

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUE ET DES SCIENCES
AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
En vue de l'obtention du diplôme de Master en
sciences Alimentaires
Spécialité : Sécurité Agro-Alimentaire et Assurance Qualité

THEME

**L'influence de séchage préalable des olives sur
l'acidité libre de l'huile extraite**

Réalisé par :

- Ould Ali Ouardia Thanina
- Sil'Hocine Diana

Devant le jury

M^{me} IRATNI. G
M^r BENGANA.M
M^{me} ALLANE.T

MCA-UMMTO
MCB-UMMTO
MCB-UMMTO

Présidente
Examineur
Promotrice

2023/2024

REMERCIEMENT

Tout d'abord, nous exprimons notre profonde gratitude envers le « BON DIEU » pour nous avoir donné la volonté, la santé, la puissance et la patience nécessaires de mener à terme ce modeste travail.

Nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à notre promoteur, M^{me} ALLANE d'avoir accepté de superviser ce travail. Nous sommes reconnaissants pour sa patience, son encouragement, ses conseils et sa disponibilité tout au long de notre recherche.

Nos remerciements les plus chaleureux vont aux membres du jury et examinateurs, dont nous citons «M^{me} IRATNI et Mr BENGANA », d'avoir accepté de présider et d'examiner notre travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude envers le personnel du laboratoire physico-chimique

Dédicace

*A dieu source de toute reconnaissance Je dédie le fruit de mes études
À mon très cher Père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le respect que j'ai toujours eu pour toi, ce travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as fourni pour moi, comme je le dis toujours tu n'as pas eu tous les moyens du monde mais tu t'es battu à fond pour que je sois à la hauteur, et je me suis battue pour que tu sois fière de moi Papa Je suis reconnaissante pour tes conseils avisés et ton soutien sans faille.*

A ma très chère Maman, qui a toujours été mon port d'attachement, merci pour ton amour inconditionnel et ton soutien inébranlable. Tu a été la lumière qui a éclairé mon chemin dans les moments sombre, et tu as toujours cru en moi même lorsque je doutais.

*A mes chers frères, chaque mot d'encouragement à nourri mes rêves
Merci d'avoir été mes anges gardiens, cette réussite est aussi la vôtre.
A ma chère Sœur, ma meilleure amie, ma confidente qui n'as pas cessé de m'encourager et me soutenir.*

A ma belle-sœur qui est devenue une amie, merci pour ton soutien et ton amour.

A ma chère Promotrice, pour tout ses encouragements, son aide, ses efforts, et surtout sa gentillesse envers nous.

A mon chère binôme, pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

*A mes chères amies que j'ai connue tout au long de mon parcours.
A mon cher Ami Salim qui n'as pas cessé de m'encourager, merci pour ton aide et ton écoute.*

Je souhaite rendre hommage en particulier à Mouloud Ould Ali, qui nous a quitté très tôt, un ami très proche à mon père qui nous encourageais depuis notre enfance, ses conseils, ses encouragements continuent à vivre en moi. Ainsi mon cousin Yahia Sidhoumi, sa mémoire reste une source de force pour moi.

A tout ceux qui m'aiment et croient en moi, ce travail est le reflet de votre encouragement.

Nina

Dédicace

Avec tous mes sentiments de respect, avec l'expérience de ma reconnaissance

Je dédie ma remise de diplôme

à la meilleure des mamans, la prunelle

de mes yeux, la source de ma joie, mon bonheur, ma lune et le fil d'espoir qui

éclaire mon chemin.

A celui qui m'a fait une femme, ma source de vie d'amour et d'affection à mon

support qui était toujours à mes côtés pour soutenir et m'encourager. A mon

chéri papa

A mes deux adorables sœurs Djouhar -Hacina qui n'ont pas cessé de me

conseiller encourager et soutenir tout long de mes études

A Mon grand frère Tarik tu es bien plus qu'un frère. Tu es mon guide, mon
confident. Ta présence dans ma vie est un cadeau précieux, Merci pour ta force,

ton soutien et ton amour sans faille je suis infiniment reconnaissante de t'avoir

comme frère

Et mes chers frères aussi Farid et Khaled mon soutien et ma force.

A mes neveux et nièces Walid et Aya et Amine Malak Adam

A ma chère Promotrice, pour tout ses encouragements, son aide, ses efforts, et

surtout sa gentillesse envers nous

A mon chère binôme Nina qui a été une vraie sœur. On a réussi ensemble

à cette aventure exceptionnelle. Merci pour tous les bons moments

A mon cher ami Dahmane qui n'as pas cessé de me conseiller,

m'encourager et soutenir tout long de ce travail

Enfin je le dédie à toutes mes amies

DIANA

Liste des abréviations :

OF : Olive fraîche

OS : Olive séché

HO : Huile d'olive

HOF : Huile d'olive fraîche

HOS : Huile d'olive séché

SE : Séchage étuve

COI : Le conseil oléicole international

CEE : Communauté économique européenne

AG : Acide gras

CPG : Chromatographie en phase gazeuse.

AGL : Acide gras libre

TG : triglycéride

ARP : Abaissement relatif de poids

ARPO : Abaissement relatif de poids optimal

TEEc : Taux d'élimination d'eau critique

TEEe : Taux d'élimination d'eau équilibré

HR : Humidité relative

T° : Température

C° : degrés Celsius

UV : ultra-violet

Méq : Milliéquivalent

DPPH : 2-2-diphényl 1-picrylhdrozyl

NaOH : L'hydroxyde de sodium

KOH : Hydroxyde de potassium

Nm : Nanomètre

λ : Longueur d'onde

% : Pourcentage

Km : Kilomètre

\pm : Plus ou moins

G : Gramme

Mg : Milligramme

Kg : Kilogramme

ml : Millilitre

mm : Millimètre

N : Normalité

min : Minute

H : Heure

ANOVA : Analyse of variance

Listes des figures

N°	Titre	Page
1	Le présent travail en tant qu'élément de la problématique posée	3
2	Les principales parties d'un olivier	
3	Composition physique de l'olive.	5
4	Les principaux composés phénoliques de l'huile d'olive	10
5	Structure générale d'un tocophérol	11
6	Structure chimique de β -carotène.	11
7	Photographie des olives utilisées.	15
8	Méthode appliquée dans une huilerie moderne appliqué à Tirmatine dans la wilaya de Tizi-Ouzou.	16
9	Méthode appliquée dans le village de « Bouzeguène »	17
10	Olives étalés sur un clôture en plastique coupée	18
11	Photographie de l'étuve (A) utilisée de marque Memmert.	19
12	Etuve de séchage et de chauffage de marque BINDER	19
13	Processus d'extraction d'huile d'olive appliqué au laboratoire	20
14	Courbe de séchage thermique dans une étuve	27
15	Variation de l'humidité relative de l'air exprimée en % en fonction du temps (heures) des olives séchées à l'étuve	28
16	Photographie des olives traités par séchage dans l'étuve (OS1, OS2 et OS3) avec un taux d'élimination d'eau différent. Et des olives fraîches (non séchées) .	29
17	Photographie de l'huile d'olive fraîches (b) et de l'huile d'olives séchée à l'étuve (a)	29
18	Acidité des échantillons étudiés exprimée en pourcentage d'acide oléique	31
19	Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés à 232 nm.	32
20	Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés à 270nm	33
21	Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés (ΔK)	34
22	Teneur en chlorophylles des échantillons d'huile étudiées.	35
23	Teneurs en caroténoïdes des échantillons d'huiles étudiés	35

