont liés à la couleur, qui est un critère essentiel pour évaluer la qualité de l'huile d'olive. La quantité de chlorophylles présentes dans l'huile d'olive varie de 1 à 20 ppm (**Boskou, 1996**), avec la chlorophylle a et b ainsi que les phéophytines responsables de la couleur verte de l'huile (**Ryan et Robards, 1998**). La chlorophylle est un composé chimique

composé de chlorine (quatre noyaux pyrroles en cercle), avec un atome de magnésium au centre et un alcool à longue chaîne appelé phytol.

IV. Technologie d'extraction de l'huile d'olive

IV.1. Récolte des olives

Il existe diverses méthodes de récolte des olives, choisies en fonction de leur utilisation finale. La méthode traditionnelle, qui implique la cueillette manuelle, est la plus respectueuse des arbres, mais elle est aussi laborieuse et prend beaucoup de temps.

Aujourd'hui, des systèmes de peignes mécaniques, dotés d'un moteur et montés sur un manche télescopique, permettent de récolter les olives plus rapidement tout en réduisant les dommages aux oliviers. Et aussi, La technique la plus couramment employée dans les grandes exploitations est la vibration des branches : des pinces métalliques saisissent le tronc de l'olivier, et une vibration à haute fréquence est appliquée. Cette méthode provoque la chute des olives mûres de l'arbre. Le principal inconvénient de ce système, en plus de son coût d'achat, est les dégâts potentiels qu'il peut infliger aux jeunes rameaux des oliviers (**Veillet, 2010**).

IV.2. Défeuillage et lavage

Le premier stade du cycle de production de l'huile consiste à trier les olives pour les débarrasser des corps étrangers tels que brindilles, terre, cailloux et feuilles. Ce tri peut être réalisé à la main, à l'aide de tamis ou de machines spécialisées. Après le tri, les olives doivent être lavées avec un courant d'eau recyclable. Cette étape de nettoyage a pour but d'éliminer toutes les impuretés qui pourraient affecter la qualité organoleptique de l'huile ainsi que le matériel d'extraction (**Bouaziz et Medrouh, 2019**).

IV.3. Broyage

Il s'agit de la dégradation des parois et des membranes cellulaires sous l'effet de forces mécaniques, ce qui conduit à la libération des fluides cellulaires et de l'huile.

Ce processus est effectué à l'aide de deux types de broyeurs couramment utilisés aujourd'hui : le broyeur à meule et le broyeur à marteau ou à disques dentés.

Pour le broyeur à meule, la force mécanique est appliquée par la rotation d'une ou plusieurs grandes roues en granit, dont le rôle est de concasser les noyaux et de malaxer la masse traitée. En revanche, le deuxième type de broyeur fonctionne en cycle continu avec un

chargement et un déchargement automatisés. Ce modèle est plus simple à utiliser et offre un rendement de trituration supérieur à celui du broyeur à meule, ce qui a contribué à sa large adoption (**Derbah et Hamidi, 2020**).

IV.4. Malaxage

Le malaxage de la pâte d'olive après le broyage est essentiel pour maximiser le rendement de l'extraction. Cette étape permet d'homogénéiser et d'agiter la pâte tout en brisant l'émulsion huile/eau, ce qui favorise la fusion des petites gouttelettes d'huile en gouttes plus grandes. Le malaxage se réalise généralement pendant une durée de 20 à 30 minutes et à une température ne dépassant pas 22-25 °C (**Derbah et Hamid, 2020**).

IV.5. Extraction de l'huile d'olive

L'extraction de l'huile d'olive peut se réaliser par des procédés de pression, utilisant des chaînes classiques ou des super-presses, ou par centrifugation, à l'aide de chaînes continues à deux ou trois phases (**Addou, 2017**).

IV.5.1. Extraction par pression

C'est un procédé discontinu qui comporte plusieurs étapes préparatoires, indépendamment de la conception des presses utilisées. La pâte est répartie en couches sur des disques filtrants en spartes, empilés pour former une colonne. Cette colonne est ensuite soumise à une pression progressive et lente, variant de 200 à 400 kg F/cm². L'huile et les eaux de végétation s'échappent par les bords de la colonne ainsi que par le canal central. L'huile peut être séparée soit par décantation naturelle, soit par une centrifugeuse verticale (**Addou, 2017**).

IV.5.2. Système d'extraction par centrifugation (procédé continu)

Il s'agit d'un processus de transformation couramment utilisé, basé sur un système d'extraction continue impliquant deux étapes de centrifugation : d'abord horizontale, puis verticale. Cette centrifugation verticale peut être à deux phases, sans ajout d'eau ou avec une très faible quantité d'eau, ou à trois phases, nécessitant l'ajout d'eau (**Derbah et Hamidi, 2020**).

IV.5.2.1. Système d'extraction par centrifugation à deux phases

Il emploie un décanteur et une centrifugation à deux phases, sans ajout d'eau, pour séparer l'huile d'un mélange pâteux comprenant des grignons humides avec une humidité d'environ 65 à 72 %. Ce procédé permet ainsi d'obtenir de l'huile séparée des grignons

humidifiés par les eaux de végétation en une seule étape de centrifugation, sans avoir besoin de fluidifier la pâte d'olive (**Derbah et Hamidi, 2020**).

IV.5.2.2. Système d'extraction par centrifugation à trois phases

Ce procédé utilise deux étapes de centrifugation : la première pour séparer les phases solides des phases liquides, et la seconde pour séparer les phases liquides entre elles en fluidifiant la masse d'olive grâce à l'ajout d'une quantité variable d'eau (entre 50 et 70 %) à une température de 25 à 35 °C.

Pendant l'extraction, la pâte d'olive obtenue est envoyée à une centrifugeuse horizontale qui sépare les grignons de la phase liquide (huile et margine). Ensuite, la phase liquide est traitée dans une centrifugeuse verticale qui sépare l'huile des margines. L'ajout d'eau tiède lors du malaxage et de la centrifugation améliore la séparation entre la phase huileuse et la phase aqueuse (**Derbah et Hamidi, 2020**).

IV.6. Stockage

L'huile d'olive doit être conservée avec soin à chaque étape jusqu'à sa consommation. Les conditions de stockage, telles que la durée, la température et le type d'emballage, influencent plusieurs aspects, notamment l'acidité, l'indice de peroxyde, la stabilité oxydative, la couleur, ainsi que la composition en acides gras et en tocophérols (**Tesbia et Oulmas, 2021**).

Un organigramme résumant tous ces étapes (figure 5).

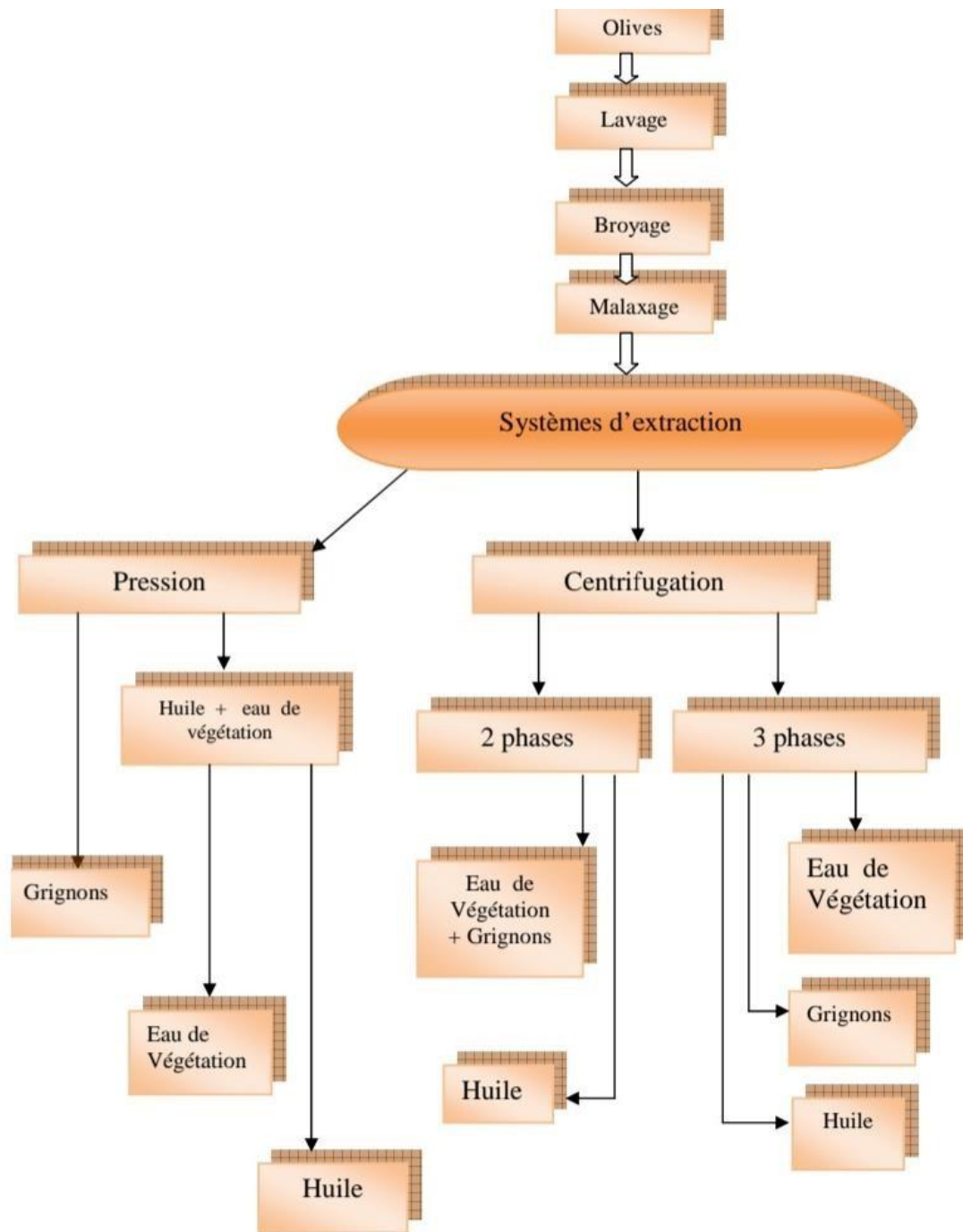


Figure 5 : Organigramme de l'extraction de l'huile d'olive (Boudi, 2012).

V. Critères de qualité recherchée

V.1. Indice de l'acidité

L'acidité libre est un critère de qualité de l'huile d'olive, reflétant l'altération de l'huile due à l'hydrolyse de certains composés (**Bouaziz et Medrouh, 2019**).

V.2. Qualité organoleptique

L'huile d'olive est un liquide clair et transparent, de couleur jaune ou jaune-vert, avec une odeur distinctive. Elle est presque insoluble dans l'alcool, mais se mélange facilement avec l'éther diéthylique et l'éther de pétrole (**Bouhadjra, 2011**).

V.3. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde indique le niveau d'oxydation de l'huile, les peroxydes se formant par la réaction de l'oxygène avec les doubles liaisons des acides gras insaturés. L'oxydation de l'huile est influencée par son exposition à l'air, sa teneur en acides gras insaturés, ainsi que par la lumière et la chaleur (**Bouaziz, et Medrouh, 2019**).

V.4. Absorption spécifique dans l'ultraviolet (UV)

La spectrophotométrie UV est employée pour détecter les composés oxydés dans l'huile d'olive vierge. Cette huile affiche un pic d'absorption entre 203 et 208 nm, et reste transparente au-delà de 210 nm. Les produits de l'oxydation de l'huile absorbent à différentes longueurs d'onde :

- 232 nm pour les hydroperoxydes
- 270 nm pour les composés carbonylés
- 260, 268 et 280 nm pour les triènes conjugués

Ces trois paramètres servent à mesurer le niveau de dégradation de l'huile d'olive (**Bouhadjra, 2011**).

VI. Production de l'huile d'olive en Algérie

La production d'huile d'olive durant l'année 2023 et 2024 a diminué en comparaison avec les années précédentes. La superficie des oliviers en Algérie occupe 542000 hectares, dont 320000 hectares sont entrés en production (Tableau 3). La production annuelle d'huile d'olive est de 80million à 120million de litres selon les saisons (**Anonyme, 2024**).

Tableau 3 : Production algérienne de l'huile d'olive et la superficie (Anonyme, 2024).

Wilaya	Superficie	Production de l'huile d'olive
Bejaia	50000ha - 57000ha	18million de litres / an
Tizi-Ouzou	38000ha	12million de litres /an
Jijel	21200ha	10million de litres /an
Djelfa	11000ha	4.3million de litres /an

Partie 2

Datte et caroube

I. Dattes

I.1. Définition

La datte, fruit du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*), est une baie, généralement de forme allongée, oblongue ou arrondie. Elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure, entouré de chair (Noui, 2007).

I.2. Composition des dattes

Les dattes sont composées de trois parties selon (Peyron, 2022) (Figure 8) :

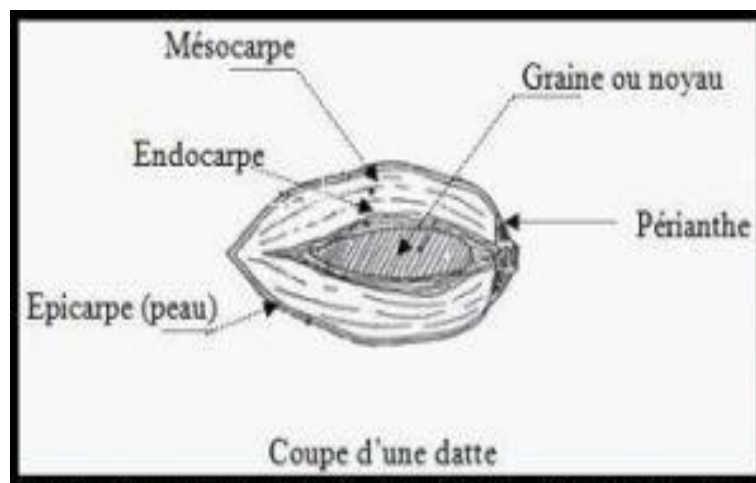


Figure 6 : Composition de fruit du palmier dattier.

I.2. Classification des dattes

Selon (Espiard, 2002), la consistance de la datte est variable. D'après cette caractéristique, les dattes sont classées en trois catégories :

1-Dattes molles : Ahmar (Mauritanie), Kashram et Miskani (Egypte, Arabie-Saoudite).

2-Dattes demi-molles : Deglet-Nour (Tunisie, Algérie), Mehjoul (Mauritanie), Sifri et Zahidi (Arabie-Saoudite).

3-Dattes sèches de consistance dure : Degla-Beïda et Mech-Degla (Tunisie et Algérie), Amersi (Mauritanie).

I.3. Composition biochimique et de la datte**I.3.1. Les sucres**

Les dattes sont principalement constituées de sucre. Les trois catégories principales apparaissent en quantité équivalentes qui sont (saccharose, de fructose et de glucose). Et les autres sucres qui sont présents avec des quantités minimales sont (galactose, le xylose et Sorbitol) (Talhaoui et al., 2015).

I.3.2. Les fibres

Les dattes sont riches en fibres. Il apporte 8,1% à 12,7% du poids sec (Al-Shahib et Marshall, 2002). Les dattes contiennent des composants pariétaux tels que la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine (Talhaoui et al., 2015).

I.3.3. Les protéines

La pulpe de datte contient une quantité limitée de protéines, allant de 0,38 à 2,5%.

En revanche, on observe une augmentation de la quantité, allant de 2,3 % à 5,6 % du poids de la pulpe fraîche de la datte (Daas Amiour, 2009).

Les protéines de la datte renferment 23 acides aminés, dont certains ne sont pas présents dans d'autres fruits tels que la banane, la pomme et l'orange (Jaskani et al., 2023).

I.3.4. Les lipides

Les dattes contiennent de petites quantités de lipides. Leurs taux varient entre 0,43% et 1,9% poids frais (Djouab, 2007). Ce contenu dépend de l'espèce du stade de maturité.

I.3.5. Les minéraux

La pulpe de la datte renferme une grande quantité de minéraux. La particularité la plus remarquable des dattes est leur abondance de minéraux et d'oligoéléments, qui dépasse largement celle des autres fruits secs (Benchelah et Maka, 2008).

I.3.6. Les composés phénoliques :

Les polyphénols jouent un rôle crucial pour le corps. Les effets antioxydants sont présents. Ils entravent l'oxydation des lipoprotéines en capturant les espèces oxygénées réactives des lipoprotéines. Les dattes précisément routab sont extrêmement appréciées. À ce

stade, elles contiennent une quantité significative de polyphénols et une faible quantité de tanins qui contribuent à l'astringence des dattes immatures (**Mimouni, 2015**).

I.4. Bienfaits des dattes

I.4.1. Promouvoir la santé digestive

Les dattes sont une riche source de fibres alimentaires solubles et insolubles, ils favorisent assurément la santé et le bien-être. Fonctions du système digestif et prévention de certaines maladies intestines, par exemple :

- Améliorer le transit intestinal et réguler la fonction intestinale par la prévention constipation et traitement des diarrhées (notamment les dattes vertes) (**Benchelah et Maka, 2008**). -Traiter et prévenir les hémorroïdes (sous forme de poudre de tamarin soluble dans l'eau)

(**Benchelah et Maka, 2008**).

I.4.2. Traitement de l'anémie

Le fer aide également à fournir de l'énergie au corps , élimine la fatigue causée par l'anémie et peut également être utilisé pour lutter contre la déminéralisation. Il est donc recommandé aux femmes qui allaitent (**Benchelah et Maka, 2008**).

I.4.3. Fournir de l'énergie au corps

Les dattes contiennent une forte proportion de glucides et les sucres naturels tels que le glucose, le saccharose et le fructose (**Acourene et al., 1997**), qui fournissent tous de l'énergie au corps et augmentent le taux de sucre dans le sang. En effet, il a longtemps été considéré comme le fruit le plus actif et peut constituer une collation pré-entraînement idéale pour les sportifs (**Benchelah et Maka, 2008**).

I.4.4. Bénéfique pour la peau

Les dattes sont riches en vitamines A, B1, B2, protéines et de beauté pour la peau. Il y a du calcium, du phosphore, du fer et du magnésium. Ces derniers favorisent la santé générale, y compris la sécurité cutanée (**Yousra, 2022**).

I.4.5. Activité antioxydant

Grâce aux antioxydants et à la vitamine E, l'activité antioxydant est possible. Il peut être utilisé comme moyen de réduire les dommages causés par le stress oxydatif au corps. C'est fonctionnel pour le métabolisme (**Al-Farsi et al., 2007**).

I.5. Transformation de la datte**I.5.1. Pâte de datte**

Les dattes molles ou ramollies par humidification donnent lieu à l'obtention de pâte de datte. La fabrication est réalisée mécaniquement. Quand le produit est trop humide il est possible d'ajouter la pulpe de noix de coco ou la farine d'amande douce. La pâte de datte est utilisée en biscuiterie et en pâtisserie (**Espiard, 2002**). **I.5.2. Farine de datte :**

Elle est fabriquée à partir de dattes sèches ou celles pouvant le devenir après dessiccation. Riche en sucre, cette farine est utilisée en biscuiterie, pâtisserie, aliments pour enfants (**AïtAmeur, 2001**) et yaourt (**Benamara et al., 2004**).

I.5.3. Sirop, crèmes et confitures de dattes

Ces produits sont également fabriqués à partir de dattes saines car il est essentiel d'éviter tout arrière-goût de fermentation. Selon **Espiard (2002)**, cette gamme repose sur l'extraction des sucres et des autres composants solubles des dattes par diffusion. Par mélange et cuisson de pâte ou de morceaux de dattes et de sirop nous pouvons obtenir des crèmes ou des confitures d'excellente qualité.

II. La caroube**II.1. Description**

Caroube, c'est un fruit polyvalent de plus en plus prisé, est appliquée dans plusieurs secteurs tels que l'alimentation et non alimentaire. Ce fruit est utilisé en industrie alimentaire pour ses propriétés fonctionnelles, comme épaississant ou substitut du cacao, et dans la fabrication de produits alimentaires innovants (**Yousif et Alghzawi, 2000**).

Dans le contexte libanais, les caroubiers résistent à la sécheresse, ils prospèrent facilement dans les régions tempérées chaudes et sur des sols calcaires (**Batlle et Tous, 1997 ; Haddarah, 2013**).

Les caroubes se groupent en simples grappes. Il s'agit de grandes gousses indéhiscentes, de 10 à 30 cm de long, de 1,5 à 3 cm de large et de 1 à 2 cm d'épaisseur. Le poids de chaque caroube varie de 15 à 30 grammes. À l'intérieur, la gousse est divisée par des cloisons pulpeuses et contient 12 à 16 graines brunes de 8 à 10 mm de long et 7 à 8 mm de large. Toutes ces graines, d'un poids équivalent deviennent extrêmement dures à maturité. La caroube est une gousse composée de pulpe et de graines. Cette dernière est initialement de couleur verte puis elle devient brune foncée en pleine maturité (Figure 7) (Benmahioul et al., 2011).



Figure 7 : Fruit d'un caroubier (Mahdad et Gaouar, 2016)

II.2. Composition chimique de la caroube

La caroube est une légumineuse dont les gousses sont composées principalement de pulpe (environ 90 %) et de graines (environ 10 %). La composition chimique de la pâte de caroube varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment la variété, l'origine géographique et la période de récolte. (Albanel et al., 1991).

D'après les travaux de (Bengoechea et al., 2008), les gousses de caroube sont riches en glucides et en fibres, mais relativement pauvres en protéines. De plus, la teneur en lipides est faible, tandis que la concentration en minéraux est notable. En revanche, l'analyse des graines de caroube par El Batal (2014) révèle qu'elles contiennent des quantités importantes de lipides.

II.2.1. Les Sucres

La pulpe des caroubes est riche en sucre (saccharose, fructose et glucose) avec environ 500 g/kg (Petit et Pinilla, 1995).

II.2.2. Les vitamines

La poudre de caroube est une excellente source de vitamines E, D, C, niacine, B6 et d'acide folique, comme le montre ce tableau (Youssef et al., 2013).

Tableau 4 : Valeurs moyennes de la teneur en vitamines de la poudre de caroube (Youssef et al., 2013).

Vitamines	Unités
Vitamine liposoluble	$\mu\text{g}/100\text{ g}$
A	1 407
E	5 377
D	4,9
Vitamine hydrosoluble	$\text{mg}/100\text{ g}$
C	830.08
B2	0.38
Niacine	185.68
B6	23.8
Acide folique	41.97
B12	1.3

II.2.3. Les Cendres

La gousse contient une grande quantité de potassium, de calcium, de sodium et de phosphore, ainsi que des oligo-éléments tels que le fer et le manganèse. Les données de la teneur en minéraux de la poudre de caroube figurent dans le tableau 1 (Aafi, 1996).

Tableau 5 : La teneur en minéraux de la poudre de caroube. (Youssef et al., 2013).

Minéral	Mg /Kg
Cu	4.84
Se	9.70
Mn	10.24
Zn	24.71
Fe	10.24
Ca	24.71
Na	381.80
P	2155.21
K	8637.64
S	17577.80

II.2.4. Les protéines

La farine de germe de caroube issue des graines contient une quantité élevée de protéines (48,8 %) et contient une quantité élevée de lysine et d'arginine (**Dakia et Paquot, 2007**).

II.2.5. Composés phénoliques

La caroube contient une quantité de polyphénols de 16 à 20 % par rapport à tous les composants biochimiques. Ils jouent un rôle essentiel dans de nombreux processus physiologiques tels que la germination des graines, la maturation des fruits et ils ont un rôle essentiel car ils ont une part de responsabilité dans les qualités sensorielles et alimentaires des aliments végétaux, et jouent un rôle important dans les critères de qualité tels que la couleur, l'astringence et l'amertume (**Haddarah, 2013**).

La caroube contient différentes catégories d'antioxydants phénoliques (acides phénoliques, flavonoïdes, lignanes, anthocyanes et tanins) (**Klenow et al., 2008**).

II.2.6. Les fibres

Les fibres présentes dans la poudre de caroube varient de 24,13% à 49,47%. Cependant, cette proportion peut différer selon le type de caroube (**Oziyci et al., 2014**).

II.2.7. Teneur en cendre

La quantité de cendres présente dans la poudre de caroube varie de 2 % à 6 % en fonction du type de caroube (**Albanell et al., 1991**).

II.3. Domaine d'utilisation**II.3.1. Alimentaire**

- Est utilisé comme un substitut de cacao (**Bengoechea et al., 2008**).
- Le caroubier a longtemps servi de fourrage au bétail (**Ait Chitt et al., 2007**).

II.3.2. Médical

La caroube est une espèce végétale qui est utilisée pour l'étude de nouveaux antioxydants naturels qui se trouvent dans l'enveloppe de la graine et la pulpe du fruit (**Custódio et al., 2005**).

II.3.3. Cosmétique

La gomme de caroube est employée dans l'industrie cosmétique (crèmes, dentifrices...) en raison de sa capacité à créer des solutions très visqueuses (**Naghmouchi et al., 2009**).

II.3.4. Chimique

La fermentation de l'éthanol, la synthèse de l'acide citrique (**Roukas, 1996**).

II.3.5. Industriel

Est employé dans les domaines de l'imprimerie, de la photographie, du textile, des matières plastiques, du cirage et des fixations (**Rima, 2021**).

Partie 3

Généralités

sur le chocolat

I. Chocolat

I.1. Définition :

Le chocolat est l'aliment le plus souvent désiré dans le monde. Initialement considéré comme un produit de luxe, il est désormais perçu comme un aliment aux vertus médicinales (**Latif, 2013**).

En termes de structure, le chocolat peut être défini comme une matrice continue de matière grasse dans laquelle se trouvent des particules de poudre de cacao, de sucre et, dans le cas du chocolat au lait, de poudre de lait (**Talbot, 2012**).

I.2. Différentes étapes de fabrication de chocolat (Lederf, 2024)

I.2.1. La récolte des graines de cabosses

Tout commence grâce à un arbre très particulier : le cacaoyer. C'est cet arbre qui va produire le fruit de cabosse. On trouve ces arbres uniquement dans des zones climatiques favorables à son développement, c'est-à-dire entre le tropique du Cancer et le tropique du Capricorne ou bien dans des serres reproduisant les mêmes conditions météorologiques.

La première étape consiste donc à trancher le pédoncule reliant la cabosse à l'arbre. C'est grâce à ces cabosses et aux graines qu'elles contiennent qu'il est possible de fabriquer du chocolat, mais le travail reste encore long.

I.2.2. Fermentation

Une fois récoltées, les graines sont entreposées dans de grands paniers en bois pendant une semaine afin de stopper la germination. La pulpe blanche se dégrade.

La pulpe est une matière entourant les graines qui est composée de levures, de sucres et de bactéries. Lors de la fermentation, les levures consomment le sucre afin de libérer de l'alcool. Ce sont ensuite les bactéries qui consomment l'alcool créant ainsi de l'acide acétique. Cet acide acétique pénétrant dans la graine permet d'entamer le travail des enzymes. Les enzymes sont indispensables pour que la graine devienne une fève : elle contient alors des précurseurs d'arômes comme du sucre et des pectines. Cela permet également à la fève de perdre en âpreté (**Lederf, 2024**).

I.2.3. Séchage

Afin de stopper le processus de fermentation, les fèves de cacao doivent impérativement sécher pendant 1 à 4 semaines. Elles sont ainsi disposées sur des claies ou de grandes bâches en plein soleil sur une couche de 1 à 4 cm remuées régulièrement. Afin d'accélérer cette étape, les industriels utilisent des fours thermiques qui chauffent les fèves pendant 1 à 2 journées. Une fois que les fèves sont bien sèches, elles sont stockées dans de grands sacs en toile de jute puis exportées vers les pays qui transformeront les fèves en chocolat (**Lederf, 2024**).

I.2.4. Torréfaction et le broyage

Une fois les fèves débarquées du cargo, elles sont nettoyées, puis chauffées pendant une demi-heure (de 100° à 140°C selon le type de cacao) afin de développer l'arôme du chocolat, ces arômes dépendent essentiellement des précurseurs nés lors de la fermentation. Les graines de cacao passent ensuite dans différents broyeurs à meules selon l'affinage souhaité avoir. Ils se transforment alors en une pâte épaisse et liquide appelée masse de cacao (**Lederf, 2024**).

I.2.5. Malaxage et le conchage

La masse de cacao va être mixée avec des matières premières telles que le sucre, le lait, jusqu'à obtention d'une pâte homogène. Le chocolat passe ensuite par la phase de conchage. Porté à haute température (80 degrés), il est malaxé et mélangé pendant des heures (de 12 à 48 heures). Cela élimine les acides volatiles formés pendant la fermentation des fèves, développe les arômes du chocolat. Cela fluidifie la masse de chocolat afin de le rendre liquide. Cette étape de fabrication du chocolat, elle apporte un aspect fondant et onctueux au chocolat (**Lederf, G2024**).

I.2.6. Le tempérage et l'enrobage

Afin d'obtenir un chocolat cassant et lisse, il est nécessaire de le tempérer c'est-à-dire de maintenir sa température à 32 °C afin d'effectuer le moulage et l'enrobage. Le tempérage consiste à chauffer, refroidir puis chauffer à nouveau la pâte afin de stabiliser et uniformiser la matière grasse du chocolat.

Une fois la température de la pâte descendue à 45°C, le chocolat est alors déversé dans des moules engagés dans un tunnel réfrigéré. Et puis le chocolat est prêt à être déguster (**Lederf, 2024**).

I.3. Bienfaits du chocolat

La popularité croissante du chocolat noir est en grande partie attribuée à ses avantages potentiels pour la santé, notamment grâce à sa forte teneur en cacao. Est souvent riche en flavonoïdes, théobromine et cacao, ce qui est associé à des effets bénéfiques pour le système cardiovasculaire et la régulation de la pression artérielle et de la résistance à l'insuline (**Latif, 2013**). En somme, le chocolat noir (sans sucre) est généralement considéré comme une meilleure option pour la santé comparée au chocolat au lait.

Partie expérimentale

Partie 1

Caractérisation sommaire des olives et de l'huile extraite

I. Matériel végétal

I.1. Fruits d'olive

Les olives ont été récoltées manuellement en mars 2024 au niveau du village Aït Abdelmoumene dépendant de la commune de Tizi N'Tléta et de la daïra des Ouadhias, (~30 km au sud de la wilaya de Tizi-Ouzou) sur une variété principale de la région : le Chamlal. Toutes les olives utilisées dans ce travail ont été récoltées le même jour dans les mêmes champs (Figure8). Les fruits ont été ensuite emballés dans des boîtes en plastique perforées et conservés au réfrigérateur à 4°C jusqu'à analyse.



Figure 8 : photographie des olives fraîches utilisées.

II. Caractérisation physicochimique des olives

II.1. Évaluation biométrique

Dix fruits d'olives ont été choisis aléatoirement (avant et après séchage) afin de déterminer le poids, la longueur, la largeur, et le rapport longueur/largeur moyens d'une olive en utilisant un pied à coulisse de marque VERNIER CALIPER. Les olives ont été ensuite dénoyautées et lavées pour étudier les mêmes paramètres sur les noyaux puis les poids de la pulpe et le rapport poids de la pulpe/poids du noyau en utilisant une balance analytique de précision de marque METTLER TOLEDO (précision $\pm 0,0001$ g).

III. Séchage

Dans notre étude, le séchage des olives a été effectué dans une tente afin d'améliorer le séchage direct (solaire) en réduisant le temps de séchage et en protégeant les olives de la poussière (Figure 9).

III.1. Cinétique de séchage et détermination de TEE (taux d'eau éliminée) :

L'étude de la cinétique de séchage a été effectuée pour suivre la variation de l'abaissement relatif de poids (ARP), pour étudier le taux d'eau éliminée (TEE) à partir de 10 olives entières de (dimensions adéquate) en fonction du temps.

Le TEE est calculé comme suit :

$$\text{TEE (\% mh)} = [(P_0 - P_f) / P_0] * 100$$

Où :

P_0 = Poids (en g) des olives initiales (avant séchage)

P_f = Poids (en g) des olives finale (après séchage)

III.2. Séchage dans la tente

1176 g d'olives ont été soumis au séchage dans la tente dont le mode d'application est présenté à la figure 9. Pendant tout le processus de séchage, la température et l'humidité relative de l'air ont été mesurées trois fois par jour à l'intérieur et l'extérieur de la tente : au début (9h) et au milieu (12h) et à la fin d'exposition au soleil (16h). A la fin de chaque journée, les olives sont pesées à l'aide d'une balance (précision 0,01 g), puis enveloppées dans du papier aluminium et conservées au réfrigérateur à 4°C jusqu'au lendemain.

Pour analyser la cinétique de séchage, 10 olives homogènes (10,77 g) ont été placées dans des capsules perforées et séchées dans les mêmes conditions opératoires que précédemment.

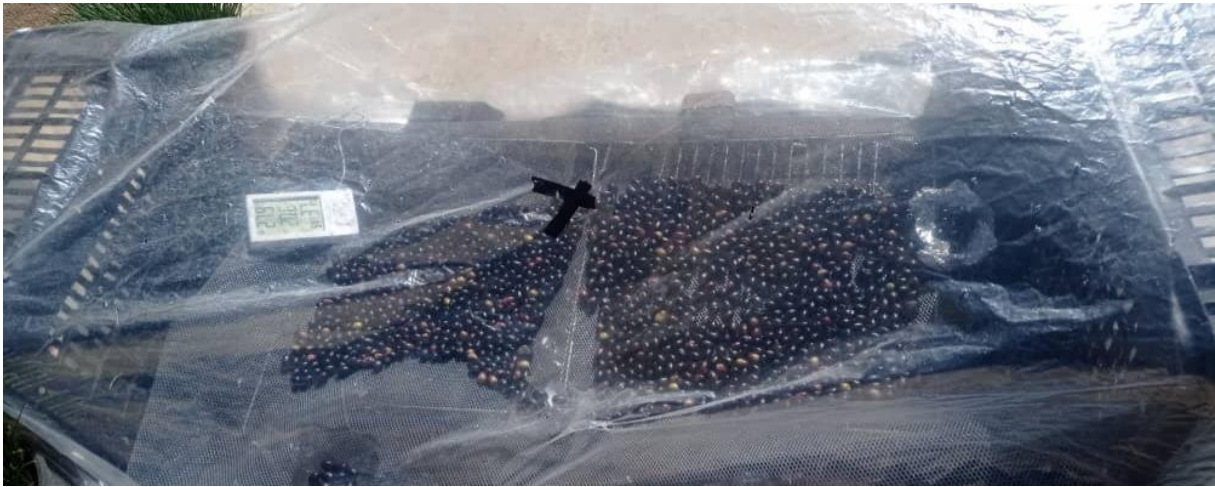


Figure 9 : photographie des olives étalés sur une grille à l'intérieur de la tente.

La fin du séchage est déterminée visuellement selon une méthode traditionnelle :

L'olive doit présenter une texture rappelant celle des raisins secs, c'est-à-dire que le fruit doit se rider mais la peau ne doit pas coller complètement au noyau. Un séchage excessif impactera négativement le rendement en huile. Selon le témoignage d'une ancienne propriétaire d'une huilerie traditionnelle, on dit dans ce cas que « l'huile a été subtilisée par le soleil ».

Les olives séchées de cette manière ont ensuite été utilisées pour l'extraction de l'huile.

IV. Extraction de l'huile d'olive

Les olives fraîches et séchées sont soumises à un processus d'extraction d'huile selon deux méthodes différentes (figure 10), adaptées respectivement par des procédés traditionnel (annexe 5(b)) et classique (annexe 5(a)).

IV.1 Processus adapté du procédé traditionnel (appliqué pour les olives séchées)

La procédure d'extraction de l'huile selon le processus traditionnel comprend les étapes suivantes :

- Broyage des olives avec leurs noyaux (50g) et obtention d'une pâte en se servant d'un mortier et d'un pilon en cuivre ;
- Etalement de la pâte obtenue sur un morceau de tissu (à la place du scourtin traditionnel)

- Disposition de la pâte enfermée dans le tissu pour le mettre dans le petit panier perforé lui-même supporté par un récipient à fond plat ;
- Pressage au moyen d'une presse à vis manuelle permettant l'extraction à froid de l'HO qui est récupérée dans un flacon en verre fumé pour être ensuite analysée.



Figure 10 : Processus d'extraction d'huile d'olive appliqué au laboratoire.

IV.2 Processus adapté du procédé classique (appliquée pour les olives fraîches) La procédure d'extraction de l'huile comprend les étapes suivantes :

- ✓ Broyage des olives avec leurs noyaux (50g) et obtention d'une pâte en se servant d'un mortier et d'un pilon en cuivre (figure 10) ;
- ✓ Tamisage de la pâte d'olive obtenue à l'aide d'un tamis métallique de 2 mm de diamètre afin d'obtenir une texture plus fine ;
- ✓ Rebroyage de la partie supérieure retenue par un tamis ou les résidus ;
- ✓ Tamisage de la pâte obtenue par le deuxième broyage jusqu'à ce qu'elle passe complètement à travers le tamis ;
- ✓ Malaxage de la pâte d'olive tamisée avec un batteur électrique réglé à vitesse minimale pendant 20 minutes, après l'avoir préalablement placée dans un bain-marie réglé à une température de 30°C.

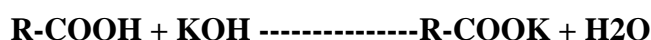
Les étapes restantes (pressage) sont identiques à celles pour les olives séchées.

V. Analyse de la qualité d'huile

V.1. Cas des échantillons obtenus au laboratoire

V.1.1. Détermination de l'acidité libre

Elle est exprimée en acide oléique présent dans l'huile olive et représente un paramètre dans l'évaluation de sa qualité. Le principe repose sur la neutralisation des acides gras à l'aide d'une solution d'hydroxyde de potassium pour donner des savons.



L'acidité d'un corps gras mesure le pourcentage d'acides gras libre qu'il contient. Elle est déterminée selon la norme de la **CCE (2685/91)**. Une prise d'essai de 5 g d'huile est dissoute dans 20 ml d'éthanol éther-di-éthylique à 95% (v/v), les fonctions carboxyliques libre ont été dosées par titrage d'une solution de KOH 0,1 N en présence de l'indicateur coloré phénolphthaléine à 1%. La fin du dosage est marquée par l'apparition de la couleur rose pâle. Pour se débarrasser de la possible acidité du solvant, un essai à blanc a été réalisé en absence de matière grasse. L'acidité est exprimée en pourcentage de poids d'acide oléique, par la formule suivante :

$$\mathbf{Acidité (\%) = \frac{(Cb - Cb_0)NM}{10PE}}$$

Où :

Cb : volume de KOH (en ml) nécessaire pour neutraliser les AGL présents dans l'huile ;

Cb0 : volume de KOH (en ml) nécessaire pour neutraliser l'éventuelle acidité du solvant ;

M : Masse molaire de l'acide oléique (282g/mol) ;

N : Normalité de la solution de KOH ; **PE** : Prise d'essai en grammes.

V.1.2. Détermination des coefficients d'extinction spécifiques (UV)

L'étude consiste à dissoudre la matière grasse dans le solvant (cyclohexane), puis à mesurer l'absorbance de la solution à la longueur d'onde recommandée par rapport au solvant pur. Les extinctions spécifiques sont calculées à partir des mesures spectrophotométriques.

L'analyse dans l'UV est basée sur les propriétés des diènes et des triènes conjugués d'absorber les radiations UV aux gammes de longueurs d'onde de 232 nm (oxydation secondaire par formation des diènes conjugués) et 270 nm (formation des triènes conjugués). K270 et ΔK indiquent si oui ou non l'HO a été chauffée et/ou traitée avec des absorbants. L'extinction spécifique UV a été déterminée selon la méthode décrite par CEE (2568/91), qui consiste à dissoudre 0,5 g d'huile dans 50 ml de cyclohexane, L'absorbance de la solution a été mesurée dans une cuve en quartz à l'aide d'un spectrophotomètre (de la marque SHIMADZU) aux longueurs d'onde suivantes : 232 nm et 270 nm contre un blanc composant uniquement de solvant (cyclohexane). Les extinctions spécifiques sont données par la relation suivante :

$$E = \frac{Abs}{C \times L}$$

Où :

E : Extinction spécifique à la longueur d'onde spécifique.

Abs : Absorbance à la longueur d'onde spécifique.

C : Concentration de la solution à analyser g /100ml.

L : Longueur de la cuve (1cm).

En vue de déterminer la variation de l'extinction spécifique (ΔK), les absorbances des échantillons d'huile d'olives aux longueurs d'onde 266 nm et 274 nm ont été aussi déterminées.