23	Teneur en polyphénols totaux des échantillons d'huile étudiées.	37
24	Activité antiradicalaire des extraits méthanoliques contre le radical DPPH° (exprimée en % d'inhibition du radical DPPH°).	38

Listes des tableaux

N°		Page
1	Classification botanique de l'olivier.	4
2	Les variétés d'olive en Algérie	4
3	Composition du fruit d'olive	5
4	Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse	9
5	Les principaux triglycérides de l'huile d'olive	9
6	Préparation des dilutions de l'acide gallique pour réalisation de la courbe standard des poly-phénols totaux.	23
7	Poids et dimensions des fruits, noyaux et pulpes des olives fraîches et des olives séchées	26
8	Résultats de la modélisation de la cinétique de séchage	28
9	Quantité d'huile d'olive et de margine récupérée après l'opération d'extraction.	30
10	Teneur en acides gras de l'échantillon HOS	39
11	Teneur en acides gras de l'échantillon HOF	39

Sommaire

Liste des abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction1

Chapitre I : Généralité sur l'olivier

I.1. l'historique de l'olivier3

I.2. Description de l'olivier3

I.3. Classification botanique de l'olivier4

I.4. Variétés de l'olivier4

Chapitre II : L'olive

II.1. Description de l'olive5

II.2. Composition physique de l'olive 5

II.3. Composition chimique de l'olive5

Chapitre III : Techniques de transformations de l'olive à l'huile.

III.1. Récolte des olives6

III.2. Effeillage et lavage6

III.3. Broyage6

III.4. Malaxage6

III.5. Extraction d'huile6

III.5.1. Système d'extraction par presse6

III.5.2. Système d'extraction par centrifugation7

III.5.2.1. Système d'extraction par centrifugation à deux phases7

III.5.2.2. Système d'extraction par trois phases7

Chapitre IV : L'huile d'olive

IV.1. Définition de l'huile d'olive7

IV.2. Classification7

IV.2.1. Les huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état

IV.2.1.1. L'huile d'olive vierge extra 7

IV.2.1.2. L'huile d'olive vierge 7

IV.2.1.3. L'huile d'olive vierge courante7

IV.2.2. Les huiles d'olive vierges qui doivent faire l'objet d'un traitement avant leur consommation.

IV.2.2.1. L'huile d'olive vierge lampante	8
IV.2.2.2. L'huile d'olive raffinée	8
IV.2.2.3. L'huile de grignons d'olive	8
IV .3. Composition physicochimique de l'huile d'olive	8
IV.3.1. Fraction saponifiable	8
IV.3.1.1. Acides gras	8
IV.3.1.2. Triglycérides	9
IV.3.2. La fraction insaponifiable	10
IV.3.2.1. Composés phénoliques	10
IV.3.2.2. Tocophérols	11
IV.3.2.3. Pigments	11
IV.3.2.4. Stérols	12
IV.3.2.5. Hydrocarbures	12
IV 3.2.6. Composés aromatiques	12
VII. Caractéristique de qualité recherché	13
VII.1. L'acidité de l'huile d'olive	13
VIII. Intérêt diététique et nutritionnel de l'huile d'olive	13

Partie Expérimentale

I. Matériel végétal.....	15
I.1. Fruits d'olive	15
II. Caractérisation physicochimique	15
II.1. Evaluation biométrique	15
III. Extraction de l'huile d'olive.....	15
III.1. Brève description du processus traditionnel employé	15
III.2. Séchage	18
III.2.1. Cinétique de séchage et détermination de TEE	18
III.2.2. Séchage thermique dans l'étuve	18
IV. Extraction de l'huile.....	19
IV.1 Processus adapté du procédé traditionnel (appliqué pour les olives séchées)	20

IV.2 Processus adapté du procédé classique (appliquée pour les olives fraîches	20
V. Analyse de la qualité d'huile.....	21
V.1 Détermination de l'acidité libre	21
V.2. Détermination des coefficients d'extinction spécifiques (UV).....	21
V.3 Mesure des pigments chlorophylliens et les caroténoïdes	22
VI. Dosage des polyphénols totaux.....	23
VI.1. Extraction.....	23
VI.2. Préparation de la gamme d'étalonnage	23
VI.3 Détermination de la teneur en polyphénols dans les différents échantillons	24
VII. Activité antiradicalaire au radical DPPH.....	24
VIII. Détermination des acides gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG	25
IX. Analyse statistique	26

Résultats et discussions

I. Fruits d'olive	26
I.1 Caractérisation physicochimique sommaire des fruits	26
I.1.1. Evaluation biométrique	26
II. Extraction de l'huile d'olive	27
II.1. Séchage thermique : cinétique et détermination de taux d'élimination d'eau (TEE	27
II.2. Extraction de l'huile d'olive (HO	29
III. Analyse de la qualité d'huile	30
III.1. Acidité libre	30
III.2. Détermination des coefficients d'extinction spécifique (UV	32
IV.1. Teneur en chlorophylles et caroténoïdes	34
IV.2. Teneur en polyphénols totaux	37
IV.3. Activité antiradicalaire (DPPH	38
V. Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG	39
Conclusion générale	41

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction générale

Introduction

L'huile d'olive est un produit méditerranéen. On la retrouve, à travers l'histoire, dans toutes les cultures de la région, incluant les arts culinaires et les médecines traditionnelles, et ce depuis la civilisation grecque jusqu'à nos jours.

Elle est la principale source de matière grasse du régime alimentaire qui est le plus connu et le plus étudié au monde en raison pour ses effets bénéfique sur la santé humaine (**Veillet, 2010 ; Riolut et al., 2022**).

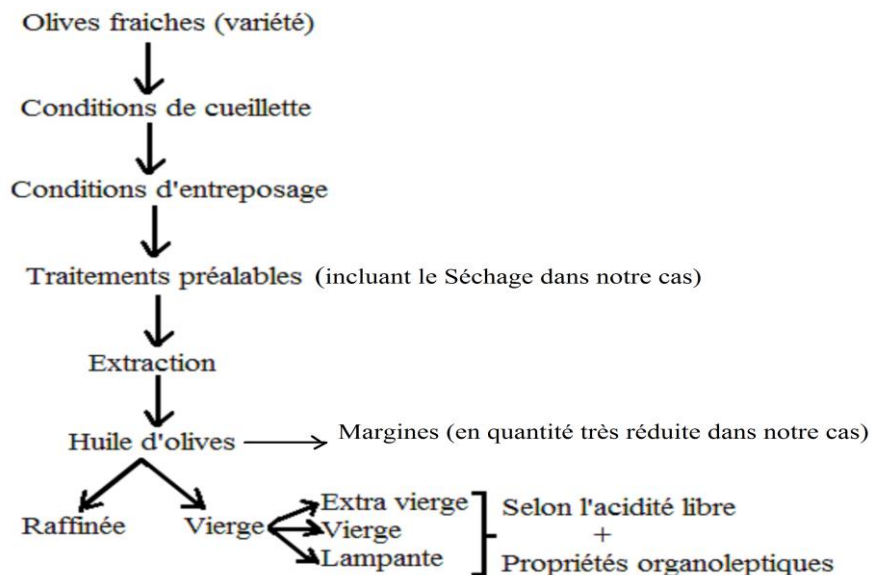
L'huile d'olive se caractérise par sa richesse en divers nutriments et phytonutriments (acide oléique, Oleuropéine, hydroxytyrosol...) dotés de plusieurs propriétés biologiques (antioxydantes, anti-inflammatoires, antiviral...) (**Alkhatib, 2020**). Elle est considérée comme aliment fonctionnel (**Alves et al., 2023**).