La valeur de ΔK est calculée selon la formule suivante :

$$\Delta K = K270 - [(K266 + K274) / 2]$$

Où :

K270 : extinction spécifique à λ=270 nm

K266 : extinction spécifique à λ=266 nm

K274 : extinction spécifique à λ=274 nm

V.1.3 Mesure des pigments chlorophylliens et les caroténoïdes

L'absorbance d'un échantillon d'huile en solution dans le cyclohexane est mesurée à 670 nm pour les chlorophylles et 470 nm pour les caroténoïdes. (Douzane et al., 2023).

Les teneurs en chlorophylle et en caroténoïdes ont été calculées à partir du spectre d'absorption de chaque échantillon de l'huile d'olive. Une quantité d'huile d'olives (7,5 g) est dissoute dans 25 ml de cyclohexane selon la méthode adoptée par Allalout et al. (2009). Le maximum d'absorption pour la fraction de chlorophylle et caroténoïdes sont de 670 nm et 470 nm respectivement. Les valeurs des coefficients d'extinction spécifique appliqués sont $E = 613$ pour la phéophytine comme une composante majeure de la fraction chlorophyllienne et $E = 2000$ pour la lutéine comme un élément majeur dans la fraction des caroténoïdes. Ainsi, les teneurs en pigments ont été calculées comme suit :

$$\text{chlorophyles} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = \frac{A_{670} \times 10^6}{613 \times T \times 100} \quad \text{Caroténoïdes} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = \frac{A_{470} \times 10^6}{2000 \times T \times 100}$$

Où :

A : l'absorbance ;

T : le trajet optique (1cm).

V.1.4. Dosage des polyphénols totaux

V.1.4.1. Extraction :

L'extraction est réalisée selon la méthode décrite par Ollivier et al. (2004). 5g d'échantillon d'huile est dissoute dans 5 ml de méthanol/eau (80/20). Après agitation par vortex (Heidolph type REAX 2000) montré dans la (figure 13), le mélange est ensuite centrifugé à 3800 RPM pendant 15 min (Centrifugeuse SIGMA 4-16K3). Les phases méthanoliques constituant le surnageant sont récupérées dans des fioles jaugées qui sont ajustées à leur tour à 25 ml d'une solution méthanol.

V.1.4.2. Préparation de la gamme d'étalonnage :

- ✓ Peser 200 mg d'acide gallique ;
- ✓ Les dissoudre dans 100 ml d'éthanol, soit une solution (S1) avec une concentration de 2mg/ml ;
- ✓ Diluer la solution mère comme suit :
- ✓ Prélever 5 ml de la solution mère puis ajouter 5 ml d'eau distillée et l'en obtient la Dilution S/2 ;
- ✓ Prélever 5 ml de la solution S/2 puis ajouter 5 ml d'eau distillée et l'en obtient la Dilution S/4 ;
- ✓ Refaire la même procédure pour les autres dilutions.

Les différentes dilutions et concentrations obtenues sont données dans le tableau suivant :

Tableau 06 : Préparation des dilutions de l'acide gallique pour réalisation de la courbe standard des polyphénols totaux.

Dilution	S	S/2	S/4	S/8	S/16	S/32	S/64	S/128	S/256
Concentration (Mg/ml)	2	1	0.5	0.25	0.125	0.062	0.0131	0.015	0.007

V.1.4.3. Détermination de la teneur en polyphénols dans les différents échantillons

L'analyse des composés phénoliques dans l'huile d'olive présente un grand intérêt étant donné, d'une part, leur rôle d'antioxygènes naturels et d'autre part, leur contribution à la saveur de l'huile. Le dosage quantitatif des composés phénoliques a été effectué en utilisant le réactif de Folin et Ciocalteu.

La teneur en polyphénols des échantillons est déterminée selon la méthode de **Singleton et Rossi, 1965**). 2ml d'extrait phénolique est transféré dans un tube à essai et 1 ml du réactif Folin- Ciocalteu sont ajoutés. Après 3 min, 5 ml de la solution de carbonate de sodium à 10 % (p /v) sont additionnés suivi de 12 ml d'eau distillée. Après 90 min de repos à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 765 nm. La concentration en composé phénoliques totaux est

déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard d'étalonnage.

V.5. Activité antiradicalaire au radical DPPH

Le test DPPH, le radical libre synthétique 2,2-diphényl-1-picryle-hydrazyle, est le procédé le plus utilisé dans l'évaluation de l'activité anti-oxydant. Le DPPH est caractérisé par coloration violette en cas d'absence de l'antioxydant, la couche électronique de ce radical est saturée d'où la disposition de sa coloration violette. Cette décoloration représente l'aptitude de l'extrait de la plante à piéger ce radical (Akrouit et al., 2009) .

L'activité antiradicalaire est réalisée selon la méthode décrite par Kalantzakis et al. (2006). Une aliquote (0,5 ml) des extraits méthanoliques sont ajoutée à 2,5 ml d'une solution méthanolique du 2-2-diphényl 1-picrylhydrazyl (DPPH) à 10^{-4} M (0,004%). Le contrôle est préparé en mélangeant une solution de DPPH (2,5 ml) et du méthanol (0,5 ml) tandis que le blanc comporte 0,5 ml de méthanol. L'absorbance est mesurée à 517 après 30 min d'incubation à l'obscurité. Une faible absorbance indique une activité antiradicalaire plus élevée. L'activité antiradicalaire au radical DPPH est calculée comme le pourcentage de décoloration de DPPH (passant de la couleur violette foncée à jaunâtre après réduction) en utilisant l'équation suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition du DPPH (\%)} = \frac{(Ac - Ae)}{Ac} * 100$$

Ac: Absorbance du contrôle à 517nm ;

Ae : Absorbance de l'échantillon à 517nm.

V.2. Cas des échantillons issus des huileries modernes

Cette analyse a été réalisée à des fins de comparaison avec les échantillons obtenus au laboratoire. Il s'agit de 10 échantillons recueillis dans différents villages de la wilaya de TiziOuzou: Huile d'olive fraîche de Mekla (HOFM), huile d'olive fraîche Azazga (HOFA), Huile d'olive fraîche Bouzeguène (HOFB), Huile d'olive fraîche Iarbaa nath Irathen (HOFLNI), Huile d'olive fraîche Ath yanni (HOFAY), Huile d'olive fraîche Ouadhias (HOFO), Huile d'olive fraîche Michelet (HOFMC), Huile d'olive fraîche Beni Zmenzer (HOFBZ), Huile d'olive fraîche Freha (HOFFR), Huile d'olive fraîche Maatkas (HOFMTK). Tous ces échantillons ont été analysés au laboratoire pour leurs acidités libres sauf HOFM pour lequel l'analyse de qualité a été aussi déterminé à des fins de comparaison. Les mêmes méthodes

décrites dans la section V.1 ont été appliquées. De plus, pour rendre compte de la dispersion des valeurs de l'acidité des huiles concernées, une boîte à moustaches a été tracée.

VI. Analyse statistique

L'ajustement des modèles mathématiques aux données expérimentales de la cinétique de séchage a été réalisée au moyen du logiciel Excel 2010 tandis que l'adéquation des modèles a été estimée au moyen du coefficient de détermination R² et d'un indicateur de performance, à savoir le biais ou la moyenne de la somme des écarts (Mean Bias Error, MBE)

$$MBE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (MR_{ei} - MR_{pi})$$

Où, N est le nombre de points expérimentaux, TE_{ei} (A LA PLACE DE MR_{ei}) est la i-ème valeur expérimentale du taux d'eau éliminé et TE_{pi} (A LA PLACE DE MR_{pi}) est la i-ème valeur de l'humidité réduite prédite par le modèle.

Les résultats concernant la caractérisation physicochimique sont exprimés sous forme de moyenne ± écart type (n = 3). Le logiciel **XLSTAT** est utilisé pour l'analyse de la variance (**ANOVA**) au seuil de signification p = 0,05. De plus, une boîte à moustaches a été tracée avec le même logiciel.

Partie 2

**Essai d'obtention d'un
substitut de chocolat**

I. Essai d'obtention d'un substitut de chocolat à base de poudre de caroube, de pâte de dattes molles et de pâte d'olives séchées

I.1. Matériel végétal

Trois ingrédients ont été sélectionnés pour l'obtention d'une nouvelle formulation : la poudre de caroube de marque « Caruma », produite par la SARL PRODALEX de Tlemcen, des dattes molles achetées dans un magasin local de Tizi-Ouzou et des olives séchées provenant d'un séchage dans la tente. Ces olives ont été dénoyautées, puis leur pulpe a été réduite en pâte. Cette étude est inspirée de celle réalisée par **Abdellaoui et al. (2018)** concernant une confiserie naturelle à base des mêmes ingrédients.

I.2. Capacité d'absorption d'huile (CAH)

La capacité d'absorption d'huile (CAH) de la poudre de caroube a été évaluée selon la méthode d'**Eke et Akobundu. (1993)**. Un gramme (1 g) d'échantillon a été mélangé à 10 ml d'huile d'olive. La suspension a été agitée avec un mélangeur Vortex (Heidolph type REAX 2000) pendant 2 min puis laissée au repos à 28°C pendant 30 min. Après quoi, la suspension a été centrifugée avec la centrifugeuse (SIGMA 2-16) à 300 tr/min pendant 25 min. Le volume d'huile libre séparé a été finalement mesuré. La CAH a été exprimée comme la quantité d'huile (en ml) absorbée par un gramme d'échantillon.

I.3. Capacité d'absorption d'eau (CAE)

La capacité d'absorption d'eau (CAE) de la poudre de caroube a été évaluée selon la méthode d'**Anderson et al. (1969)**. Un gramme (1 g) d'échantillons a été pesé et placé dans un tube à centrifuger auquel 10 ml d'eau distillée ont été ajoutés. Le contenu du tube a été agité pendant 30 minutes dans un agitateur KS 10. Le mélange a ensuite été placé dans un bain-marie à 37°C pendant 30 min puis centrifugé (SIGMA 2-16) à 5 000 tr/min pendant 15 min. Le sédiment résultant (M2) a été pesé puis séché à 105°C jusqu'à obtention d'un poids constant (M1). La CAE a été calculée comme suit :

$$CAE (\%) = M2 - M1/M1 \times 100$$

II. Nouvelle formulation obtenue

Trois formules de substituts de chocolat (SC) ont été élaborées à la maison à partir de poudre de caroube, de pâte de dattes molles et de pâte d'olives séchées (Figure 11) à des pourcentages différents (Tableau 7). D'abord, les trois ingrédients ont été pesés à l'aide d'une balance, puis mélangés jusqu'à obtenir une pâte homogène et ferme. La pâte obtenue a ensuite été découpée en petits morceaux d'environ 1 à 2 cm de diamètre.

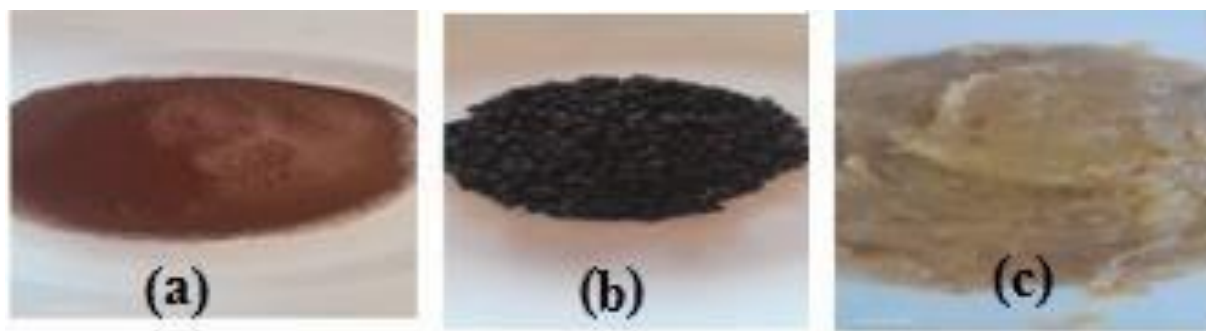


Figure 11 : Photographie des ingrédients utilisés : poudre de caroube (a), pâte de dattes molles (c) et pâte d'olives séchées (b).

Tableau 7 : Composition qualitative et quantitative (en g et en %) des substituts de chocolat (SC) investigués.

	Poudre de caroube	Pâte d'olive séchées	Pâte de dattes molles
Substitut de chocolat (SC1)	32.84g (38.04)*	7g (8.11)	46.5g / (53.9)
Substitut de chocolat (SC2)	36.33g (35.71)	7g / (6.88)	58.4g / (57.40)
Substitut de chocolat (SC3)	50g (35.63)	7g / (4.99)	83.35g / (59.38)

*Les valeurs entre parenthèse correspondent aux pourcentages.

II.1. Analyses de la dureté

La dureté a été mesurée au moyen d'un duremètre portable (Shore A duremètre HT6510A) en déterminant la profondeur de pénétration de l'indenteur dans le matériau testé. La mesure de dureté affiche sur une échelle analogique.

Nous reproduisons dans ce qui suit la procédure de mesure telle qu'elle figure dans la notice (**Manuel REED instruments HT-6510A, 1-877849-2127**) de l'appareil.

D'abord, le vérificateur de dureté est tenu verticalement en veillant à ce que le point de l'indenteur soit à au moins 12 mm de tout bord de l'échantillon. Le pied presseur est ensuite placé contre l'échantillon tout en le maintenant parallèle à la surface. Une force suffisante est appliquée pour garantir un contact adéquat entre le pied presseur et l'échantillon. On le maintient ainsi en place pendant environ 2 secondes. L'écran ACL affichera la valeur maximale mesurée et la conservera. Pour enregistrer la valeur maximale suivante, on appuie sur le bouton ZERO pour effacer la lecture précédente. Les étapes de 3 à 8 sont répétées pour chaque mesure de la valeur maximale. Le niveau de dureté varie de 0 (le plus doux) à 100 (le plus dur).

L'analyse de pénétration a été répétée huit fois pour chaque échantillon.

II.2. Evaluation sensorielle

Cette analyse consiste à ordonner les trois échantillons présentés au sujet selon un ordre décroissant ou croissant selon la méthode de l'épreuve de classement rapportée par **Sauvageot (1990)**.

Les trois échantillons de CS ont été classés par 27 dégustateurs non entraînés, par ordre décroissant, du meilleur au moins bon. Le questionnaire utilisé se trouve dans l'annexe 2.

Pour l'analyse statistique on utilise le test de Friedman.

Le test est calculé comme suit :

$$F = \frac{12}{n \times p} \frac{(p+1) [R^2_1 + \dots + R^2_i] - 3n(p+1)}{p-1}$$

n : nombre de
sujets **p** : nombre
de produits

R : somme des rangs.

La valeur de f trouvée est comparée à la valeur(1) lue dans la table du χ^2 à $p-1$ degré de liberté au niveau 5%. Ce test est un test unilatéral qui signifie une seule conclusion c'est-à-dire :

- ✓ Si $F > 1$: les produits sont significativement différents.
- ✓ Si $F < 1$: les produits sont significativement identiques.

Si les produits sont différents, chaque différence de moyennes doit être comparée à cette valeur calculée:

$$\delta = Z \sqrt{n \times p(p+1)/6}$$

où, Z est la valeur lue dans la table gaussienne au niveau $\frac{2\alpha}{p(p-1)}$

Si $|R_i - R_j| > \delta$, les produits i et j sont perçus comme significativement différents.

Si $|R_i - R_j| < \delta$, les produits i et j sont perçus comme identiques.

Résultats et discussion

Partie 1

Caractérisation sommaire

**des olives et de l'huile
extraite**

I. Fruits d'olive

I.1. Caractérisation physicochimique sommaire des fruits

I.1.1. Evaluation biométrique

Les résultats des caractéristiques pomologiques effectuées sur les olives fraîches (OF), les olives traitées par séchage dans la tente (OS) sont rassemblés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Poids et dimensions des fruits, noyaux et pulpes des olives fraîches et des olives séchées

	Olives fraîches (OF)	Olives séchées (OS)
Longueur des olives (mm)	16.07 ± 1.29 ^b	17.44 ± 1.37 ^a
Largeur des olives (mm)	10.87 ± 0.69 ^a	10.63 ± 0.66 ^a
Poids des olives (g)	1.14 ± 0.26 ^a	1.34 ± 0.22 ^a
Longueur/Largeur des olives (mm)	1.48 ± 0.12 ^b	1.64 ± 0.10 ^a
Longueur des noyaux (mm)	13.70 ± 1.11 ^b	15.16 ± 0.96 ^a
Largeur des noyaux (mm)	9.47 ± 2.22 ^a	7.39 ± 0.67 ^b
Poids des noyaux (g)	0.50 ± 0.11 ^a	0.57 ± 0.11 ^a
Longueur/largeur des noyaux (mm)	1.50 ± 0.28 ^b	2.06 ± 0.13 ^a
Poids des pulpes (g)	0.63 ± 0.18 ^a	0.69 ± 0.12 ^a
Poids des pulpes/poids des noyaux (g)	1.22 ± 0.33 ^a	1.25 ± 0.38 ^a

Les moyennes dans une même ligne suivies de lettres différentes indiquent une différence significative ($p < 0,05$).

Il est important de noter que le poids et les dimensions du fruit (longueurs et largeurs) sont des caractéristiques variétales essentielles de l'olivier. Ces critères jouent un rôle crucial dans le commerce car ils influencent à la fois la valeur marchande des olives et leur destination finale que ce soit pour la production d'huile ou pour les olives de table (Ajana et al., 1999).

Comme on peut le voir, il n'y a pas une différence significative entre les valeurs des paramètres des OF entières et des OS entières ($p < 0,05$) concernant la largeur et le poids, contrairement aux données relatives de la longueur. Cela pourrait s'expliquer par : i) la nature des olives, qui sont naturellement séchées après leur cueillette : ii) l'hétérogénéité des échantillons analysés. Les mêmes explications s'appliquent aux valeurs trouvées pour le poids des pulpes. Par contre et comme il fallait s'y attendre, les valeurs du poids du noyau n'ont pas été impactées par le séchage. De plus, le rapport Longueur/largeur, directement lié à la taille des olives et qui est un facteur déterminant de l'efficacité du séchage en termes de matière et de transfert thermique (Allane et al., 2023), est d'environ 1,1 fois plus élevé pour les OS, comparées aux OF. Ces résultats sont, d'autre part, concordants avec ceux communiqués par ces derniers auteurs lesquels ont en effet trouvé que les olives séchées par deux types de séchage solaire présentent des rapports Longueur/largeur plus élevés que ceux des OF.

II. Extraction de l'huile d'olive

II.1. Séchage tente : cinétique et détermination de taux d'élimination d'eau (TEE).

La courbe de séchage obtenue est représentée à la figure 12.

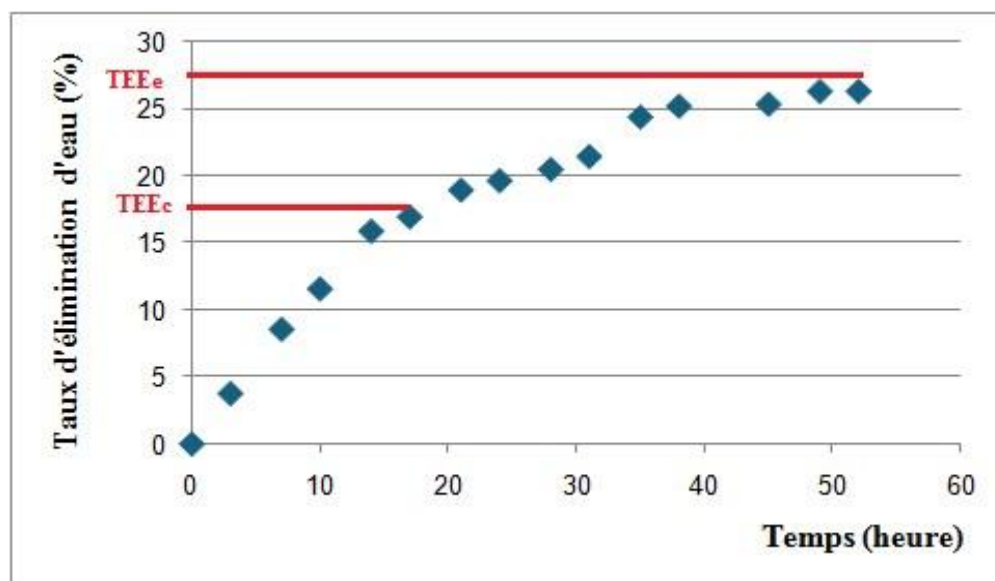


Figure 12 : Courbe de séchage dans une tente.