Le processus d'extraction d'huile d'olive 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 ;

Le présent travail porte sur l'influence du séchage préalable à l'étuve des olives sur l'acidité libre de l'huile extraite en s'inspirant pour cela des rares travaux disponibles sur le sujet (**Bennai et al., 2019 ; Allane et al., 2022, Allane et al., 2023a, Allane et al., 2023b**). 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, chef-lieu de la wilaya de même nom)

Et ils révèlent essentiellement : i) le caractère écologique du procédé décrit en ce sens qu'il réduit presque totalement le taux de margines rejetées dans la nature, et ii) la qualité supérieure, en termes d'acidité libre, du produit fini résultant par comparaison à l'huile obtenue à partir des olives non séchées. Il s'agit donc ici d'un test de confirmation, consistant à réaliser un séchage contrôlé du point de vue de la température, de relever les variations de l'humidité relative de l'air chaud en tant qu'agent de séchage et de faire analyser les huiles obtenues par un laboratoire de contrôle de qualité agréé. Le schéma de la figure 1 illustre le présent travail comme un élément d'une problématique complexe liée au procédé d'eco-extraction traditionnelle de l'huile d'olive appliquée dans certaines zones de la Kabylie.



ET L'HUILE D'OLIVE ECO-EXTRAITE? Le présent travail = élément du débat
(Labellisation en tant que produit du terroir...?)

Figure 1 : Le présent travail en tant qu'élément de la problématique posée

Comme on peut le voir sur la figure, le type d'olives initiales, le mode de transformation et l'acidité libre sont des facteurs qui peuvent être déterminants de la qualité de l'huile obtenue et donc de sa classification. Ceci dit, Il existe toutefois plusieurs études qui se sont par exemple intéressées sur l'évolution de certains de ces paramètres au cours de la maturation des olives de certaines variétés et les résultats se sont avérées contradictoires (Navajas-Porra et al., 2020)

Partie bibliographique

I. Généralités sur l'olivier

I.1. L'histoire de l'olivier

L'olivier, arbre de la famille des oléacées, cultivé surtout dans le bassin méditerranéen depuis au moins 3500 ans avant notre ère. Il était dans l'antiquité grecque et romaine, un emblème de fécondité et un symbole de paix et de gloire. Le nom scientifique de l'arbre "*Olea*" vient d'un mot qui signifiait "huile" chez les grecques de l'antiquité. La culture de l'olivier prend son origine de la frontière Irano-Syrienne (Amouretti, 1993).

Cet arbre parfaitement adapté au climat chaud, aux sols rocheux et calcaires, ne nécessite pas d'engrais (Benlemlih et Ghanam, 2012).

I.2. Description de l'olivier

L'olivier (*Olea europaea* L) est l'un des arbres les plus importants dans les pays méditerranéens, il recouvre ainsi environ 8 millions d'hectares ce qui représente environ 98% de la récolte du monde (Guinda al., 2004).

Selon (brieki, 1993) l'olivier se présente en systèmes racinaires, le tronc, l'écorce, les feuilles, les fleurs, les fruits et les rameaux (figure 02).

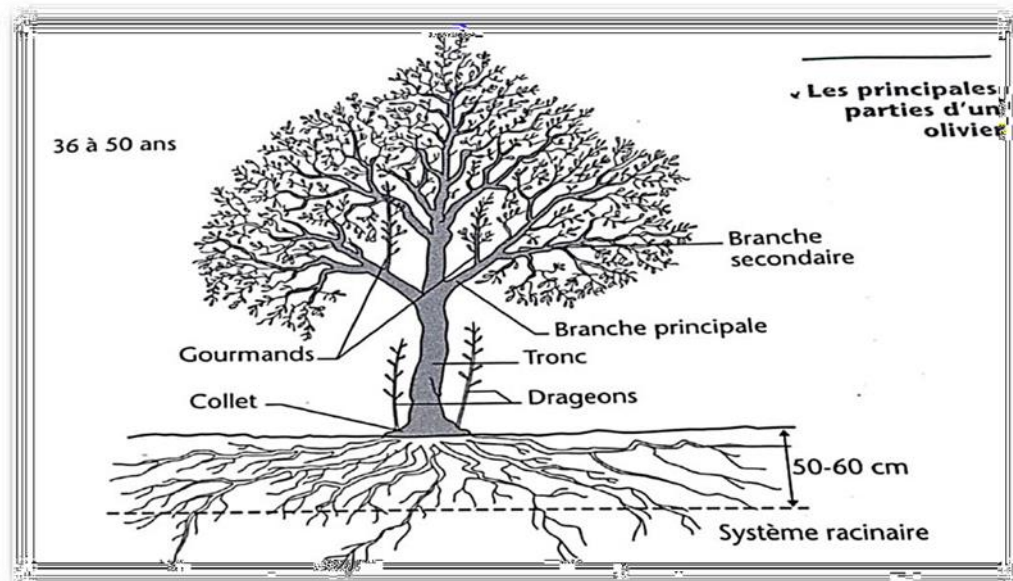


Figure 2 : Les principales parties d'un olivier (Argenson, 1999)

L'olivier est toujours vert, sa taille et forme varie selon les conditions climatiques, l'exposition, la fertilité du sol et les variétés, sa croissance peut atteindre 15 à 20 mètres de hauteur dans les régions relativement chaudes, à forte pluviométrie ou abondamment irriguées en été tandis que, dans les climats froids, les arbres sont généralement plus petits. A l'état naturel, il se maintient en boule compacte et épineuse (Loussert et Brousse, 1978).

I.3. Classification botanique de l'olivier

L'olivier (*Olea europaea L.*) appartient à l'ordre des oleales, qui se compose d'une seule famille botanique : l'Oleaceae. Ce genre comprend plusieurs espèces réparties dans les zones tropicales et tempérées (Bacelar et al., 2009). À l'échelle mondiale, le genre *Olea* compte 35 espèces (Cordero et al., 2008).

La classification botanique de l'olivier (*Olea europaea L.*) est donnée dans le tableau suivant :

Tableau 01 : Classification botanique de l'olivier.

Embranchement	Magnoliophyta
Sous embranchement	Magnoliophytina
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridea
Ordre	Scrophulariales
Famille	Oleaceae
Genre	<i>Olea</i>
Espèce	<i>Olea europaea L.</i>

I.4. Variétés d'olives

Dès sa mise en culture, l'olivier s'identifie en plusieurs variétés. En fait, cette situation reflète une variabilité morphologique importante qui a conduit à une multitude de noms pour une même variété se trouvant dans des milieux différents (Argenson et al., 1999).

En Algérie, plusieurs variétés d'olives existent suivant les régions dont elles proviennent. Le tableau ci-dessous illustre quelques-unes de ces variétés (ITAF, 2006).

Tableau 02 : Les variétés d'olive en Algérie

Variétés	Origine	Rendement en huile
Albani	Khenchela (Cherchar)	16 à 20%
Mekki	Khenchela	12 à 16%
Aghenfas	Sétif (bougaâ)	16 à 20%
Boughenfous	Sétif (Bouandas)	22 à 26%
Azaradj	Bejaïa (Sedouk)	24 à 28%
Hamra	Jijel	18 à 22%
Sigoise	Mascara	18 à 22%
Rougette de Mitidja	Plaine de Mitidja	18 à 20%
Chemlal	Grande Kabylie	18 à 22%

II. L'olive

II.1. Description de l'olive

L'olive est une drupe de fruit à pulpe charnue qui contient un noyau unique (Civantos, 1998). Elle est composée de trois parties : le noyau (endocarpe), la pulpe (mésocarpe) et la cuticule (épicarpe).

II.2. Composition physique de l'olive

Le fruit est essentiellement constitué de (figure 03) :

- L'épicarpe : représente la peau de l'olive, il reste attaché au mésocarpe.
- Le mésocarpe : représente la pulpe du fruit, il est constitué de cellules dans lesquelles sont stockées les gouttes de graisses qui formeront l'huile d'olive.
- L'endocarpe : constitué par un noyau fusiforme, très dur, sa forme et sa dimension varient suivant la variété, formé de deux types de cellules, il contient deux ovaires dont l'un stérile et le second produit un embryon

Selon (Nefzaoui, 1984), l'olive est une drupe. Sa composition dépend de sa variété, du sol et du climat. Le contenu de l'olive est composé du noyau (17,3%-23%), amandon (2%-5,5%), d'épicarpe (2%-2,5%) et de la pulpe (71,5%-80,5%).

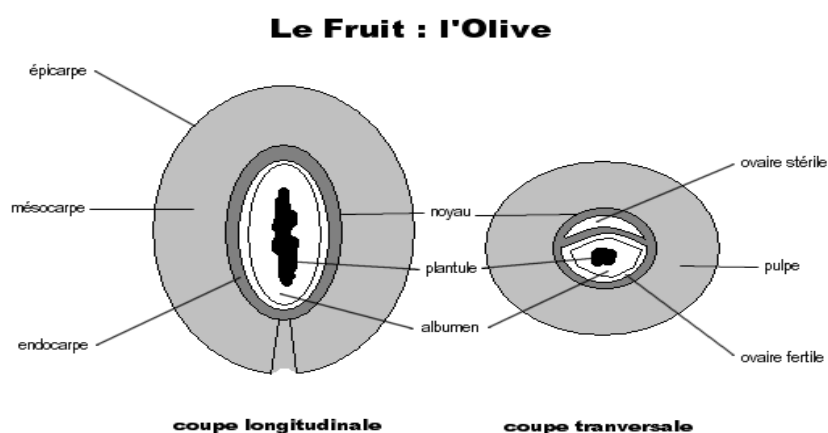


Figure 03 : Composition physique de l'olive (Bianchi, 2003).

II.3. Composition chimique de l'olive

Les composés chimiques se répartissent différemment dans les trois parties de l'olive (Tableau 3). Ce fruit renferme de nombreux constituants en particulier des lipides qui lui donnent son fort pouvoir énergétique (Maillard, 1975).

Tableau 3 : Composition du fruit d'olive

	Eau %	Lipides%	Protides%	Glucides%	Cendres%
Pulpe (épicarpe + Mésocarpe)	24,2	56,40	6,8	9,9	2,66
Coque du noyau (endocarpe)	4,2	5,25	15,6	70,3	4,16
Amandon	6,2	12,26	13,8	65,6	2,16

III. Techniques de transformation de l'olive à l'huile

La production d'huile d'olives a toujours été le principal objectif de la culture de l'olivier. Les méthodes d'extraction ont évolué mais, le processus d'extraction d'huile d'olives est resté toujours le même. Il inclut quatre opérations principales : les opérations préliminaires (récolte, effeuillage et lavage) le broyage, le malaxage et la séparation des phases liquides : huile et eau (Chaouadi et Elias , 2015).

III.1. Récolte des olives

Généralement, les olives sont cueillies à la main ou à l'aide de dispositifs mécaniques (peigne manuel). Dans certains cas, les olives sont cueillies au sol où les filets sont placés sous la cime des arbres. (Di Giovacchino et al., 2002).

III.2. Défeuillage et lavage

Cette étape correspond à l'élimination de toutes les impuretés et les éventuels résidus de traitement phytosanitaires (Roehly, 2000). Le défeuillage s'effectue manuellement ou avec un appareil automatique muni d'un système d'aspiration (Di Giovacchino, 1991 ; Chimi ; 2001) ; dans le but d'enlever les feuilles, les branches, les petits cailloux, brindilles ...etc (Henry, 2003). Les olives sont ensuite lavées afin de se débarrasser de toutes les matières étrangères telles que la terre et la poussière qui risquent d'altérer la qualité d'huile d'olive (Uzzan, 1994 ; Chimi, 2001).

III.3. Broyage

Le broyage consiste à soumettre les olives à l'action des meules de pierre ou des broyeurs métalliques dans le but de dilacérer les cellules oléifères pour faire sortir les gouttelettes de l'huile de la cavité centrales (vacuole) (Di Giovacchino et al., 1994)

III.4. Malaxage

Le malaxage de la pâte d'olive obtenue après le broyage est nécessaire afin d'obtenir un max de rendement car il permet d'homogénéiser et d'agiter la pâte et de briser l'émulsion huile /eau pour que les gouttelettes d'huile se fusionnent pour former des gouttes plus grosses (Martinez et al., 1957).

III.5. Extraction de l'huile

La matière solide contenue dans la pâte issue du broyage et du malaxage est appelée « grignon », tandis que la partie liquide contenant l'huile et l'eau de végétation est nommée « margine ». La séparation de ces deux matières, solide et liquide, se fait à l'aide de systèmes de pression et de centrifugation (Carluccio et al., 2003).

III.5.1 Système d'extraction par presse (discontinu)

C'est un procédé discontinu en utilisant des presses hydrauliques ou bien celles métalliques à vis (Aoukli et Chetouhe, 2019) ; qui conduisent à la séparation des phases liquides (huile et margines) des grignons donc de la phase solide.

III.5.2. Système d'extraction par centrifugation (continue)

Il s'agit d'un processus de transformation le plus commun et il correspond à un système d'extraction en continue avec deux centrifugations, une horizontale puis une autre verticale. Cette dernière peut être à deux phases où il n'y aura pas l'injection d'eau ou bien il y'aura ajout de très peu d'eau. Comme aussi, elle peut être à trois phases où l'addition d'eau est indispensable (Labdaoui, 2017).