On peut distinguer deux phases de séchage :

- la phase de séchage à vitesse constante qui dure environ 17 h : elle correspond à l'élimination de l'eau libre. Elle s'arrête au point critique (Figure 12).
- la phase de séchage à vitesse décroissante qui commence à partir du point critique (limite entre les deux phases). Elle s'arrête en principe lorsque l'TEE atteint une valeur d'équilibre (Figure 12).

Les valeurs des paramètres correspondant aux modèles ajustés aux données expérimentales des deux phases de séchage sont rassemblées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Résultats de la modélisation de la cinétique de séchage.

Phases de séchage							
1 ^{ère} phase (linéaire)*			2 ^{ème} phase (polynomial)**				
a	R ²	Biais	b	c	d	R ₂	Biais
1,084	0,98	0,237	-0,006	0,743	5,682	0,952	-0,85

* $y = a x$

** $y = b x^2 + c x + d$

Ces résultats montrent nettement que les deux modèles examinés décrivent de manière satisfaisante les phases de séchage correspondantes en tenant compte surtout de la valeur du coefficient de détermination ($R^2 > 0,8$) et, mais dans une moindre mesure, du Biais (~ 0 pour uniquement la première phase de séchage) (Chicco et al., 2021). Il convient à ce propos de préciser que le R^2 est recommandé comme mesure standard pour évaluer les analyses de régression dans tous les domaines scientifiques (Chicco et al., 2021). La température moyenne de séchage (sur toute la période de séchage) à l'intérieur de la tente est supérieure à celle observée à l'extérieur quel que soit le moment de la mesure (Figures 13 et 14). Il serait peut être intéressant de noter que la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur de tente est de 3°C (la matinée), 8°C (l'après-midi) et 17 °C (à la mi-journée) ce qui indique l'intérêt de privilégier ces deux derniers moments pour un séchage optimal. Quant à l'humidité relative de l'air moyenne, elle est globalement similaire entre l'intérieur et l'extérieur de la tente pour chacun des trois

moments considérés (Figures 17 et 18). En revanche, les conditions favorables coïncident avec celles constatées pour la température.

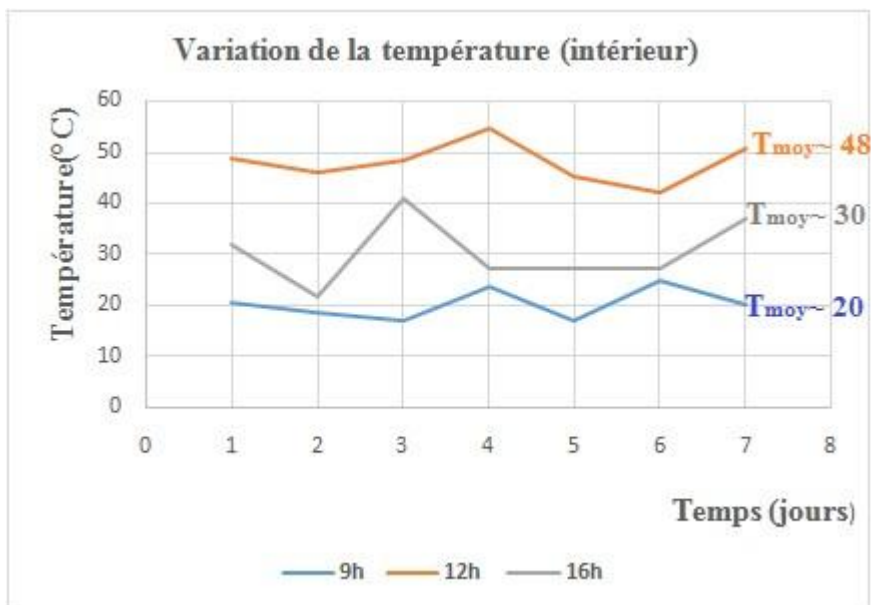


Figure 13 : Variation de la température à l'intérieur de la tente exprimée en °C en fonction du temps (jours) des olives séchées.

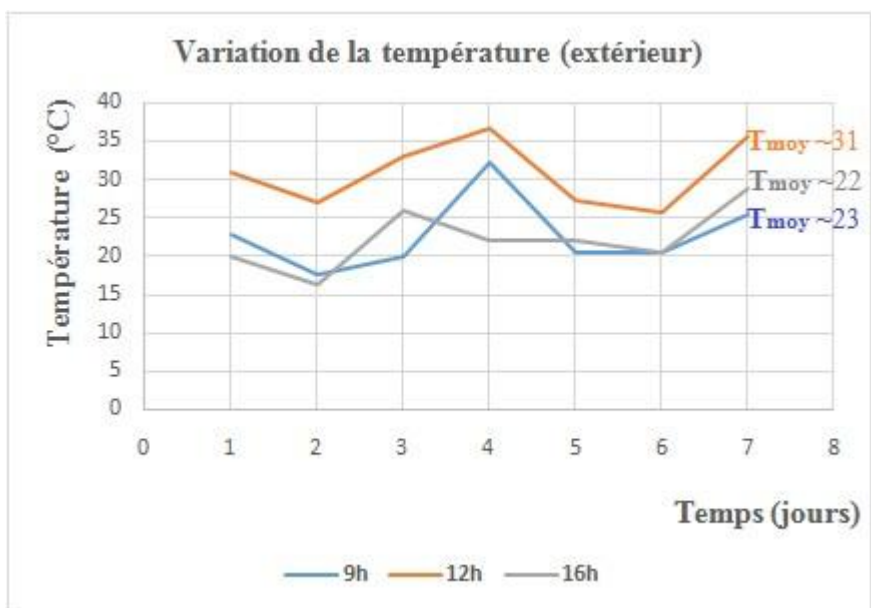


Figure 14 : Variation de la température à l'extérieur de la tente exprimée en °C en fonction du temps (jours) des olives séchées.

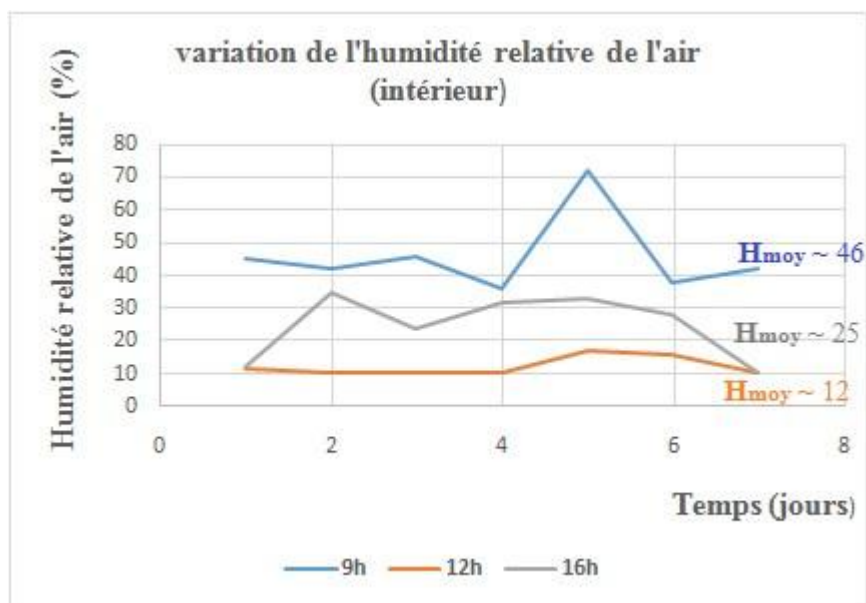


Figure 15 : Variation de l'humidité relative de l'air à l'intérieur de la tente exprimée en % en fonction du temps (jours) des olives séchées.

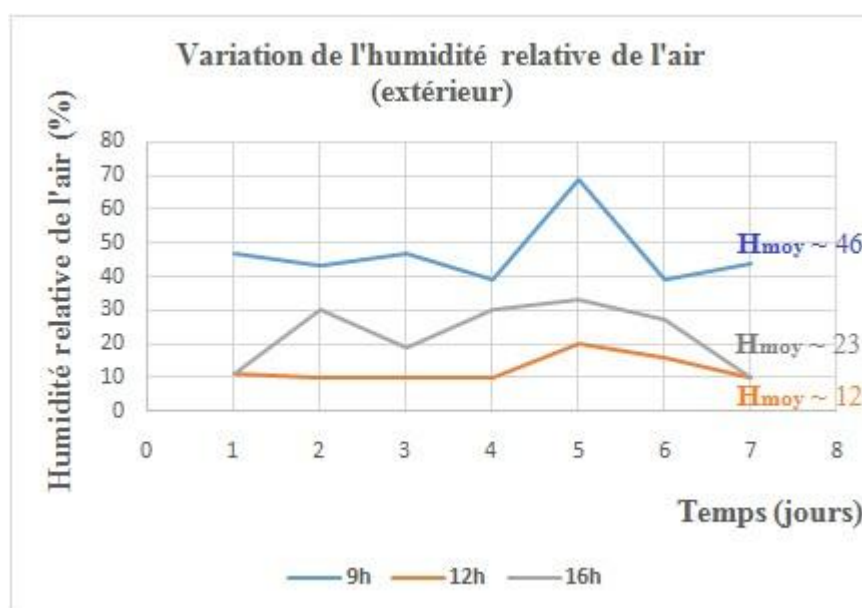


Figure 16 : Variation de l'humidité relative de l'air à l'extérieur de la tente exprimée en % en fonction du temps (jours) des olives séchées.

II.2. Extraction de l'huile d'olive (HO).

Les figures 17 montrent l'aspect des olives fraîches et séchées.



Figure 17 : Photographie des olives fraîches (OF) et des olives séchées dans la tente (OS) pendant 3 jours avec un TEE de 29,16%.

Comme on peut le voir sur cette figure, l'hétérogénéité de l'aspect des OF est évidente : présence d'un pourcentage non négligeable d'olives naturellement séchées. Elle l'est aussi, mais dans une moindre mesure, dans le cas des OS.

Les photos des échantillons d'huile d'olive obtenus après l'opération d'extraction par pressage, déjà décrite dans la section précédente (Figure 10), sont montrées à la figure 18.

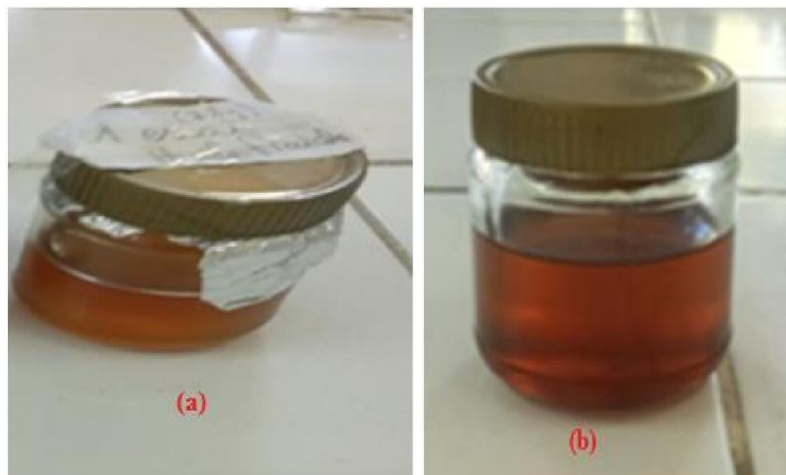


Figure 18 : Photographie de l'huile d'olives fraîches (a) et de l'huile d'olives séchées dans la tente (b).

Les proportions d'huile et de margines récupérées pour chacune des extractions effectuées sont données dans le tableau 10.

Tableau 10 : Proportion d'huile d'olive et de margine récupérée après l'opération d'extraction.

	Proportion d'huile (% masse fraîche)	Proportion de margine (%)
OF	11,73	0
OS	8,92 (12,85)*	0

* La valeur entre parenthèse est donnée par rapport à la masse sèche.

Le rendement en huile est légèrement élevé dans le cas des olives séchées (environ 13 contre 12%). Ce qui est encore plus intéressant est l'absence de margines dans les deux types d'olives ce qui montre que les OF sont réellement des olives partiellement séchées.

III. Analyse de la qualité d'huile

III.1. Acidité libre

L'acidité libre est le premier critère de qualité qui permet de classer les huiles d'olive vierges en différentes catégories (Manai et al., 2006a ; Akcan, 2024). D'après Viellet (2010), l'acidité est un critère essentiel pour évaluer la qualité de l'huile d'olive, plus la valeur est élevée plus une qualité de l'huile d'olive est inférieure. L'acidité libre permet de contrôler le niveau de dégradation hydrolytique, enzymatique ou chimique, des chaînes d'acide gras des triglycérides. Ceci est à l'origine d'acides gras libres et de glycérides partiels (mono et di glycérides) (Tanouti et al., 2011).

Les résultats de la teneur en acidité libre contenue dans les échantillons sont résumés dans la figure 19.

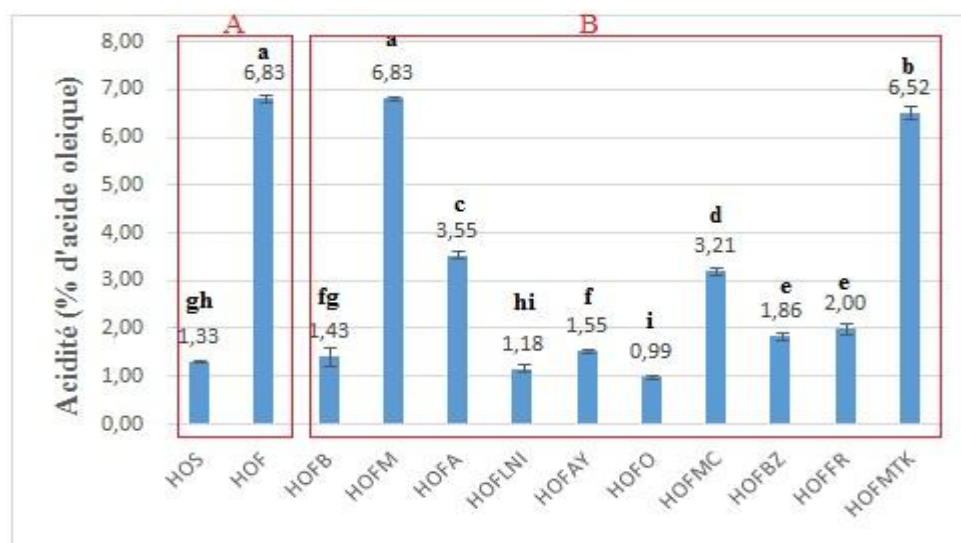


Figure 19 : Acidité des échantillons d'huile d'olive étudiés issus de :A)-de la présente étude :

-HOF= Huile d'olive fraîches extraite au laboratoire UMMTO à partir de fruits frais cueillis par nous-mêmes à Ouadhias. HOS=Huiles d'olives séchées et extraites au laboratoire de l'UMMTO, les olives sont de même provenance que pour HOF. Et B)- de différentes huileries de la région de Tizi-Ouzou : HOFM= Huile d'olive fraîche de Mekla, HOFA=huile d'olive fraîche Azazga, HOFB=Huile d'olive fraîche Bouzegène, HOFLNI=Huile d'olive fraîche larbaa nath Irathen , HOFAY=Huile d'olive fraîche Ath yanni, HOFO=Huile d'olive fraîche Ouadhias, HOFMC=Huile d'olive fraîche Michelet, HOFBZ=Huile d'olive fraîche Beni Zmenzer, HOFFR=Huile d'olive fraîche Freha, HOFMTK=Huile d'olive fraîche Maatkas.

D'après les données expérimentales de laboratoire l'échantillon HOS qui provient d'olives séchées dans la tente, donne de loin le meilleur résultat en termes d'acidité libre. Celle-ci est d'environ 5 fois moins élevée par rapport à l'échantillon HOF qui provient des olives fraîches (figure 19). De plus, l'échantillon HOS est pratiquement classé, toujours en termes d'acidité le 2^{ème} sur ensemble des huiles étudiées (groupe A+ groupe B, voir figure 19) car il n'y a pas de différence significative entre 3^{ème} échantillon (HOFLNI) et 2^{ème} échantillon (HOS) (figure 19). Ces résultats confirment ceux obtenus ces dernières années résultats par certains auteurs à-propos du processus d'éco-extraction traditionnel de l'huile d'olive appliqué dans la région de Bouzeguène lequel processus est toujours appliqué aujourd'hui encore, quoi que d'une manière très limitée depuis l'avènement des huileries moderne au début des années 80 (Bennai et al., 2019 ; Allane et al., 2022 ; Allane et al., 2023). Il serait peut être utile de rappeler que ce procédé traditionnel fait intervenir justement un séchage naturel (solaire) comme traitement préalable des olives fraîches avant extraction de l'huile par

pressage. Selon **Manai et al. (2006b)** l'acidité libre dépend non pas de la variété mais plutôt de l'état des olives et des procédés d'extraction.

Le tableau 11 représente le classement des différents échantillons d'HO étudiés selon le **COI (2019)** qui considère l'acidité libre comme le principal critère permettant de classer l'HO sous différentes catégories de qualité.

Tableau 11 : Classement des différents échantillons d'HO étudiés selon leurs acidités libres (%) (**COI, 2019**).

Huile d'olive vierge	Huile d'olive vierge	Huile d'olive vierge	Huile d'olive vierge
	HOS	HOFMC	HOF
	HOFB		HOFM
	HOFLNI		HOFA
	HOFAY		HOFMTK
extra ($\leq 0,8$)	($\leq 2,0$)	courante ($\leq 3,3$)	lampante ($> 3,3$)
	HOFO		
	HOFBZ		
	HOFFR		

D'après ce tableau, on déduit :

- aucun échantillon d'huile d'olive n'est extra vierge, HOFO s'y rapproche toute fois, avec une acidité de 0,99, soit un pourcentage d'écart de 24 %.
- Sept échantillons sont des huiles d'olive vierges.
- Un seul échantillon est une huile d'olive vierge courante.
- Quatre échantillons sont des huiles d'olive vierges lampante.

III.1.2. Interprétations statistique de l'acidité libre en utilisant la boîte à moustache (Guen, 2001).

La boîte à moustaches (en anglais *Box et Whiskers Plot*), est une invention de TUKEY (1977) pour représenter schématiquement la distribution d'une variable. Cette représentation graphique est généralement utilisée pour comparer des séries statistiques ayant des effectifs différents.

La figure 22 représente la boîte à moustache des valeurs de l'acidité libre des 10 échantillons d'huile d'olive du groupe B (figure 19).

La boîte à moustaches utilise 6 valeurs qui résument des données :

- le minimum (X_{\min}) = l'extrémité inférieure de la boîte à moustaches qui nous informe sur la valeur minimale de la série statistique étudiée,
- le 1^{er} quartile Q1 = valeur du 1^{er} quartile Q1 (25% des effectifs), correspondant au trait inférieur de la boîte,
- le 2^{ème} quartile Q2 (médiane, Me) = valeur du 2^{ème} quartile Q2 (50% des effectifs), représentée par un trait horizontal à l'intérieur de la boîte,
- le 3^{ème} quartile Q3 = valeur du 3^{ème} quartile Q3 (75% des effectifs), correspondant au trait supérieur de la boîte,
- la moyenne (moy) = moyenne, indiquée parfois par un point ou une croix sur la boîte à moustaches,
- le maximum(X_{\max}) = l'extrémité supérieur de la boîte à moustaches qui nous informe sur la valeur maximale de la série statistique étudiée,

A ces 6 paramètres on peut ajouter d'autres caractéristiques comme l'écart interquartile qui est une mesure de la dispersion et qui est défini comme suit:

$$\text{Ecart Interquartile} = Q3 - Q1$$

La mesure de la dispersion est définie par certains auteurs par la formule suivante :

$$\text{Dispersion (\%)} = 100 * (Q3 - Q1) / \text{Médiane}$$

Une dispersion de moins de 30% est concédée comme acceptable.

Les deux « moustaches » inférieure et supérieure montrées dans la figure 20 par des traits verticaux de part et d'autre de la boîte, représentent les intervalles des 25% inférieur et supérieur des valeurs des données, sont considérés des valeurs aberrantes.

Les valeurs dites extrêmes (atypiques, exceptionnelles, aberrantes...) situées au-delà des valeurs adjacentes sont individualisées. Elles sont représentées par des marqueurs (carré, ou étoile, etc.).

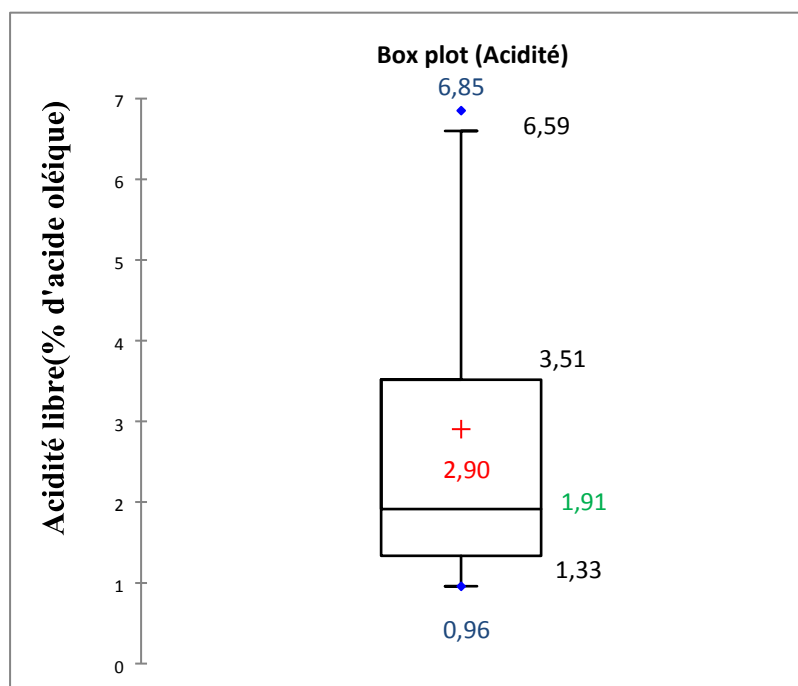


Figure 20 : Boite à moustache des valeurs de l'acidité libre des 10 échantillons d'huile d'olive du groupe B (voir la figure 19).

A partir de cette figure on peut relever que, entre autres :

- seul acidité de HOFM peut être concéder comme aberrante,
- la série des données analysées est très hétérogène avec un écart interquartile (qui une mesure de dispersion) de 2,18 % soit 114% par rapport à la médiane.

Comment positionner l'HOS et HOF issus de la présente étude par rapport aux 10 échantillons d'huile d'olive étudiés provenant de différentes huileries de la région de Tizi-Ouzou ?

La valeur de l'acidité libre de HOS (1,33 %) il coïncide exactement avec le premier quartile (Q1=1,33%) soit les premiers 25 % (voir la figure 20). Cela signifie également que

75% des 10 échantillons d'huile d'olive étudiés présentent une acidité libre supérieure à celle de HOS. En revanche, l'acidité de l'HOF est identique à la valeur la plus élevée (valeur aberrante) de l'ensemble des échantillons étudiés, se situant au-delà de la valeur maximale.

III.2. Détermination des coefficients d'extinction spécifique (UV)

L'HOS, l' HOF et l'HOFM ont été choisis pour être analysés du point de vue des coefficients d'extinction spécifique (UV) et d'autres paramètres chimiques complémentaires.

L' HOFM a été sélectionné spécifiquement à des fins de comparaison.

L'extinction spécifique à 232 (K_{232}) et 270 (K_{270}) nm d'une huile peut être considérée comme une image de son état d'oxydation. Plus son extinction à K_{232} est forte, plus elle est peroxydée. De même, plus l'extinction à K_{270} est forte, plus elle est riche en produits d'oxydation secondaires et traduit une faible aptitude à la conservation (**Boudiaf, 2019**).

L'extinction spécifique des huiles dans l'ultraviolet est un critère essentiel pour évaluer leur qualité. A une longueur d'onde de 232 nm, elle permet de mesurer les produits primaires d'oxydation des acides gras tels que les hydroperoxydes linoléiques et les acides gras oxydés. En revanche, à 270 nm, elle détecte les produits secondaires de l'oxydation comme les alcools et les cétones (**Meddour, 2019**).

Les données recueillies pour K_{232} et K_{270} sont consignées dans les figures 21 et 22, respectivement.

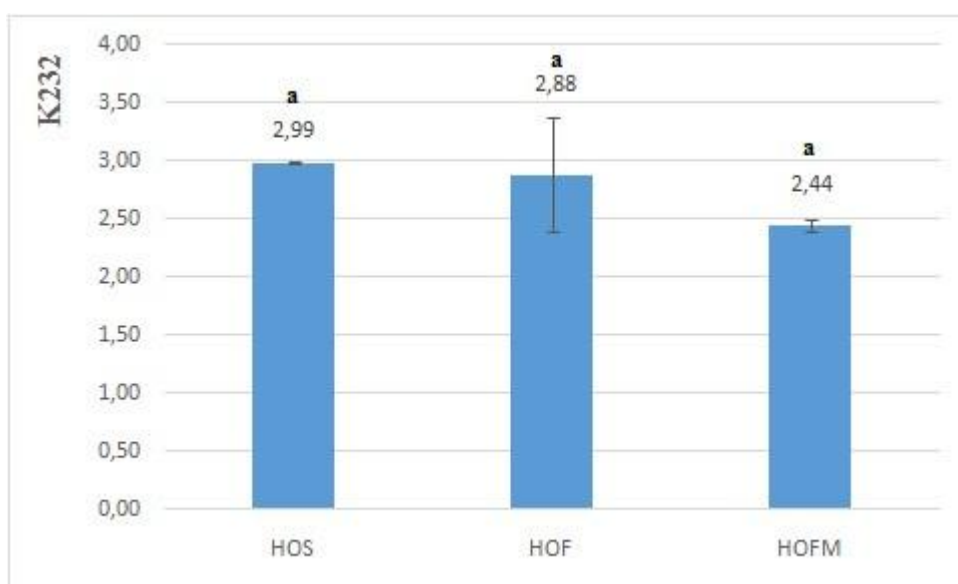


Figure 21 : Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés à 232 nm.

**Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p < 0.05$).*

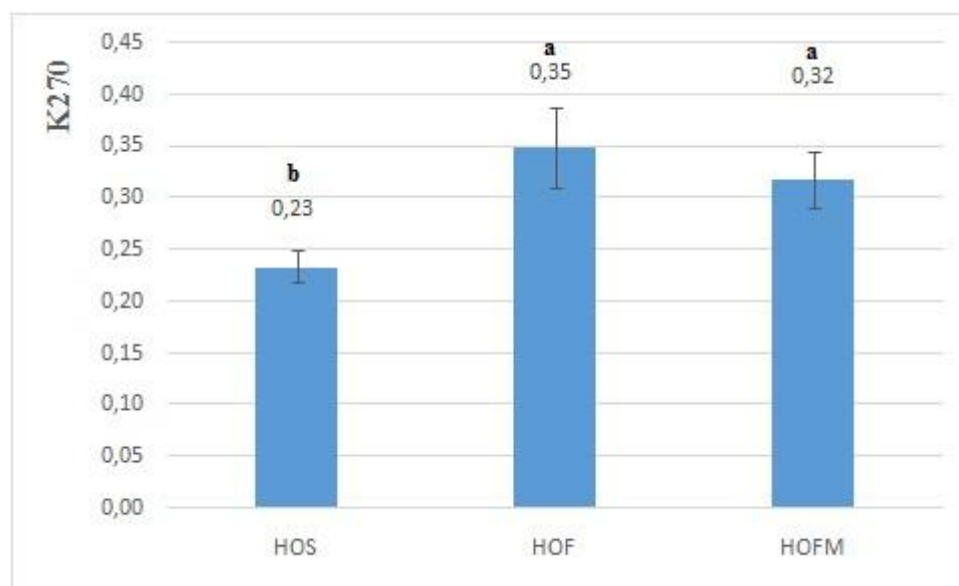


Figure 22 : Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés à 270nm.

**Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p < 0.05$)*

D'après **Tanouti et al. (2011)**, plusieurs facteurs peuvent expliquer les valeurs élevées de K_{232} et K_{270} . Parmi ces facteurs figurent la récolte tardive des olives, une exposition excessive des olives et de l'huile extraite à l'oxygène de l'air et à la lumière, ainsi qu'un réchauffement de la pâte lors du malaxage.

En se référant aux standards du (**COI, 2019**), On peut noter que :

• Selon K_{232} :

-HOF et HOS dépassent les limites établies.

-HOFM est conforme aux caractéristiques d'huile d'olive extra vierge ($K_{232} \leq 2,50$).

• Selon K_{270} :

-HOS est presque conforme aux caractéristiques d'une huile d'olive extra vierge ($K_{270} \leq 0.22$).

-HOF et HOFM sont conformes aux caractéristiques d'une huile d'olive raffinée et d'une huile d'olive vierge ($K_{270} \leq 1.15$).

Les résultats trouvés concernant ΔK des différentes huiles étudiées sont donnés par la figure 23.

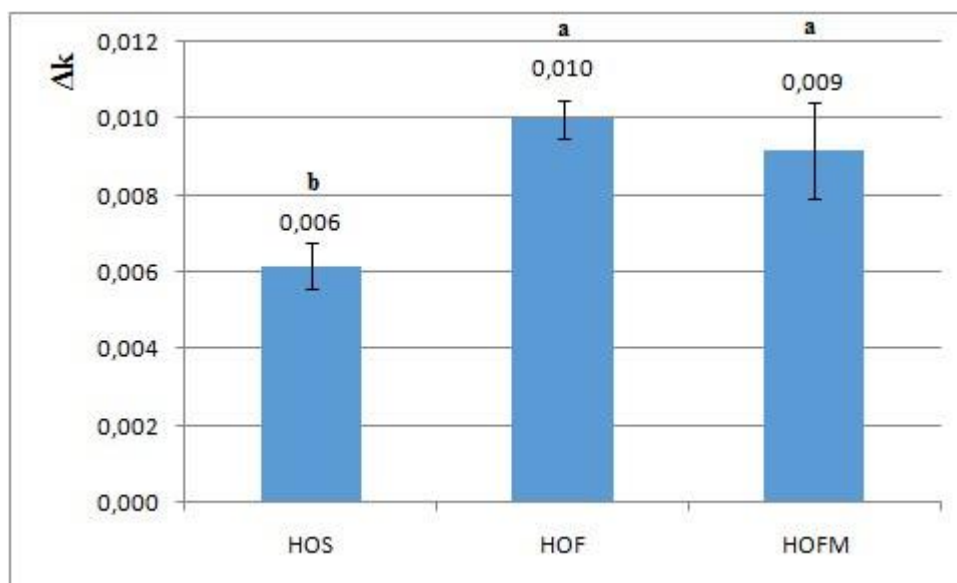


Figure 23 : Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés (ΔK)

**Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p < 0.05$)*

Les trois huiles ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$) du point de vue de ΔK . Selon ce dernier, les trois huiles sont toutes conformes aux caractéristiques d'une huile extra vierge.

IV. Analyse chimique complémentaire

IV.1. Teneur en chlorophylles et caroténoïdes

L'analyse des pigments colorants n'est pas exigée par les normes de commercialisation de l'huile d'olive quoique la couleur est un attribut fondamental pour évaluer les caractéristiques sensorielles de l'huile d'olive. Elle est associée par la plupart des consommateurs à la notion de qualité.

Les chlorophylles sont les pigments les plus répandus dans la nature. Elles sont responsables de la couleur verdâtre de l'huile d'olive, les concentrations variant selon les facteurs génétiques et le stade de maturation des fruits (**Bouaziz et Medrouh, 2019**).

La concentration en caroténoïdes est influencée par la variété et diminue progressivement, ce phénomène étant accentué par une augmentation de la synthèse des anthocyanes. Les caroténoïdes, qui sont des antioxydants naturels, jouent un rôle important dans la stabilité oxydative et sont particulièrement bénéfiques pour la santé humaine. La concentration en

Caractérisation sommaire des olives et de l'huile extraite Résultats et discussions

caroténoïdes varie en fonction de plusieurs facteurs comme le cultivar, le climat, la maturation et le procédé d'extraction (Louaguenouni et Hadjab, 2021).

Les résultats de la teneur en chlorophylles et caroténoïdes des échantillons sont montrés dans les figures 24 et 25, respectivement.

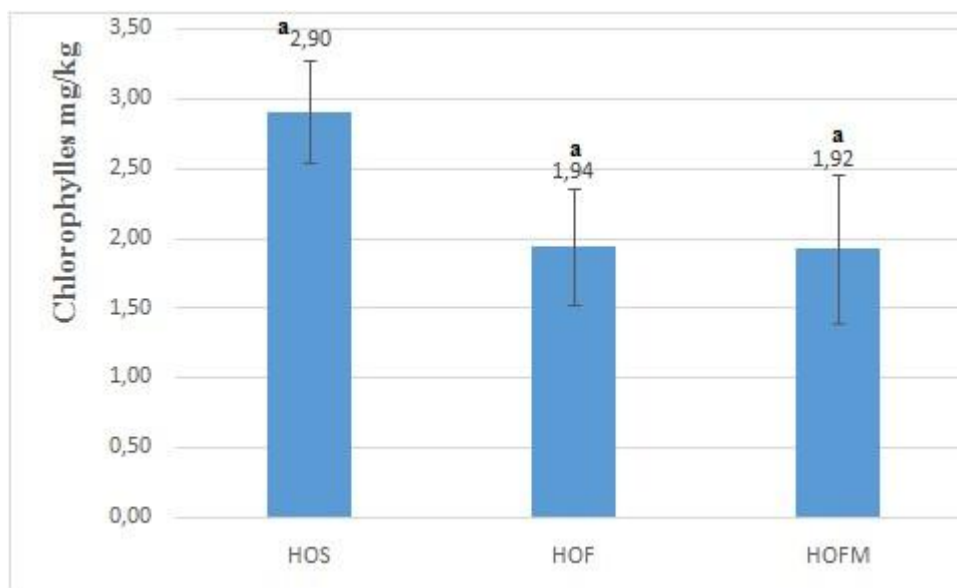


Figure 24 : Teneur en chlorophylles des échantillons d'huile étudiées.

**Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p \leq 0.05$)*

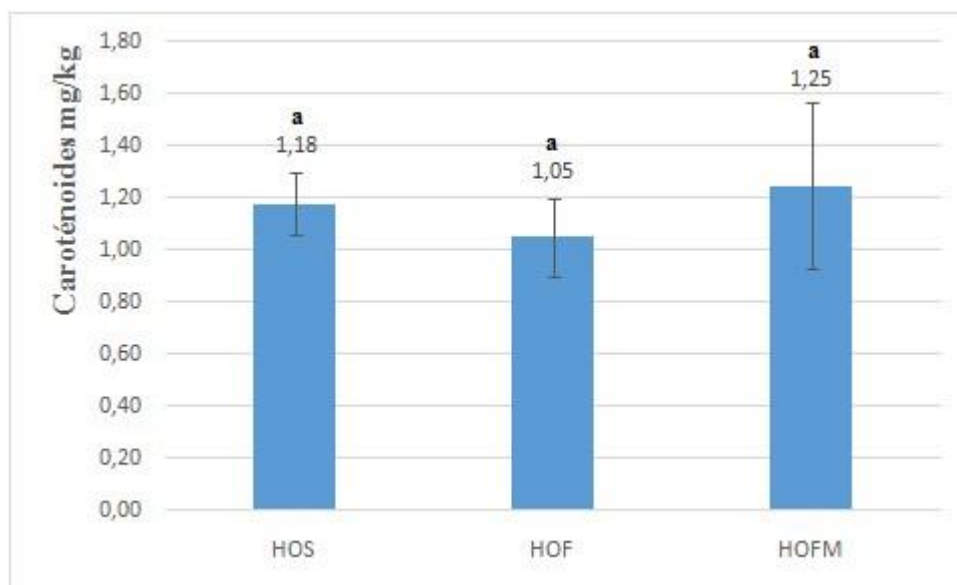


Figure 25 : Teneur en caroténoïdes des échantillons d'huiles étudiées.

**Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p \leq 0.05$)*

Les analyses statistiques révèlent qu'aucune différence significative ($p > 0,05$) n'est observée entre les échantillons étudiés en ce qui concerne la teneur en chlorophylles ainsi que la teneur en caroténoïdes.

Les teneurs en chlorophylles sont inférieures à celles trouvées par **Belbachir et al. (2024)** pour les deux variétés d'huiles d'olive étudiées (3,53 mg/kg pour la variété Picholine et 9,16 mg/kg pour la variété Arbequina). D'après **Boulfane et al. (2015)**, ces faibles teneurs sont souhaitées pour éviter l'action pro-oxydante des pigments chlorophylliens et pour assurer ainsi une bonne conservation des huiles. En ce qui concerne les caroténoïdes, les teneurs sont similaires aux valeurs trouvées par **Belbachir et al. (2024)** pour la variété Picholine (1,38 mg/kg) mais inférieures à celles trouvées par les mêmes auteurs pour la variété Arbequina (4,06 mg/kg) (**Belbachir et al., 2024**).

IV.2. Teneur en polyphénols totaux

L'huile d'olive vierge est presque la seule huile qui renferme des quantités significatives de substances phénoliques naturelles, lui donnant son goût distinctif, à la fois amère et fruité. Ces composants antioxydants sont également responsables de la stabilité de l'huile d'olive (**Louaguenouni et Hadjab, 2021**).

La teneur en polyphénols totaux des échantillons est montrée dans la figure 26 :

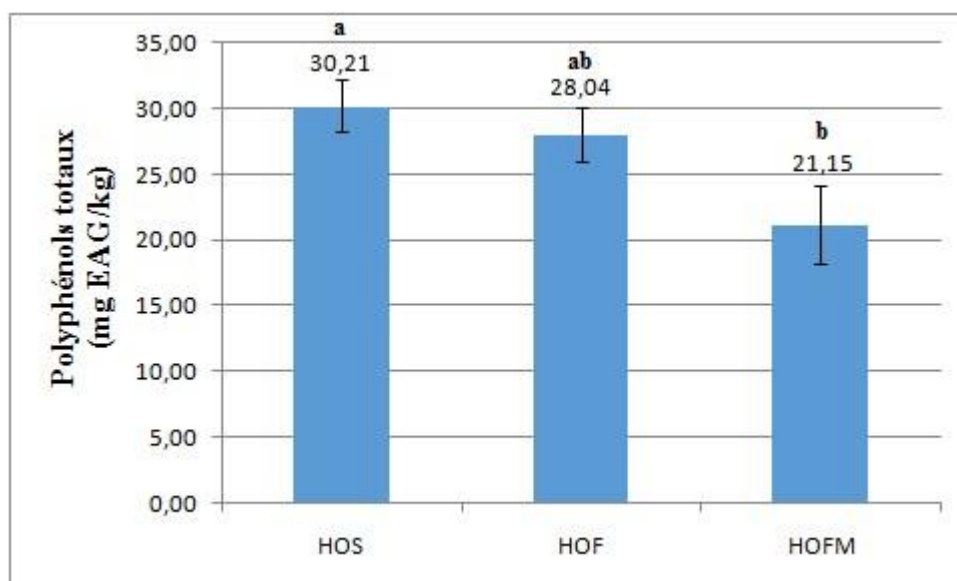


Figure 26 : Teneur en polyphénols totaux des échantillons d'huile étudiés.

**Les lettres différentes sur les colonnes indiquent une différence significative entre les valeurs ($p \leq 0.05$)*

D'après ces résultats, parmi les trois huiles étudiées, seule HOS présente une différence significative avec HOFM, en termes de teneur en polyphénols ($p \leq 0.05$), avec une valeur de 1,4 fois plus élevée. Par contre, il n'y a pas de différence significative entre l'HOS et l'HOF.