III.5.2.1. Processus d'extraction par centrifugation à deux phases

Il fonctionne avec un décanteur et une centrifugation à deux phases qui ne nécessite pas l'adjonction d'eau et permettant de séparer l'huile d'un mélange de consistance pâteuse qui contient les grignons humides (Nandou, 2015).

III.5.2.2. Processus d'extraction par centrifugation à trois phases

Ce procédé est réalisé en utilisant deux centrifugations, une vise à séparer les phases solides et liquides et l'autre pour séparer les phases liquides –liquides en fluidifiant la masse d'olive en ajoutant une quantité variable d'eau (entre 50 et 70 %) à une température entre 25 et 35 °C (Aoukli et Chetouhe, 2019).

IV. L'huile d'olive

IV.1. Définition de l'huile d'olive

Le conseil oléicole international (COI, 2021) définit l'huile d'olive comme étant une huile extraite à partir du fruit de l'olivier (*Olea europaea L.*), par des moyens mécaniques ou physiques dans les conditions qui n'altèrent pas l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration (COI, 2021).

IV.2. Classification de l'huile d'olive

Une huile d'olive ne peut être obtenue que par des procédés physiques sans intervention de solvants. Cette définition est cependant incomplète et d'autres critères permettent de diviser les huiles en différentes sous-catégories (COI, 2018).

IV.2.1. Huiles d'olives propre à la consommation en l'état

IV.2.1.1. Huile d'olive vierge extra

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique n'excède pas 0,80 gramme pour 100 grammes (COI, 2018).

IV.2.1.2. Huile d'olive vierge

Huile d'olive vierge avec une acidité libre qui ne dépasse pas 2,0 grammes pour 100 grammes, exprimé en acide oléique (COI, 2018).

IV.2.1.2. Huile d'olive vierge courante

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique n'excède pas 3,3 grammes pour 100 grammes (COI, 2018).

IV.2.2. Huiles d'olive vierges qui doivent faire l'objet d'un traitement avant leur consommation

IV.2.2.1. Huile d'olive vierge lampante

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3 grammes pour 100 grammes (COI, 2018).

IV.2.2.2. Huile d'olive raffinée

Il s'agit de l'huile d'olive obtenue à partir d'huile d'olive vierge par une technologie de raffinage qui ne modifie pas la structure originale des glycérides. Sa teneur en acides libres, exprimée en acide oléique, peut atteindre 0,30 gramme pour 100 grammes (COI, 2018).

IV.2.2.3. Huile de grignons d'olive

C'est une huile extraite des grignons et obtenue à l'aide de solvant chimique, les grignons d'olive sont exclus des huiles obtenues.

Il existe plusieurs types d'huile grignons :

- L'huile de grignons d'olive brute.
- L'huile de grignons d'olive raffinée.
- L'huile de grignons d'olive composée d'huile de grignons d'olive raffinée et d'huile d'olive vierges

IV.3. Composition physico-chimique de l'huile d'olive

La composition de l'huile d'olive dépend largement de la variété du fruit, des conditions agronomiques, du degré de maturité, des procédés d'extraction et des conditions de stockage (Cichelli et Pertesana, 2004). Les composés peuvent être classés en deux grands groupes

- Les substances saponifiables (triglycéride, acide gras) représentent de 96% à 98% du poids de l'huile ;
- Les substances insaponifiables représentent de 2% à 4% du poids de l'huile.

IV.3.1. Fraction saponifiable

La partie saponifiée représente environ 98% du poids de l'huile. Il est composé principalement d'acides gras (estérifiés en glycérol) et d'autres composants mineurs, tels que les acides gras libres, les phospholipides, les cires et les esters de stérol (Rallo et al., 2018).

V1.3.1.1. Acide gras (AG)

L'huile d'olive est riche en acide oléique, représentant 55 à 83% des acides gras totaux (tableau 04), suivit de l'acide linoléique et l'acide palmitique à des concentration comprises entre (3 et 21%) et (7,50 et 20%) respectivement. L'acide α -linoléique est généré en quantité infirme (Visiolo et al., 2002)

L'étude de la composition en acide des huiles permet de distinguer les AG suivants :

- **Acides gras saturés** : acide palmitique (C16 :0), acides stéarique (C18 :0) et acide arachidique (C20 :0).

- **Acides gras monoinsaturés** : acide palmitoléique (C16 :1) et acide oléique (C18 :1).
- **Acides gras di-insaturé** : l'acide linoléique (C18 :2)
- **Acides gras tri-insaturés** : l'acide α linoléique (C18 :3) (Abaza et al., 2002).

Tableau 04 : Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (COI, 2021).

Acide gras	Formule brute	(%)
Acide myristique	C14 :0	$\leq 0,03$
Acide palmitique	C16 :0	7,50-20,00
Acide palmitoléique	C16 :1	0,30-3,50
Acide stéarique	C18 :0	0,50-5,00
Acide oléique	C18 :1	55,00-83,00
Acide linoléique	C18 :2	2,50-21,00
Acide linoléique	C18 :3	$\leq 1,00$
Acide arachidique	C20 :0	$\leq 0,60$
Acide gadoléique	C20 :1	$\leq 0,50$
Acide béhénique	C22 :0	$\leq 0,20$
Acide lignocérique	C24 :0	$\leq 0,20$

VI.3.1.2. Triglycérides (TG)

Ce sont des esters d'acides gras et du glycérol. Le principal TG de l'huile d'olive est la trioléine (un triester d'acides oléique et de glycérol) (Ruiz et al., 1998)

Les principaux TG présents dans l'huile d'olive sont représentées dans le tableau ci-dessus :

Tableau 05 : les principaux triglycérides de l'huile d'olive (Ruiz et al., 1998)

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

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

VI.3.2. Fraction insaponifiable

Représente environ 2% et elle est constituée d'un mélange complexe de composés mineurs appartenant à diverses familles chimiques, dont les alcools aliphatiques et triterpénique, les stérols, les hydrocarbures, les phénols, les tocophérols, les esters, les pigments et les composants volatils qui comprennent aldéhydes, les cétones et les alcools (**Rallo et al.,2018**).

VI.3.2.1. Composés phénoliques

L'huile d'olive contient de grandes quantités de composés phénoliques (figure 04), qui lui confèrent une saveur particulière et une excellente stabilité (**Visioli et al., 2002 ; Tripoli et al., 2005**).

La composition qualitative et quantitative de la fraction phénolique est influencée par des facteurs génétiques et agronomiques de la variété et les réactions enzymatiques qui se produisent lors de l'extraction mécanique d'huile (**Taticchi et al.,2013**).

Selon (**Bulotta et al.,2014**), la plupart des composés phénoliques identifiés et quantifiés dans l'huile d'olive appartiennent à des classes différentes :

Les acides phénoliques (en particulier les dérivés de l'acide benzoïque et cinnamique),

- Les flavonoïdes (lutéoline et apigénine),
- Les lignanes (pinorésinol et acétoxy-pinorésinol),
- Les alcools phényléthyls (hydroxytyrosol , tyrosol),
- Les sécoiridoïdes (dérivés de l'aglycone d'oleuropéine et de ligstroside).
- Acide gallique.
- Acides phénoliques.

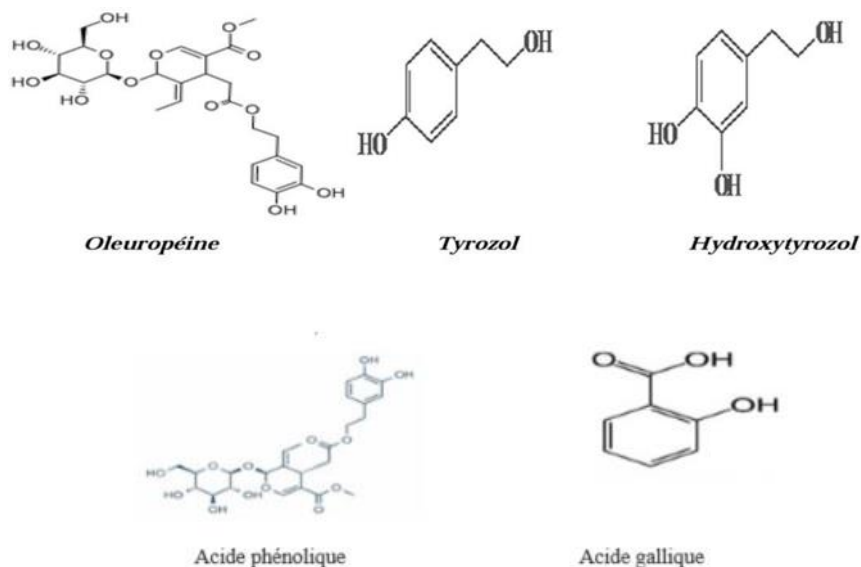


Figure 04 : les principaux composés phénoliques de l'huile d'olive (**Macheix et al. 1990**).

VI.3.2.2. Tocophérols

Les tocophérols sont connus pour leurs doubles effets bénéfiques. En effet, leur principal avantage est d'être des vitamines liposolubles (vitamine E), et également ils se distinguent par leur activité biologique d'antioxydants (Cabrini et al., 2001).

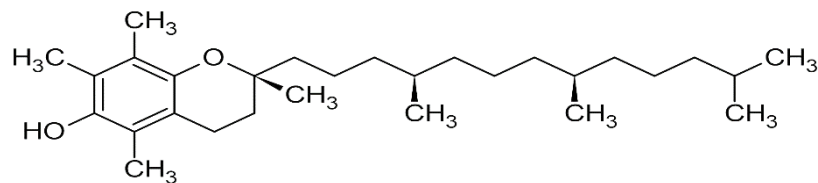


Figure 05 : Structure générale d'un tocophérol (Benraou, 2013).

La teneur totale en tocophérols dans les huiles d'olives varie entre 100 et 300 mg/kg pour les huiles d'olives vierges. Dans les huiles raffinées, une quantité d'environ 200mg/kg de tocophérols sont partiellement perdus (Tripoli et al., 2005)

V.3.2.3. Pigments

La couleur de l'huile d'olive est le résultat des tonalités vert et jaune dues à la présence des chlorophylles et des caroténoïdes (Hammouni, 2016).

V.3.2.3.1. Caroténoïdes

Ce sont des pigments naturels qui ont une structure hydrocarbonée. Ils contiennent diverses concentrations de β - carotène (provitamine A) (0.3 à 3.7 mg pour 1kg). Le β -carotène (figure 06) est converti en vitamine A par clivage. Outre, son intérêt en tant que vitamines (son rôle dans la vision), le β -carotène possède des propriétés antioxydantes. Les caroténoïdes se décomposent également pendant le stockage de l'huile, en particulier lorsqu'ils sont exposés à la lumière. Dans ces conditions, l'huile d'olive devient complètement incolore après 4 ou 5 ans (Henry, 2003) .

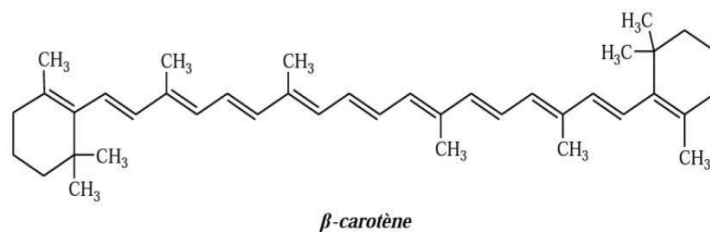


Figure 06 : Structure chimique de β -carotène (Criado, M, 2008).

V.3.2.3.2. Chlorophylles

Ce sont des substances colorantes de l'huile d'olive, elles jouent un rôle important dans l'activité oxydante du produit, due à leur nature antioxydante dans l'obscurité et pro-oxydante dans la lumière (Nieves Criado.M et al, 2008).

Une faible teneur en chlorophylle permet de diminuer les risques d'oxydation et leur présence dans l'huile d'olive dépend de la variété, du degré de maturité du fruit, du processus d'extraction et des conditions de stockage (**Tanouti et al., 2010**). Les travaux de **Minguez-Mosquera et al. (1990)** montrent que la teneur en chlorophylles totaux diminue au cours de la maturation des olives.

VI.3.2.4. Stérols

Ce sont des hydrocarbures cycliques à quatre cycles (tétracycliques) comportant le plus souvent 27-28 ou 29 atomes de carbone avec au moins une fonction alcool et plusieurs doubles liaisons (**Giuffrè et al., 2012**).

Dans l'huile d'olive, le principal stérol est le β -sitostérol, représentant jusqu'à 90-95% de tous les stérols présents. Ceci est intéressant car il s'oppose à l'absorption du cholestérol alimentaire. L'huile d'olive est la seule huile ayant une teneur particulièrement élevée de ce type de stérols (**Henry et al., 2003**).

Ils constituent environ 15% de la fraction insaponifiable, soit 100 à 200 mg pour 100g. La quantité totale de stérols dépend de la variété et la maturité des olives (**Benrachou, 2013**). La composition en stérols est spécifique pour chaque espèce végétale (**Temime et al., 2006**).

VI.3.2.5. Hydrocarbures

Ce sont quantitativement les principaux constituants de la fraction insaponifiable. Le composant principal est le squalène, qui est un composant important de la fraction insaponifiable d'huiles d'olive vierges (**Benayed et al., 2013**), représentant 30 à 50 % de cette fraction. C'est un hydrocarbure polyénique dont la teneur est plus élevée que dans toutes les autres huiles végétales ou animales (**Henry et al., 2003**), notamment, sa teneur en huile d'olive vierge varie de 0,4 et 0,6% (**Camín et al., 2010**). Il existe également des hydrocarbures aromatiques, dont plus de 77 composés, qui confèrent l'arôme et la saveur à l'huile d'olive (**Jacotot, 1993**).

Sa présence est considérée comme partiellement responsable des effets bénéfiques de l'huile d'olive sur la santé et de son action chimio-préventive contre certains cancers et le β -carotène qui est un précurseur de la vitamine A. La fraction d'hydrocarbures d'huile d'olive vierge contient aussi des diterpènes et des triterpènes, des polyoléfinis isoprénoidales, et des n-paraffines (**Benlemlih et Ghanam, 2016**).