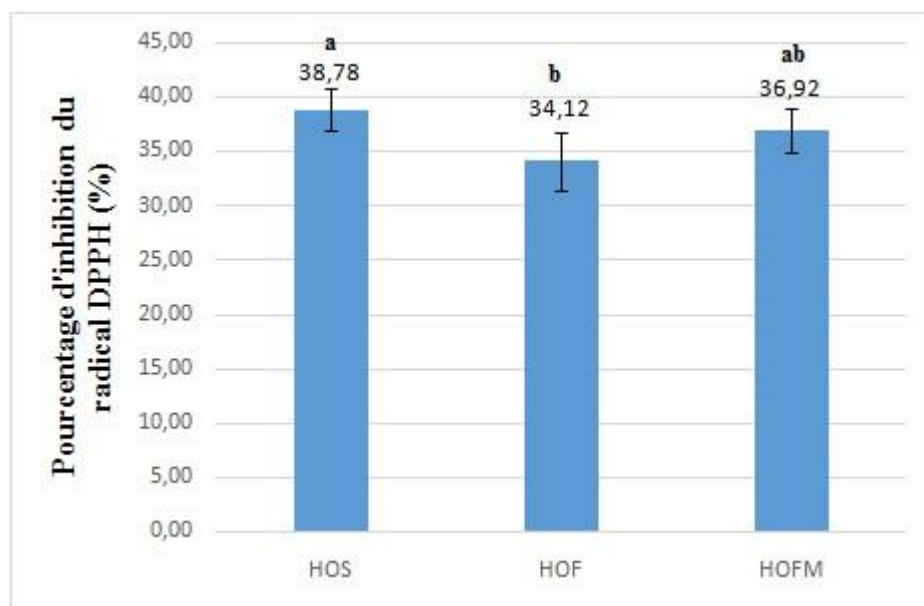


Figure 27 : Activité antiradicalaire des extraits méthanoliques contre le radical DPPH° (exprimée en % d'inhibition du radical DPPH°).

**Des lettres différentes indiquent la présence d'une différence significative ($p \leq 0.05$).*

Les teneurs en polyphénols des trois huiles analysées sont au moins cinq fois moins élevées que celles (167 mg GAE/kg) trouvées par **Merouane et al. (2014)** pour l'huile d'olive de la variété Chemlal obtenue par extraction artisanale. Nous pensons que la variété et les conditions de culture pourraient expliquer les faibles valeurs trouvées. En effet, selon **Ollivier et al. (2004)** plusieurs facteurs peuvent influencer la teneur en polyphénols : variété de l'olive, degré de maturité, qualité du sol ainsi que le procédé d'extraction utilisé et les conditions de conservation des huiles.

Les composés phénoliques passent dans l'huile lors du processus d'extraction. Ils sont considérés comme des antioxydants naturels qui protègent l'huile contre l'oxydation et lui confèrent une meilleure stabilité lors du stockage ainsi qu'une saveur amère caractéristique (**Boulfane et al., 2015**).

IV.3. Activité antiradicalaire (DPPH)

Afin de déterminer l'activité anti-oxydante des extraits méthanoliques des huiles d'olive étudiées, nous avons évalué l'activité anti-radicalaire du radical DPPH (Figure 27). Le DPPH est couramment utilisé pour mesurer la capacité des composés antioxydants à capturer les radicaux libres ou à fournir des atomes d'hydrogène (**Molyneux, 2004**).

D'après ces résultats, l'HOS présente une différence significative par rapport à l' HOF, en termes de pourcentage d'inhibition du radical DPPH ($p \leq 0.05$), avec une valeur de 1,1 fois plus élevée. Il est intéressant de noter qu'il existe une corrélation positive entre la teneur en polyphénols de l'HOS et DPPH ce qui montre que le séchage dans la tente reste intéressant à promouvoir. Nos résultats sont en accord avec ceux des travaux de **Merouane et al. (2014)** qui ont rapporté une corrélation positive entre l'activité antioxydante de l'huile d'olive et sa teneur en composés phénoliques.

Partie 2

**Essai d'obtention d'un
substitut de chocolat**

I. Essai d'obtention d'un substitut de chocolat à base de poudre de caroube, de pâte de dattes molles et de pâte d'olives séchées

I.1. Capacité d'absorption d'eau et d'huile de la poudre de caroube

La capacité ou le pouvoir d'absorption d'eau (CAE) est le test le plus couramment utilisé pour évaluer des propriétés d'hydratation des farines ou poudres (**Kiosseoglou et Paraskevopoulou, 2011**). Elle est définie comme la quantité d'eau retenue par un gramme de poudre (**Chau et Cheung, 1998**). La CAE des poudres joue un rôle crucial dans les formulations alimentaires car elle influence directement les propriétés physicochimiques et sensorielles du produit fini, telles que la friabilité, la tendreté, la dureté etc. En d'autres termes, l'utilisation des poudres dans une formulation alimentaire est étroitement liée à leur interaction avec l'eau (**Sreerama et al., 2012**).

La rétention de graisse confère aux produits alimentaires une meilleure palatabilité et la friabilité (**Abd Elmoneim et Bernhardt, 2010**). La capacité de rétention ou d'absorption d'huile (CAH) indique la capacité du produit à absorber les huiles (**Petkova et al., 2017**). Elle est définie comme étant la quantité d'huile ou de graisse retenue par un gramme de matière (**Chau et Cheung, 1998 ; Kiosseoglou et Paraskevopoulou, 2011**).

Les résultats obtenus montrent que la CAH est d'environ 7 fois supérieure à la CAE (Tableau 12). Ces résultats sont en concordance avec ceux trouvés (1.4 d'eau/g d'échantillon contre 4.0 g d'huile /g d'échantillon) par **Petkova et al. (2017)** pour les polysaccharides isolés de la farine de caroube. Ces données peuvent être expliquées par le fait que la poudre de caroube contient davantage de composés non polaires (hydrophobes).

Tableau 12 : Valeur de la capacité d'absorption d'huile (CAH) et d'eau (CAE) de la poudre de caroube.

	Capacité d'absorption d'huile (ml/100g, v/m)	Capacité d'absorption d'eau (%, m/m)
Poudre de caroube	260 ± 0	38,28 ± 3,56

Ces résultats peuvent être utilisés pour étudier les propriétés émulsifiantes et stabilisantes de la farine de caroube, ce qui permettrait son utilisation dans la fabrication de vinaigrettes et d'autres émulsions alimentaires (**Petkova et al., 2017**). En effet la CAH est un paramètre crucial dans la techno-fonctionnalité des aliments, étant donné, comme cela a été

souligné plus haut, la contribution du gras à la palatabilité et à la capture des molécules aromatiques (Abd Elmoneim et Bernhardt, 2010).

Les farines ayant une CAE élevée sont recommandées pour la boulangerie et la biscuiterie car elles permettent de maintenir la fraîcheur du produit. Elles sont également recommandées pour les formulations alimentaires plus ou moins liquides, en augmentant la viscosité (Sreerama et al., 2012).

I.2. Nouvelle formulation obtenue

Trois recettes de substituts de chocolat (SC) ont été préparées et ont fait l'objet d'analyses physiques (la dureté) et sensorielles (acceptabilité générale). La figure 28 montre l'aspect des substituts de chocolat préparés.

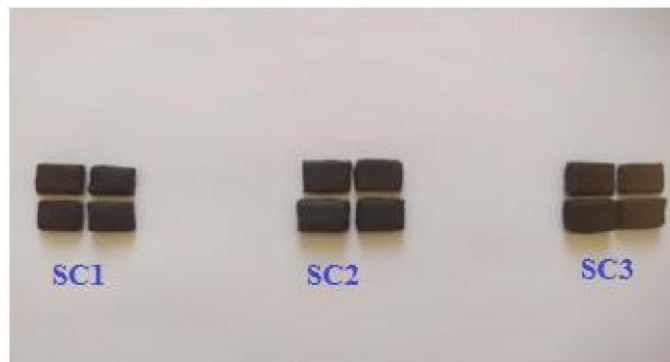


Figure 28 : Photographies des trois substituts de chocolat (SC) réalisées à partir de différentes proportions de poudre de caroube, de pâte de dattes molles et de pâte d'olives séchées (voir Tableau 12 pour les proportions).

I.2.1. Analyses de la dureté

Les trois substituts de chocolats préparés (SC1, SC2 et SC3) ainsi que le chocolat noir de la marque « Ambassadeur » utilisée comme référence ont été évalués du point de vue de la dureté, à une température d'environ 30°C. Le niveau de dureté varie de 0 (le plus tendre) à 100 (le plus dur). Les résultats obtenus sont présentés dans la Figure 29. D'après ces résultats, les formulations SC2 et SC3 montrent une dureté plus élevée que le chocolat noir de référence « Ambassadeur » ($p < 0,05$). En revanche, il n'y a pas une différence significative ($p > 0,05$) entre la formulation SC1 et le chocolat Ambassadeur (Figure 29). Ces dernières observations peuvent s'expliquer par le fait que la dureté du chocolat dépend sans doute de la composition qualitative et quantitative des formulations. En effet, comparativement à SC2 et SC3, la formulation SC1

contient un taux plus élevé de pâte d'olives séchées et de poudre de caroube mais un taux plus faible de pâte de dattes molles. Selon **Chire-Fajardo et al. (2017)**, la matière grasse totale, composée d'un mélange de beurre de cacao et de graisse de lait, entraîne une dureté moindre et une plus grande facilité de fonte en bouche en raison du point de fusion plus bas à la température corporelle. Les mêmes auteurs ajoutent que la dureté est inversement proportionnelle à la quantité de cacao mais proportionnelle à la quantité de sucre. Notons que les valeurs de la dureté obtenues présentement sont équivalentes à celles (74,85-87,64) communiquées à propos de trois types chocolat commercialisés dans trois différents point de vente au Ghana (**Abe-Inge et al., 2024**).

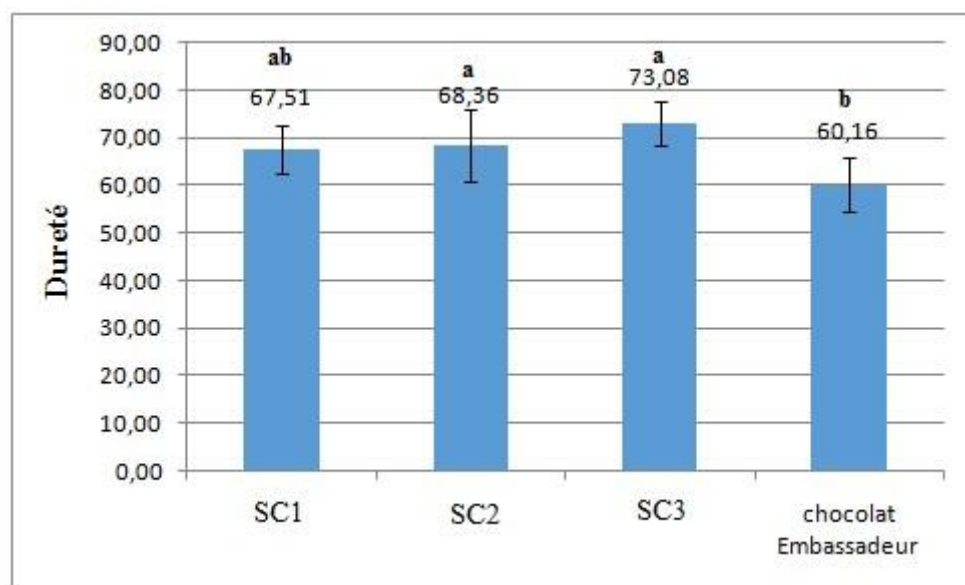


Figure 29 : Valeur de la dureté des trois recettes d'un substitut de chocolat (SC1, SC2, SC3) et du chocolat de référence de la marque « Ambassadeur ».

I.2.2. Evaluation sensorielle

Trois substituts de chocolat (SC) ont été classés par 27 sujets, selon leur goût, du meilleur au moins bon (par ordre décroissant de préférence). Les classements obtenus sont mentionnés dans le tableau 13 :

Tableau 13 : Résultats de classement des trois substituts chocolat (SC).

Sujets	SC1	SC2	SC3
1	3	1	2
2	3	2	1
3	3	2	1
4	1	2	3
5	1	2	3
6	3	2	1
7	2	1	3
8	2	3	1
9	3	2	1
10	3	2	1
11	2	3	1
12	3	2	1
13	2	3	1
14	2	1	3
15	1	2	3
16	2	3	1
17	3	2	1
18	3	2	1
19	3	1	2
20	3	1	2
21	3	2	1
22	3	2	1
23	3	1	2
24	3	2	1
25	1	2	3
26	3	1	2
27	3	2	1
Somme des rangs	67,00	51,00	44,00

Les sommes des rangs sont respectivement : R1= 67, R2= 51, R3=44.

Le F de Friedman calculé est : F= 10,30

La valeur lue dans la table du X^2 (annexe 3) à (P-1) degrés de liberté pour un risque de 5% est : S=5,99.

$F > S$; donc il existe entre les 3 échantillons de chocolat des différences significatives (à 5%) sur le plan du gout. Pour obtenir un classement statistique des produits, il faut calculer la plus petite différence significative :

$$\delta = 2,4\sqrt{27} = 17,64 * 3(3 + 1)/6$$

La valeur 2,4 utilisée dans la formule est la valeur lue dans la table de la loi gaussienne (annexe 4) en prenant un risque bilatéral de :

$$2 * 5\%$$

$$\text{_____} = 1,66\% \quad 3(3-1)$$

On a :

$|R1 - R2| < \delta$ donc les chocolat A et B sont perçus comme identiques,

$|R1 - R3| > \delta$ donc les chocolats A et C sont perçus comme significativement différents,

$|R2 - R3| < \delta$ donc les chocolat B et C sont perçus comme identiques.

On obtient ainsi le classement suivant :

SC3	SC2	SC1
44	51	67

Ce schéma signifie que parmi les trois produits étudiés seul le substitut chocolat 3 (SC3) est préféré au substitut de chocolat 1 (SC1) sur le plan du gout.

Conclusion

Conclusion

Le présent travail a permis de confirmer que l'huile d'olive obtenue à partir des olives séchées dans une tente séchoir avant l'opération d'extraction d'huile à donner une acidité libre (1.33%), soit cinq fois plus base que celle de l'huile d'olive issue de fruit frais. A des fins de comparaison, 10 échantillons d'huile d'olive de référence, issus de 10 localités différentes de la wilaya de Tizi-Ouzou et extraits dans les huileries modernes, ont été aussi analysées surtout du point de vue de l'acidité libre. La dispersion des valeurs de l'acidité libre de ces derniers a été analysée en servant d'une boîte à moustaches, aussi appelée diagramme de quartile et qui est un résumé à cinq nombres.

De plus, l'étude a montré qu'il est possible d'obtenir un substitut de chocolat à partir de poudre de caroube, de pâte de dattes molles et de pâte d'olives séchées. Parmi les trois formules étudiées, seul le SC3 est préféré au SC1 sur le plan du goût.

Références

Bibliographiques

Références Bibliographiques

- *Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeifer, V.F. (1969). Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*, v.14, n. 1, p.11-12.
- *Aoues, K., et Bekhouche, K. (2020). Etude bibliographique sur la qualité et l'activité antibactérienne de l'huile d'olive de différentes provenances : cas de Tizi Rached et de M'chedallah (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- *-Belbachir, Y., El Farissi, H., Melhaoui, R., Beraich, A., Elamrani, A., & Talhaoui, A. (2024). Exploring accelerated oxidative and physicochemical properties of Arbequina and Moroccan
- *-Benamara, S., Chibane, H., & Boukhelifa, M. (2004). Actualites techniques et industrielles-
- *Conseil oléicole international. (2022). *Rapport sur les tendances du marché de l'huile d'olive*. <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2022/05/COI-T.15-NC-No-3-REV14-FR.pdf>
- *El-Gharbi, S., Tekaya, M., Bendini, A., Valli, E., Palagano, R., Gallina Toschi, T., ... & Mechri, B. (2018). Effets des méthodes archaïques de stockage des olives et de l'huile encore utilisées dans le sud tunisien sur la qualité de l'huile d'olive. *Revue italienne des sciences alimentaires*, 30, 102-115.
- *-Espiard E., 2002. Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. TECH et DOCLAVOISIER, pp147-155.
- *Gutiérrez, F., Jimenez, B., Ruiz, A. et Albi, MA (1999). Effet de la maturité des olives sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extraite des variétés Picual et Hojiblanca et sur les différents composants impliqués. *Journal de chimie agricole et alimentaire*, 47 (1), 121-127.
- *Henry, S. (2003). L'huile d'olive : son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré).
- *Hojiblanca et sur les différents composants impliqués. *Journal de chimie agricole et alimentaire*, 47 (1), 121-127.

- *Manai, H., Haddada, F. M., Imen, O., Trigui, A., Daoud, D., & Zarrouk, M. (2006a). Variability in the composition of olive oil produced from hybrids obtained by controlled crossbreeding. 965, pp. 169-196).
- * Aafi, A. (1996). Le caroubier: Caractères botaniques et écologiques, groupements végétaux, techniques d'élevage en pépinière, traitement et soins culturaux, utilisation et production. *Centre national de la recherche forestière, Maroc*, 1-7.
- * Abd Elmoneim, O. E., & Bernhardt, R. (2010). Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour. *Food chemistry*, 121(2), 387-392.
- * Abdellaoui, R., Boukhiar, A., Kechadi, K., & Benamara, S. (2018). Preparation of a natural candy from date (*Phoenix dactylifera* L.), olive (*Olea europaea* L.), and carob (*Ceratonia siliqua* L.) fruits. *Journal of Food Quality*, 2018(1), 9565931.
- * Abe-Inge, V., Zaukuu, J. L. Z., Mohammed, L., Agbenorhevi, J. K., & Oduro, I. (2024). Physico-chemical and chemometric analysis of milk chocolate sold in Ghana using NIR spectroscopy. *Future Foods*, 10, 100427.
- * Acourene, S., & Tama, M. (1997). Caractérisation physico-chimique des principaux cultivars de dattes de la région des Zibans. *Recherche Agronomique*, 1(1), 59-66.
- *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). *Agricultural Biotechnology*, 56, 103037
- *Ait Ameer, L. (2001). Analyse du processus de diffusion des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système: Mech-Degla/Jus de citron. *Mémoire de magister. Département de technologie alimentaire. Boumerdes*.
- *Ait Chitt, M., Belmir, H., & Lazrak, A. (2007). Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA MAPM/DERD*, 153, 14
- *Ajana, H., El Antari, A., & Hafidi, A. (1999). Evolution of biométrie parameters and chemical composition of olives from the Moroccan Picholine variety during fruit ripeness. *Grasas y Aceites*, 50(1), 1-6.
- *Akrouit, A., El Jani, H., Amouri, S., & Neffati, M. (2009). Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia campestris* L., *Artemisia herba alba* asso,

& thymus capitatus hoff. Et link. Growing wild in the southern of Tunisia. *Recent research in science and technology*, 2(1).

*Albanell, E., Caja, G., & Plaixats, J. (1991). Characteristics of Spanish carob pods and nutritive value of carob kibbles. *Options Méditerranéennes. Serie A: Séminaires Méditerranéens (CIHEAM)*, (16).

*Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M., & Al-Rawahy, F. (2007). Caractéristiques compositionnelles et fonctionnelles des dattes, des sirops et de leurs sous-produits. *Food chemistry*, 104 (3), 943-947.

*Allalout, A., Krichène, D., Methenni, K., Taamalli, A., Oueslati, I., Daoud, D., & Zarrouk, M. (2009). Characterization of virgin olive oil from super intensive Spanish and Greek varieties grown in northern Tunisia. *Scientia horticulturae*, 120(1), 77-83.

*Allane, T., Benamara, S., & Abdellaoui, R. (2022). Contribution to the study of a traditional olive oil extraction process as applied in Kabylia region (northern Algeria). *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 15(3), 312-318.

*Allane, T., Dali, A., Kacimi, Z., & Benamara, S. (2023). An attempt to improve the traditional olive (*Olea europaea*) oil eco-extraction as applied in the Bouzeguène municipality (Northern Algeria). *Food and Humanity*, 1, 753-761.

*Al-Shahib, W., & Marshall, RJ (2002). Teneur en fibres alimentaires des dattes de 13 variétés de palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. *Revue internationale des sciences et technologies alimentaires*, 37 (6).

*Amimer, L., & Yazid, A. (2021). Effet du traitement thermique sur les caractéristiques physico-chimiques d'huile d'olive" moderne" (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

* Anonyme (2024, 2 septembre). *Algérie : la production d'huile d'olive continue sa dégringolade*. Diasporadz. <https://www.diasporadz.com/algérie-la-production-dhuile-dolivecontinue-sa-degringolade/>

*AOUKLI MANEL, NORELDJIHANE, & SOUAD, C. (2019). *Etude et qualitative des huiles d'olive de la région de DJAAFRA* (Thèse de doctorat).

Assami, K., Chemat, S., Meklati, BY et Chemat, F. (2016). Aromatisation assistée par ultrasons avec des condiments comme technique permettant d'aromatiser l'huile d'olive et d'améliorer sa durée de conservation. *Méthodes d'analyse des aliments*, 9, 982-990.