VI.3.2.6. Composés aromatiques

Plus d'une centaine de composés contribuent à l'arôme délicat et distinctif de l'huile d'olive. Ces composés sont dérivés des fruits et ils sont incorporés à l'huile lors du broyage et du pétrissage des olives (**Salas et al., 2000 ; Angerosa et al., 2001**).

Les composés aromatiques sont des molécules de faible poids moléculaire qui sont volatiles à température ambiante. Ces composés volatiles sont principalement des produits d'oxydation des acides gras (**Veillet, 2010**). La formation de certains composés aromatiques notamment, les composés aliphatiques en C6, résulte de l'oxydation des acides gras polyinsaturés (acide linoléique et linolénique) par l'action de la lipoxygénase (**Salas et al., 2000**).

Plus de 120 composés volatils ont été identifiés qui contribuent aux propriétés organoleptiques positives ou négatives de l'huile d'olive (**Aparicio et al., 1997**). On estime que plus de 70 composés contribuent à l'arôme et au goût unique de l'huile d'olive. Ils sont divisés en aldéhydes, alcools, esters, hydrocarbures, cétones et furanes.

VII. Caractéristique de qualité recherché

VII.1. L'acidité de l'huile d'olive

L'acidité est l'une des caractéristiques chimiques de l'huile d'olive qui sert à indiquer le niveau qualitatif d'une huile et à déterminer sa catégorie (**Pouyet B et al., 2014**)

L'huile d'olive est produite naturellement, au sein de l'olive elle-même. Lorsqu'une molécule de glycérol est mélangée à trois acides gras on obtient un triglycéride. Ainsi, lorsque la liaison entre les acides gras et la molécule de glycérol est rompue, les acides sont libérés. C'est à partir de ce moment que l'huile commence à se dégrader progressivement c'est ce qu'on appelle l'acidité dans l'huile d'olive, ce sont les acides libérés. (**Pinatel C et al., 2004**)

La teneur d'huile d'olive en acide gras libres, exprimée par pourcentage d'acide oléique (C18 :1) libre (**COI, 2019**). La teneur en acide libres des corps gras augmente avec le temps, il permet donc de juger leur état de détérioration.

L'olive comme la plupart des fruits, est composée d'un certain nombre de pourcentage d'eau.

Lorsque la peau de l'olive est brisée, par des chocs ou une attaque de parasite, la graisse entre en contact avec l'eau de végétation, et les processus hydrauliques commencent : l'eau attaque les triglycérides et des acides gras libres (acidité) sont générés. Plus le fruit est abîmé, plus les réactions d'hydrolyse sont nombreuses et plus les acides gras libres sont formés, on retrouvera cette acidité dans l'huile obtenue à partir de ces olives, c'est pour cela que les bonnes huiles d'olives sont fabriquées à partir des fruits en parfait état, les fruits sont soignés et choqués depuis leur culture sur l'arbre, la récolte, et jusqu'à leur transformation en huile et son conditionnement. Le pourcentage d'acidité de l'huile d'olive nous renseignera ainsi sur la qualité de l'huile et le soin apporté à son obtention.

Quand une huile a trop d'acidité, cela implique une mauvaise qualité, si bien que la grande majorité du temps elle n'est même pas mise en vente. La raison en est qu'il est impropre à la consommation humaine car il est très malsain. Parce que des niveaux d'acidité trop élevés intensifient considérablement la sensation de brûlure dans l'estomac. (**Mohamed M et al., 2015**)

VIII. Intérêt diététique et nutritionnelle de l'huile d'olive

L'utilisation de l'huile d'olive en médecine date depuis l'ancien temps, sa présence dans la composition des acides gras monoinsaturés affecte sur la valeur nutritionnelle. L'acide oléique et de composants mineurs sont abondants en teneur élevée dans l'huile d'olive vierge (**Benrachou, 2013**).

D'après (**Aouidi et al., 2009**), l'effet positif de l'huile d'olive sur la santé humaine est dû, entre autres, à la teneur en composé phénoliques. Ce dernier ne cesse de gagner une importance en raison de ses bienfaits pour la santé. Sa capacité antioxydante naturelle a accru l'intérêt pour la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires et cardiovasculaires.

De nombreuses études ont confirmé les avantages de l'huile d'olive. Il est très riche en antioxydants (polyphénols ; les acides gras insaturés, principalement l'acide oléique) ; elle est 5 fois plus riche en vitamine E que le beurre ; la vitamine E joue un rôle essentiel dans le développement cérébral et contribue à retarder le vieillissement des organes et tissus vitaux (Argenson et al., 1999).

Partie

Expérimentale

I. Description du matériel végétal

I.1. Fruits d'olive

L'étude porte sur la variété d'olives Chamalal de la région de Tala Athman (La Zone) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Cette région se trouve à 16 km à l'est du chef-lieu de la commune de Tizi-Ouzou, à environ 100 km à l'est d'Alger. Toutes les olives utilisées dans cette étude ont été récoltées le 15 février 2024 dans le même champ (figure 07). Elles ont ensuite été emballées dans des caisses en plastique perforées et stockées à 4°C dans un réfrigérateur jusqu'à leur analyse.



Figure 07 : Photographie des olives fraîches utilisées dans l'étude.

II. Caractérisation physico-chimique

II.1. Evaluation 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 KERN (précision $\pm 0,0001$ g).

III. Extraction de l'huile d'olive

III.1. Brève description des processus d'extraction moderne et traditionnels employés

La figure 8 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 (~ 50 km à l'extrême sud-est de Tizi-Ouzou).

Comme nous l'avons déjà noté dans l'introduction, seules quatre études ont été réalisées sur ce processus. Ce procédé se distingue par l'application préalable d'un séchage solaire direct (SSD) des olives entières avant l'extraction de l'huile (Figure 9).