*Ayaz, FA, Torun, H., Glew, RH, Bak, ZD, Chuang, LT, Presley, JM et Andrews, R. (2009). Teneur en éléments nutritifs de la farine de gousse de caroube (*Ceratonia siliqua* L.) préparée commercialement et domestiquement. *Aliments végétaux pour la nutrition humaine*, 64, 286292.

*Baghdadi, S. et Mecharek, I. (2021). Etude de quelques caractéristiques physico-chimiques de quatre échantillons d'huile d'olive de la wilaya de Tizi-Ouzou (Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri).

*Batlle, I., & Tous, J. (1997). Carob tree. *Ceratonia siliqua*, 92.

*Benaziza, A., & Semad, D. (2016). Oleiculture: Caractérisation de six variétés d'olives introduites dans Le Sud–Est Algérien. *European Scientific Journal*, 12(33), 537-553.

*Benchelah, A. C ; et Maka, M. (2008). Les dattes : intérêt en nutrition. *Phytothérapie*, 6(2), 117-121.

*Bengoechea, C ; Romero, A ; Villanueva, A ; Moreno, G ; Alaiz, M ; Millán, F ; ... et Puppò, M. C. (2008). Composition and structure of carob (*Ceratonia siliqua* L.) germ proteins. *Food chemistry*, 107(2), 675-683.

*Benmahioul, B ; Harche, M. K ; & Daguin, F. (2011). Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples. *Forêt méditerranéenne*, 32(1), 51-

*Bennai, D., Taftist, D., Zedek, S., Abdellaoui, R., Boukhiar, A., & Benamara, S. (2019). Analyse préliminaire du processus traditionnel de production d'huile d'olives appliqué dans certaines régions de Kabylie (nord algérien).

Boskou, D. (2006). L'huile d'olive : chimie et technologie . Éditions AOCS.

*Bouaziz, R., & Medrouh, M. (2019). *Étude des caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive de la variété chemlal dans la région de Drâa El Mizan et Makouda* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

*Boudi, M. (2012). Mouvement d'acteurs et valorisations des produits du terroir: cas de la wilaya de Bejaia. *Revue des Régions Arides*, 28, 339-347.

- *Boudiaf Amina, Z. M. (2019). *Caractérisation physico-chimique des huiles d'olive stockées* (Doctoral dissertation). Boudiaf Amina, Z. M. (2019). *Caractérisation physicochimique des huiles d'olive stockées* (Doctoral dissertation).
- *Boughendja, F. Z., & Kabbaz, C. (2020). Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive produite dans la région de tissemsilt.
- *Bouhadja, K. (2011). *Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge* (Doctoral dissertation, UMMTO).
- *Boukhiar, F. (2017). Traitements de type technologie douce sur la désamérisation des olives de table et les comprimés à base de dattes: effet de l'oleuropeine (Doctoral dissertation, Université M'hamed Bougara Boumerdès: Faculté des sciences de l'ingénieur).
- *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.
- *CEE 2568/91. Communauté Economique Européenne. Règlement CEE,(2002). Le secteur de l'huile d'olive dans l'Union Européenne. Commission Européenne. Direction général de l'agriculture.
- *Chau, C. F., & Cheung, P. C. K. (1998). Functional properties of flours prepared from three Chinese indigenous legume seeds. *Food Chemistry*, 61(4), 429-433.
- *Chekatti, L. (2024). Combinaison des méthodes spectrochimiques et des méthodes statistiques pour une meilleure authentification de l'huile d'olive (Doctoral dissertation).
- *Chelaghema, L ; Hamouda, M ; et Dairi, S. E. (2021). Impact des procédés innovants d'extraction sur la qualité de l'huile d'olive vierge (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
- * Chicco, D., Warrens, M. J., & Jurman, G. (2021). The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation. *Peerj computer science*, 7, e623.
- * Chire-Fajardo, G. C., Valdivia-Arrunategui, R. A., Orihuela-Rivera, C. A., & Ureña-Peralta, M. O. (2017). Assessment of physical and physicochemical quality of main chocolates traded in Peru. *Acta Agronómica*, 66(2), 164-171.

- * COI (2019). Trade standard applying to olive oils and olive pomace oils. international olive council. T.15, NC No 3, 1-17.
- * Custódio, L ; Carneiro, M. F ; & Romano, A. (2005). Microsporogenesis and anther culture in carob tree (*Ceratonia siliqua* L.). *Scientia Horticulturae*, 104(1), 65-77.
- * Daas Amiour, S. (2009). *Etude quantitative des composés phénoliques des extraits de trois variétés de dattes (Phoenix dactylifera L.) Et évaluation in vitro de leur activité biologique* (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).
- * Dakia, PA, Wathelet, B. et Paquot, M. (2007). Isolement et évaluation chimique du germe de graine de caroube (*Ceratonia siliqua* L.). *Chimie alimentaire* , 102 (4), 1368-1374.
- * 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).
- * Djadoun, S. (2011). *Influence de l'hexane acidifié sur l'extraction de l'huile d'olive assistée par micro-ondes* (Doctoral dissertation, UMMTO).
- * Djouab, A., Benamara, S., Benamounah, A., Djemel, F., & Gougam, H. (2017). Stabilité oxydative de la margarine enrichie avec l'extrait d'écorce de datte *Phoenix canariensis* L.. *Revue iranienne de chimie et de génie chimique (IJCCE)* , 36 (3), 53-64.
- * Douzane, M., Daas, M. S., Ait Ouazou, A., Anane, C., Moussi, S., Abdi, A., ... & Amrani, S. (2023). Étude de la variabilité physico-chimique de l'huile d'olive de différents cultivars introduits et un cultivar local. *Recherche Agronomique*, 21(1), 5-23.
- * Eke, O. S., & Akobundu, E. N. T. (1993). Functional properties of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) seed flour as affected by processing. *Food chemistry*, 48(4), 337-340.
- * EL BATAL, H. I. C. H. A. M. (2014). contribution à la valorisation de la caroube marocaine: caractérisation morphologique et physico-chimique-application de la méthode des plans d'expériences pour l'optimisation du procédé d'extraction de la gomme de graine et de production du sirop de pulpe.
- * El-Gharbi, S., Tekaya, M., Bendini, A., Valli, E., Palagano, R., Gallina Toschi, T., ... & Mechri, B. (2018). Effets des méthodes archaïques de stockage des olives et de l'huile encore utilisées dans le sud tunisien sur la qualité de l'huile d'olive. *Revue italienne des sciences alimentaires*, 30, 102-115.

- * Essai de formulation d'un yaourt naturel aux dattes. *Industries Alimentaires et Agricoles*, 121(12), 11-14.
- * FAO.1993. Date products and preparations. <https://www.fao.org/4/t0681E/t0681e06.htm>
- * Gambino, C. M., Accardi, G., Aiello, A., Candore, G., Dara-Guccione, G., Mirisola, M., ... & Caruso, C. (2018). Effect of extra virgin olive oil and table olives on the immuneinflammatory responses: potential clinical applications. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Immune, Endocrine & Metabolic Disorders)*, 18(1), 14-22.
- * Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Sulmont-Rossé, C., & Hersleth, M. (2016). Innovation in traditional food products: does it make sense?. In *Innovation strategies in the food industry* (pp. 77-89). Academic Press.
- * Haddarah, A. (2013). L'influence des cultivars sur les propriétés fonctionnelles de la caroube Libanaise. Le 12 Décembre 2013.
- * Hariri, A., Ouis, N., Sahnouni, F., & Bouhadi, D. (2009). Mise en œuvre de la fermentation de certains ferments lactiques dans des milieux a base des extraits de caroube. *Rev. microbiol. ind. san et environn*, 37-55.
- * Henk, J., Zwir, E., & Rik, L. (2003). Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. *Arômes Ingrédients Additifs*, 44, 42-45.
- * Jacotot, B. (1997). Intérêt nutritionnel de la consommation de l'huile d'olive: Huile d'olive: production et marchés. *OCL. Oléagineux, corps gras, lipides*, 4(5), 373-374.
- * JASKANI, MJ, AHMAD, I., NAFEES, M., ALAFARI, HA, FIAZ, S., FATIMA, S., ... & UZAIR, M. (2023). Effets de l'hybridation et de la métaxénie sur les attributs biochimiques et moléculaires du cultivar Hillawi du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Revue turque d'agriculture et de foresterie* , 47 (4).
- * Kalantzakis, G., Blekas, G., Pegklidou, K., & Boskou, D. (2006). Stability and radicalscavenging activity of heated olive oil and other vegetable oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108(4), 329-335.
- * Kioseoglou, V., & Paraskevopoulou, A. (2011). Functional and physicochemical properties of pulse proteins (No. IKEEBOOKCH-2019-183, pp. 57-90). Elsevier Science.

Références Bibliographiques

- * Klenow, S ; Gleib, M ; Haber, B ;Owen, R. et Pool-Zobel, BL (2008). Les composés de fibres de caroube modulent les paramètres de croissance cellulaire différemment dans les cellules d'adénocarcinome du côlon humain HT29 que dans les cellules d'adénocarcinome du côlon LT97. *Toxicologie alimentaire et chimique* , 46 (4), 1389-1397.
- * Lamani, O., & Ilbert, H. (2016). La segmentation du marché oléicole. Quelles politiques de régulation du marché d'huile d'olive en Algérie?. *New Medit*, 15(3), 19-28.
- * Latif, R. (2013). Chocolat/cacao et santé humaine : une revue. *Neth J Med* , 71 (2), 63-8.
- * Le Guen, M. (2001). La boîte à moustaches de TUKEY, un outil pour initier à la statistique. *Statistiquement votre-SFDS*, (4), 1-3.
- * Lederf, B. (2024, 3 septembre). Titre de l'article. *Bruno Lederf*. <https://www.brunolederf.fr>
- * 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).
- * Louni, M. (2015). *Contribution à l'étude de la consommation de l'huile d'olive au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou en zone urbaine (Tizi-Ouzou) et rurale (Tizi Rached)(20122013)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- * MAHDAD, M. Y. (2013). *Situation et perspectives d'amélioration du caroubier (Ceratoniasiliqua L.) dans le Nord-ouest de l'Algérie* (Doctoral dissertation, Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid).
- * Mahdad, M. Y., & Gaouar, S. S. (2016). *Le Caroubier (Ceratoniasiliqua L.) dans le Nordouest de l'Algérie: Situation et perspectives d'amélioration*. Éditions universitaires européennes.
- * Manai, H., Mahjoub-Haddada, F., Imen, O., Trigui, A., Daoud, D., & Zarrouk, M. (2006b).
- * Mansouri, A., Embarek, G., Kokkalou, E., & Kefalas, P. (2005). Profil phénolique et activité antioxydante du fruit mûr du palmier dattier algérien (Phoenix dactylifera). *Chimie alimentaire*, 89 (3), 411-420.
- * Manuel REED instruments HT-6510A, 1-877849 2127https: //www. itm. Com / pdfs / cache / www.itm.com/ht-6510a-rental/manuel/ht-6510a-rentalmanuel.pdf

Références Bibliographiques

- * Marwa, B. O. U. L. E. D. I. A. B., & HIMOUR, B. M. (2023). Etude Ethnobotanique, screening phytochimique et activité antibactérienne des feuilles d'Olea Europea dans la région de Mila (Doctoral dissertation, University center of Abdalhafid Boussouf-MILA).
- * Meddour, K. (2019). *Caractéristiques physico chimiques de l'huile d'olive de la variété Chemlal de quelques régions de la Kabylie (Mekla et Betrouna) selon la date de récolte* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- * Meriem, B., Boukhama Bouchra, C. I., & Samiha, D. (2022). Etude qualitative des huiles d'olive de la région de Guelma. Meriem, B., Boukhama Bouchra, C. I., & Samiha, D. (2022). Etude qualitative des huiles d'olive de la région de Guelma.
- * Merouane, A., Noui, A., Ali, K. N. B., & Saadi, A. (2014). Activité antioxydante des composés phénoliques d'huile d'olive extraite par méthode traditionnelle. *International journal of biological and chemical sciences*, 8(4), 1865-1870.
- * MIMOUNI, Y. (2015). *Développement de produits diététiques hypoglycémiants à base de dattes molles variété «Ghars», la plus répandue dans la cuvette de Ouargla* (Doctoral dissertation).
- * Molyneux, P. (2004). L'utilisation du radical libre stable diphénylpicrylhydrazyl (DPPH) pour estimer l'activité antioxydante. *Songklanakarin J. sci. technol* , 26 (2), 211-219.
- * Moyano, MJ, Heredia, FJ et Meléndez-Martínez, AJ (2010). La couleur des huiles d'olive : les pigments et leurs bienfaits probables pour la santé et les méthodes d'analyse visuelle et instrumentale. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9 (3), 278-291.
- * Naghmouchi, S ; Khouja, M. L ; Romero, A ; Tous, J ; & Boussaid, M. (2009). Tunisian carob (*Ceratonia siliqua* L.) populations: Morphological variability of pods and kernel. *Scientia Horticulturae*, 121(2), 125-130.
- * Noui, Y., Lekbir, A., Chibane, HA, Smail, B., & Ibrir, I. (2019). Caractérisation physicochimique du jus de fruits mélangés (orange, abricot) en utilisant l'extrait de datte comme édulcorant. *Annales : Food Science & Technology*, 20 (3).
- * Ollivier, D., Boubault, E., Pinatel, C., Souillol, S., Guérère, M., & Artaud, J. (2004). Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierges. In *Annal Expert Forum Chem Toxicol* (Vol.
- * Oreggia, M. et Marinelli, F. (2017). *Flos olei. Du tribunal Di Roma. Italie.*

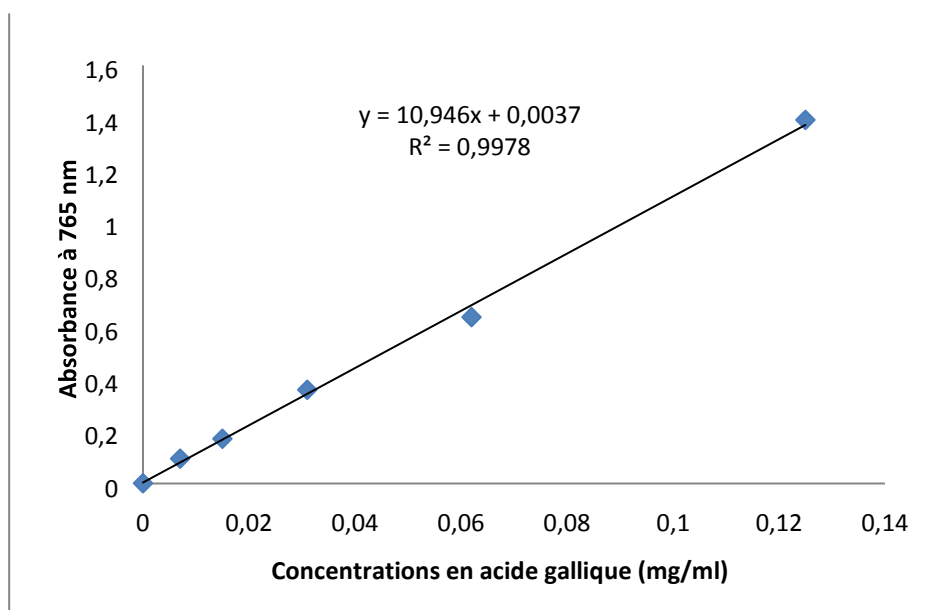
- * Oziyci, H. R ; Tetik, N ; Turhan, I ; Yatmaz, E ; Ucgun, K ; Akgul, H ; et Karhan, M. (2014). Mineral composition of pods and seeds of wild and grafted carob (*Ceratonia siliqua* L.) fruits. *Scientia Horticulturae*, 167, 149-152.
 - * Petit, MD, et Pinilla, JM (1995). Production et purification d'un sirop de sucre à partir de gousses de caroube. *LWT-Science et technologie alimentaire*, 28 (1), 145-152.
 - * Petkova, N., Petrova, I., Ivanov, I., Mihov, R., Hadjikinova, R., Ognyanov, M., & Nikolova, V. (2017). Nutritional and antioxidant potential of carob (*Ceratonia siliqua*) flour and evaluation of functional properties of its polysaccharide fraction. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(11), 2189-2195.
 - * Peyron, M. (2022). *La description de la datte*. Agronomie.info. Retrieved from <https://agronomie.info/fr/la-description-de-la-datte/>
- Picholine olive oils: A preliminary study on molecular interactions. *Biocatalysis and*
- * Psomiadou, E., & Tsimidou, M. (2002). Stabilité de l'huile d'olive vierge. 1. Etudes d'autooxydation. *Journal of Agricultural and Food chemistry* , 50 (4), 716-721.
 - * Rabadán, A., Nieto, R., & Bernabéu, R. (2021). Food innovation as a means of developing healthier and more sustainable foods. *Foods*, 10(9), 2069.
 - * 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).
 - * Rima, KOCHERANE (2021). Caractérisation morpho-écologique et phytochimique du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) en Algérie (Thèse de doctorat, Université Ziane Achour).
 - * Roukas, T. (1996). Production continue d'éthanol à partir d'extrait de gousses de caroube non stérilisées par *Saccharomyces cerevisiae* immobilisé sur des kissiris minéraux à l'aide d'un système à deux réacteurs. *Biochimie appliquée et biotechnologie*, 59, 299-307.
 - * Ryan, D., Robards, K., & Lavee, S. (1998). Evolution de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, 72, 23-41.
 - * Sauvageot, F., Barthélémy, J., Clément, J.F Danzart, M., Issanchou, S., Koster, E.P., Mac Leod, P., Nicod, H., Strigler, F., Touraille, C. (1990). Evaluation sensorielle Manuel méthodologie. Collection sciences et techniques Agroalimentaire 2^e édition, 1-345.
 - * SELAIMIA, R. (2018). Etude de l'huile d'olive d'Algérie (Doctoral dissertation).

- * Smith, TJ, Yang, GY, Seril, DN, Liao, J. et Kim, S. (1998). Inhibition de la tumorigenèse pulmonaire induite par la 4-(méthylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone par l'huile d'olive alimentaire et le squalène. *Carcinogenèse*, 19 (4), 703-706.
 - * Sreerama, Y. N., Sashikala, V. B., Pratapa, V. M., & Singh, V. (2012). Nutrients and antinutrients in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their flour functionality. *Food Chemistry*, 131(2), 462-468.
 - * Talbot, G. (2012). Chocolat et beurre de cacao – Structure et composition. Dans *Beurre de cacao et composés apparentés* (pp. 1-33). AOCS Press.
 - * Talhaoui, F., Boubekour, S., & BAHIANI, M. (2015). Détermination de qualité de la dattière de quatre variétés de dattes précoces de la région d'Adrar (Doctoral dissertation, Université Ahmed Draia-ADRAR).
 - * Tanouti, K., Elamrani, A., Serghini-Caid, H., & Tahani, N. (2011). Quality of olive oils produced in east of Morocco. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural & Food Chemistry*, 10(7).
 - * Tesbia, H., & Oulmas, L. (2021). *Etude comparative de quelques caractéristiques physicochimique de l'huile d'olive de la variété Chemlal de la région de Boghni et Timizart à TiziOuzou* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Variabilité de la composition de l'huile d'olive de quelques hybrides obtenus par croisements dirigés. *Olivae*, 106, 17-23.
- * Veillet, S ; Tomao, V. et Chemat, F. (2010). Macération assistée par ultrasons : Un procédé original d'aromatisation directe de l'huile d'olive au basilic. *Chimie alimentaire*, 123 (3), 905911.
 - * Veillet, S. (2010). *Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive: Entre Tradition et Innovation* (Doctoral dissertation, Université d'Avignon).
 - * Verdier, A. N. G., Doudjo, S., Emmanuel, A. N., Georges, A. N. G., & Benjamin, Y. K. (2015). Influence de sechage solaire et microonde sur le profil en acides gras des extraits de beurre de cacao (theobroma cacao l.). *European Scientific Journal*, 11(12).
 - * Yousif, A. K., & Alghzawi, H. M. (2000). Processing and characterization of carob powder. *Food chemistry*, 69(3), 283-287.

Références Bibliographiques

- * Yousra, G. (2022). *Transformation et valorisation des sous produits des dattes et effets sur la santé* (Doctoral dissertation).
- * Youssef, MKE, El-Manfaloty, MM et Ali, HM (2013). Évaluation de la composition chimique immédiate, de l'état nutritionnel, de la composition en acides gras et des composés phénoliques de la caroube (*Ceratonia siliqua* L.).

Annexes

Annexe 1 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux.**Annexe 2 : Fiche de dégustation pour l'évaluation sensorielle**

Questionnaire

Date :

Nom :

Prénom :

Age :

Classer les trois produits suivants par ordre décroissant de préférence du meilleur au moins bon du point de vue gout

Le meilleur \longrightarrow le moins bon

Annexe 3 : Table du X²

STATIS

T A B L E 5
TABLE DU χ^2

DDL α	10 %	5 %	2,5 %	1 %	1 ‰
1	2,71	3,84	5,02	6,63	10,83
2	4,61	5,99	7,38	9,21	13,82
3	6,25	7,81	9,35	11,34	16,27
4	7,78	9,49	11,14	13,28	18,47
5	9,24	11,07	12,83	15,09	20,52
6	10,64	12,59	14,45	16,81	22,46
7	12,02	14,07	16,01	18,47	24,32
8	13,36	15,51	17,53	20,09	26,13
9	14,68	16,92	19,02	21,67	27,88
10	15,99	18,31	20,48	23,21	29,59
11	17,27	19,67	21,92	24,72	31,26
12	18,55	21,03	23,34	26,22	32,91
13	19,81	22,36	24,74	27,69	34,53
14	21,06	23,68	26,12	29,14	36,12
15	22,31	25,00	27,49	30,58	37,70
16	23,54	26,30	28,84	32,00	39,25
17	24,77	27,59	30,19	33,41	40,79
18	25,99	28,87	31,53	34,80	42,31
19	27,20	30,14	32,85	36,19	43,82
20	28,41	31,41	34,17	37,57	45,32
21	29,61	32,67	35,48	38,93	46,80
22	30,81	33,92	36,78	40,29	48,27
23	32,01	35,17	38,08	41,64	49,73
24	33,20	36,41	39,37	42,98	51,18
25	34,38	37,65	40,65	44,31	52,62
26	35,56	38,88	41,92	45,64	54,05
27	36,74	40,11	43,19	46,96	55,48
28	37,92	41,34	44,46	48,28	56,89
29	39,09	42,56	45,72	49,59	58,30
30	40,26	43,77	46,98	50,89	59,70

Annexe 4 : la table gaussienne

TABLE 4
TABLES DE LA LOI NORMALE $N(0,1)$

Test unilatéral

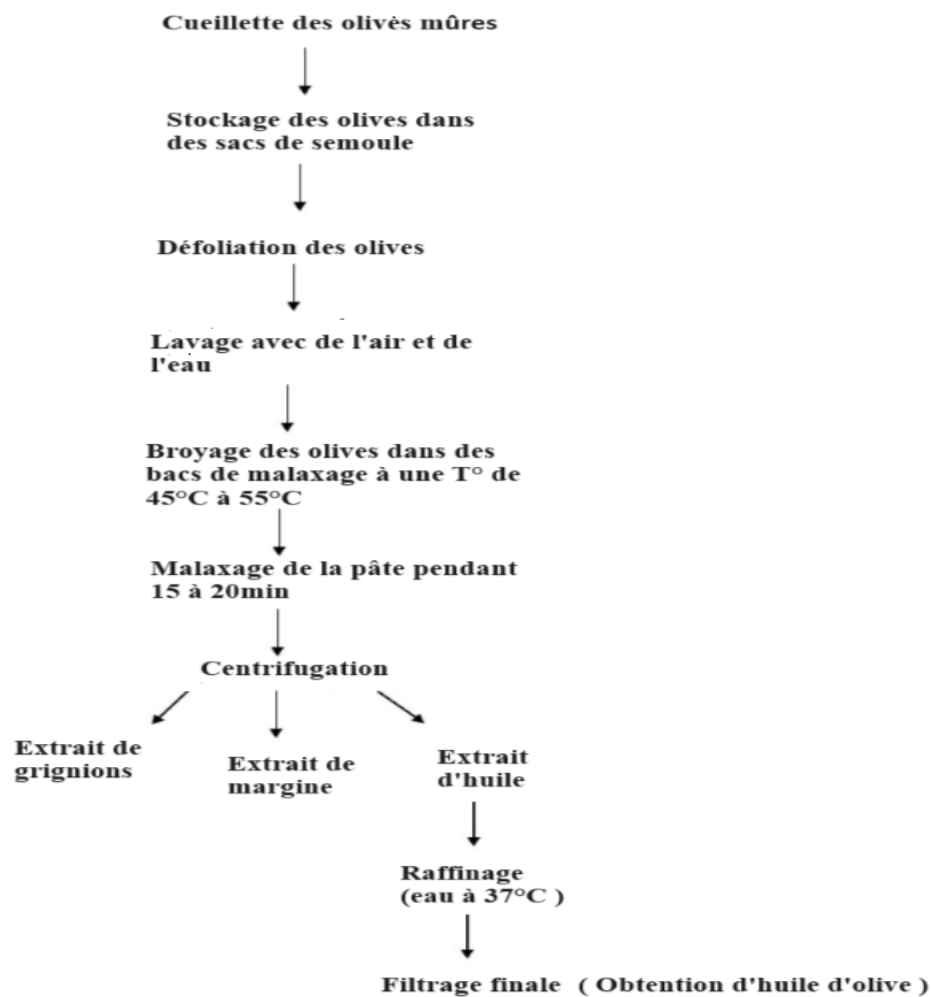
Test bilatéral

Test unilatéral		Test unilatéral		Test bilatéral		Test bilatéral		Test bilatéral			
z	α	z	α	z	α	z	α	z	α		
0,00	0,5000	1,00	0,1587	2,00	0,0228	0,00	1,0000	1,00	0,3174	2,00	0,0456
0,02	0,4920	1,02	0,1539	2,02	0,0217	0,02	0,9840	1,02	0,3064	2,02	0,0434
0,04	0,4840	1,04	0,1492	2,04	0,0207	0,04	0,9680	1,04	0,2984	2,04	0,0414
0,06	0,4761	1,06	0,1446	2,06	0,0197	0,06	0,9522	1,06	0,2892	2,06	0,0394
0,08	0,4681	1,08	0,1401	2,08	0,0188	0,08	0,9362	1,08	0,2802	2,08	0,0376
0,10	0,4602	1,10	0,1357	2,10	0,0179	0,10	0,9204	1,10	0,2714	2,10	0,0358
0,12	0,4522	1,12	0,1314	2,12	0,0170	0,12	0,9044	1,12	0,2628	2,12	0,0340
0,14	0,4443	1,14	0,1271	2,14	0,0162	0,14	0,8886	1,14	0,2542	2,14	0,0324
0,16	0,4364	1,16	0,1230	2,16	0,0154	0,16	0,8728	1,16	0,2460	2,16	0,0308
0,18	0,4286	1,18	0,1190	2,18	0,0146	0,18	0,8572	1,18	0,2380	2,18	0,0292
0,20	0,4207	1,20	0,1151	2,20	0,0139	0,20	0,8414	1,20	0,2302	2,20	0,0278
0,22	0,4129	1,22	0,1112	2,22	0,0132	0,22	0,8258	1,22	0,2224	2,22	0,0264
0,24	0,4052	1,24	0,1075	2,24	0,0125	0,24	0,8104	1,24	0,2150	2,24	0,0250
0,26	0,3974	1,26	0,1038	2,26	0,0119	0,26	0,7948	1,26	0,2076	2,26	0,0238
0,28	0,3897	1,28	0,1003	2,28	0,0113	0,28	0,7794	1,28	0,2006	2,28	0,0226
0,30	0,3821	1,30	0,0968	2,30	0,0107	0,30	0,7642	1,30	0,1936	2,30	0,0214
0,32	0,3745	1,32	0,0934	2,32	0,0102	0,32	0,7490	1,32	0,1868	2,32	0,0204
0,34	0,3669	1,34	0,0901	2,34	0,0096	0,34	0,7338	1,34	0,1802	2,34	0,0192
0,36	0,3594	1,36	0,0869	2,36	0,0091	0,36	0,7188	1,36	0,1738	2,36	0,0182
0,38	0,3520	1,38	0,0838	2,38	0,0087	0,38	0,7040	1,38	0,1676	2,38	0,0174
0,40	0,3446	1,40	0,0808	2,40	0,0082	0,40	0,6892	1,40	0,1616	2,40	0,0164
0,42	0,3372	1,42	0,0778	2,42	0,0078	0,42	0,6744	1,42	0,1556	2,42	0,0156
0,44	0,3300	1,44	0,0749	2,44	0,0073	0,44	0,6600	1,44	0,1498	2,44	0,0146
0,46	0,3228	1,46	0,0721	2,46	0,0069	0,46	0,6456	1,46	0,1442	2,46	0,0138
0,48	0,3156	1,48	0,0694	2,48	0,0066	0,48	0,6312	1,48	0,1388	2,48	0,0132
0,50	0,3085	1,50	0,0668	2,50	0,0062	0,50	0,6170	1,50	0,1336	2,50	0,0124
0,52	0,3015	1,52	0,0643	2,52	0,0059	0,52	0,6030	1,52	0,1286	2,52	0,0118
0,54	0,2946	1,54	0,0618	2,54	0,0055	0,54	0,5892	1,54	0,1236	2,54	0,0110
0,56	0,2877	1,56	0,0594	2,56	0,0052	0,56	0,5754	1,56	0,1188	2,56	0,0104
0,58	0,2810	1,58	0,0571	2,58	0,0049	0,58	0,5620	1,58	0,1142	2,58	0,0098
0,60	0,2743	1,60	0,0548	2,60	0,0047	0,60	0,5486	1,60	0,1096	2,60	0,0094
0,62	0,2676	1,62	0,0526	2,62	0,0044	0,62	0,5352	1,62	0,1052	2,62	0,0088
0,64	0,2611	1,64	0,0505	2,64	0,0041	0,64	0,5222	1,64	0,1010	2,64	0,0082
0,66	0,2546	1,66	0,0485	2,66	0,0039	0,66	0,5092	1,66	0,0970	2,66	0,0078
0,68	0,2483	1,68	0,0465	2,68	0,0037	0,68	0,4966	1,68	0,0930	2,68	0,0074
0,70	0,2420	1,70	0,0446	2,70	0,0035	0,70	0,4840	1,70	0,0892	2,70	0,0070
0,72	0,2358	1,72	0,0427	2,72	0,0033	0,72	0,4716	1,72	0,0854	2,72	0,0066
0,74	0,2296	1,74	0,0409	2,74	0,0031	0,74	0,4592	1,74	0,0818	2,74	0,0062
0,76	0,2236	1,76	0,0392	2,76	0,0029	0,76	0,4472	1,76	0,0784	2,76	0,0058
0,78	0,2177	1,78	0,0375	2,78	0,0027	0,78	0,4354	1,78	0,0750	2,78	0,0054
0,80	0,2119	1,80	0,0359	2,80	0,0026	0,80	0,4238	1,80	0,0718	2,80	0,0052
0,82	0,2061	1,82	0,0344	2,82	0,0024	0,82	0,4122	1,82	0,0688	2,82	0,0048
0,84	0,2005	1,84	0,0329	2,84	0,0023	0,84	0,4010	1,84	0,0658	2,84	0,0046
0,86	0,1949	1,86	0,0314	2,86	0,0021	0,86	0,3898	1,86	0,0628	2,86	0,0044
0,88	0,1894	1,88	0,0301	2,88	0,0020	0,88	0,3788	1,88	0,0602	2,88	0,0040
0,90	0,1841	1,90	0,0287	2,90	0,0019	0,90	0,3682	1,90	0,0574	2,90	0,0038
0,92	0,1788	1,92	0,0274	2,92	0,0018	0,92	0,3576	1,92	0,0548	2,92	0,0036
0,94	0,1736	1,94	0,0262	2,94	0,0016	0,94	0,3472	1,94	0,0524	2,94	0,0032
0,96	0,1685	1,96	0,0250	2,96	0,0015	0,96	0,3370	1,96	0,0500	2,96	0,0030
0,98	0,1635	1,98	0,0239	2,98	0,0014	0,98	0,3270	1,98	0,0478	2,98	0,0028

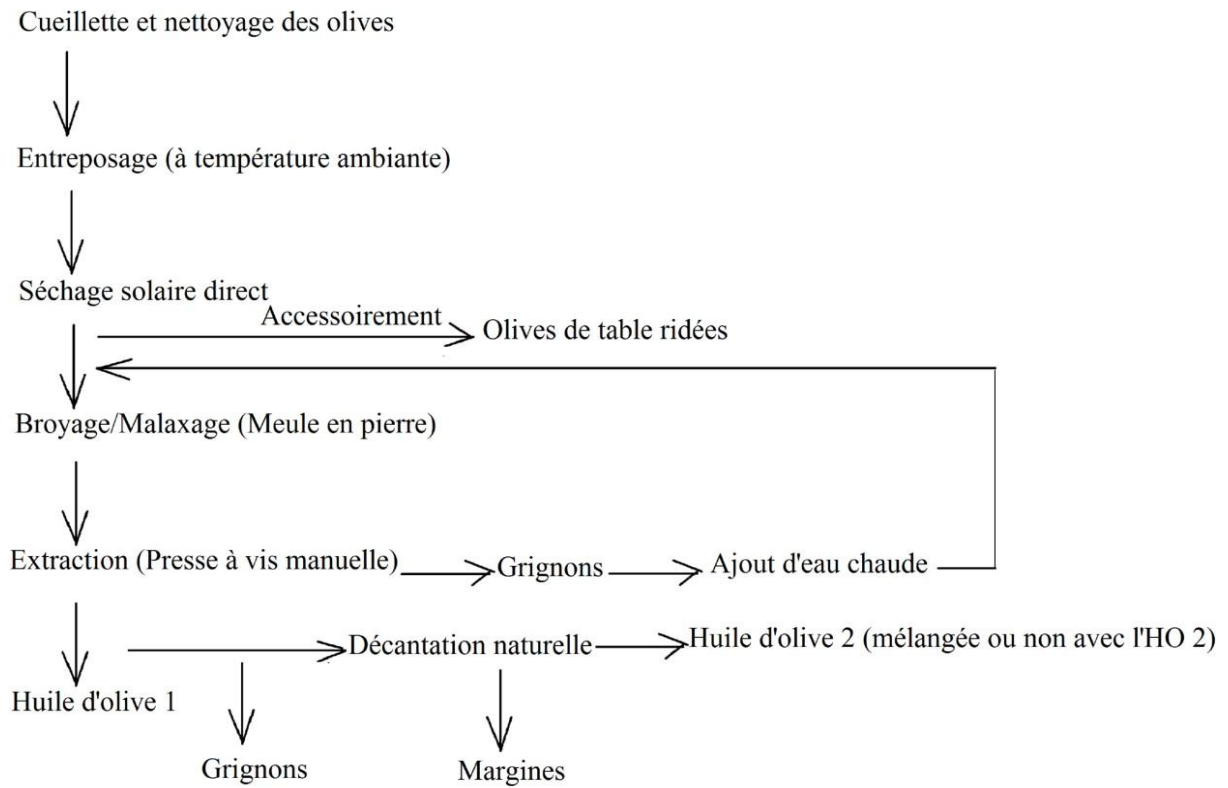
Annexe 5 : Extraction de l'huile d'olive**Brève description du processus d'extraction moderne et traditionnel employés**

L'annexe 5(a) illustre le processus classique (moderne) d'extraction d'huile d'olive utilisé actuellement dans le village de Tirmatine dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Concernant le processus d'extraction traditionnel, nous avons reproduit celui utilisé dans la région de Bouzeguène. Ce procédé se distingue par l'application préalable d'un séchage solaire direct (SSD) des olives entières avant l'extraction de l'huile (annexe 5(b)).



Annexe 5(a) : Méthode appliquée dans une huilerie classique (moderne) à Tirmatine dans la wilaya de Tizi-Ouzou.



Annexe 5(b) : Méthode appliquée dans le village de « Bouzeguène ».

Resumé

La présente étude permet de confirmer l'effet bénéfique du séchage solaire préalable des olives (de type tente-séchoir) avant l'opération d'extraction de l'huile. En effet, le séchage permet de réduire l'acidité libre de l'huile obtenue par rapport aux autres huiles. Les résultats obtenus montrent que l'acidité libre de l'huile issue des olives séchées (HOS) est d'environ 5 fois moins élevée par rapport à l'huile issue des olives fraîches (HOF). De plus, l'HOS est classée comme meilleure acidité, la deuxième position sur l'ensemble des huiles, incluant HOF, HOS et 10 échantillons d'huile d'olive de référence, issus de 10 localités différentes de la wilaya de Tizi-Ouzou et extraits dans les huileries modernes. Pour rendre compte de la dispersion des valeurs de l'acidité libre des huiles de référence, une boîte à moustaches a été tracée. Ainsi, l'acidité de l'HOS (1,33 %) coïncide exactement avec le premier quartile ($Q1=1,33\%$). En revanche, l'acidité de l'HOF est identique à la valeur d'acidité la plus élevée (valeur aberrante) de l'ensemble des échantillons étudiés. L'extinction spécifique de l'HOS est en accord avec les normes fixées par le **COI (2019)** pour une huile d'olive extra vierge, contrairement au K_{232} qui dépasse les limites établies. À propos des analyses complémentaires les résultats trouvés révèlent qu'aucune différence significative ($p > 0,05$) n'est observée en ce qui concerne la teneur en chlorophylles et la teneur en caroténoïdes. Par contre, HOS présente une différence significative avec l'huile d'olive de Mekla (HOFM), en termes de teneur en polyphénols ($p \leq 0,05$) mais il n'y a pas de différence significative entre l'HOS et l'HOF pour ce paramètre. Par ailleurs, il est intéressant de noter que dans le cas de l'HOS, il existe une corrélation positive entre la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante. Concernant l'essai de formulation d'un substitut de chocolat à base de poudre de caroube, de pâte de dattes molles et de pâte d'olives séchées, les résultats obtenus montrent que: i) la CAH est d'environ 7 fois supérieure à la CAE pour la poudre de caroube, ii) les formulations SC2 et SC3 montrent une dureté plus élevée que celle du chocolat noir de référence « Ambassadeur » ($p < 0,05$), iii) il n'y a pas de différence significative ($p > 0,05$) entre la formulation SC1 et le chocolat Ambassadeur, et iv) le SC3 est préféré au SC1 sur le plan du goût.

Mots clés : Extraction traditionnelle, huile d'olive, séchage dans la tente, acidité libre, substitut de chocolat.

Abstract

This study confirms the beneficial effect of pre-sun drying of olives (tent-dryer type) before the oil extraction operation. In fact, drying reduces the free acidity of the oil obtained compared to other oils. The results obtained reveal that the free acidity of the oil produced from dried olives (DOO) is approximately 5 times lower compared to the oil from fresh olives (FOO). In addition, HOS is ranked in best acidity, in the second position among all the oils, including FOO, DOO and 10 samples of reference olive oil from 10 different localities of the wilaya of Tizi-Ouzou and extracted in modern oil mills. To account for the dispersion of the free acidity values of the reference oils, a box plot was drawn. Therefore, the acidity of DOO (1.33%) coincides exactly with the first quartile ($Q1 = 1.33\%$). On the other hand, the acidity of FOO is identical to the highest acidity value (outlier) of all the samples studied, being beyond the maximum value. The specific extinction of DOO is in accordance with the standards set by the ICL (2019) for an extra virgin olive oil, unlike K_{232} which exceeds the established limits. Regarding the complementary analyses, the results found reveal that no significant difference ($p > 0.05$) is observed regarding the chlorophyll content and the carotenoid content. On the other hand, DOO presents a significant difference with Mekla olive oil (HOFM), in terms of polyphenol content ($p \leq 0.05$) but there is no significant difference between DOO and FOO for this parameter. Furthermore, it is interesting to note that in the case of DOO, there is a positive correlation between the polyphenol content and the antioxidant activity. Concerning the formulation test of a chocolate substitute based on carob powder, soft date paste and dried olive paste, the results obtained show that: i) the HAC is approximately 7 times higher than the EAC for carob powder, ii) the SC2 and SC3 formulations show a higher hardness than that of the reference dark chocolate "Embassador" ($p < 0.05$), iii) there is no significant difference ($p > 0.05$) between the SC1 formulation and the Embassadeur chocolate, and iv) the SC3 is preferred to SC1 in terms of taste.

Keywords: Traditional extraction, olive oil, tent drying, free acidity, chocolate substitute