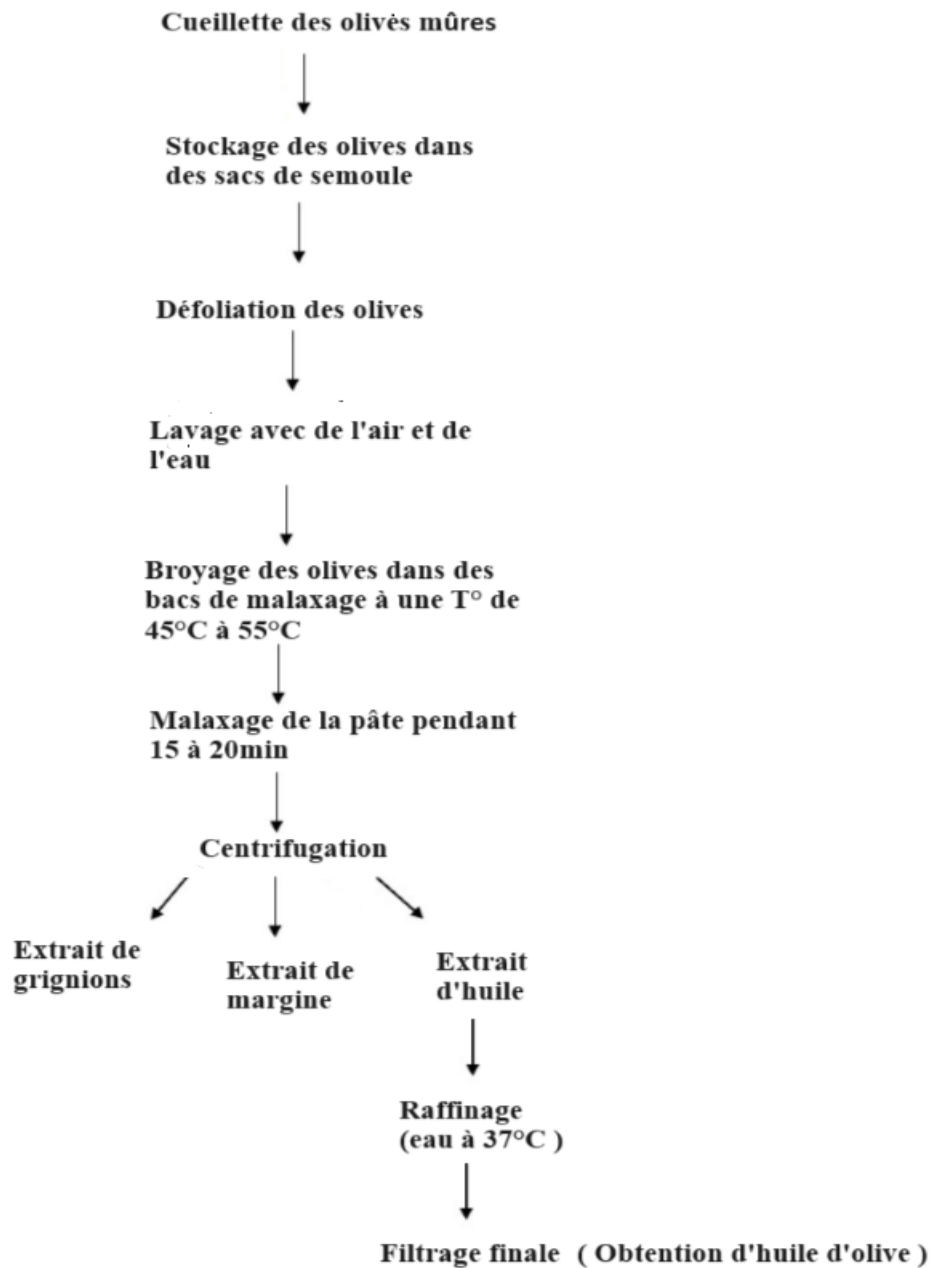


Figure 08 : Méthode appliquée dans une huilerie classique (moderne) à Tirmitine dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

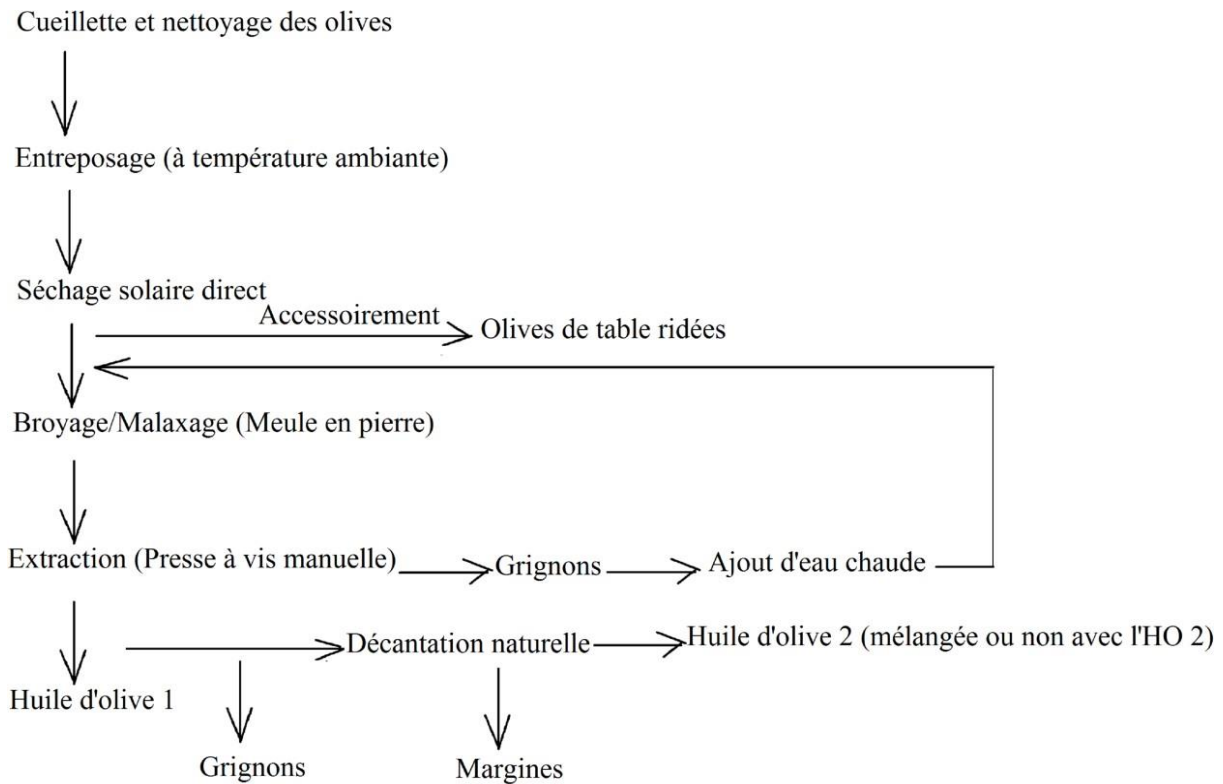


Figure 09 : Méthode appliquée dans le village de « Bouzeguène ».

C'est une méthode très ancienne qui offre de nombreux avantages tels que sa simplicité et sa faible agressivité par rapport à l'aliment. Elle consiste à retirer l'eau présente dans les aliments. L'eau est le constituant le plus abondant dans les aliments et son rôle est central en agro-alimentaire. Les propriétés chimiques de l'eau expliquent la diversité des interactions possibles avec les principaux constituants alimentaires (protéine, glucide et lipides) (Faiveley, 2012).

Le séchage est principalement utilisé pour les produits alimentaires à haute teneur en humidité (80%) tel que les fruits et légumes et d'autres produits alimentaire considérés comme hautement périssables (Asioli et al.2019). Les procédés classiques, notamment le séchage solaire à l'air chaud, sont les plus couramment utilisés pour les fruits et légumes (Nguyen, 2015).

Dans ce type de séchage, l'air chauffé est mis en contact avec les olives à sécher pour faciliter le transfert de chaleur ; la convection est principalement appliquée. Deux aspects importants du transfert masse sont la migration de l'eau vers la surface du produit et l'évaporation de la vapeur d'eau à partir de cette surface.

III.2. Séchage

Dans notre étude, le séchage des olives a été réalisé dans une étuve ce qui permet un séchage contrôlé en termes de température. Nous avons utilisé deux étuves A (figure 11) et B (figure 12) de volume libre de 1.76 m³ et 1.96m³ respectivement, B étant dotée d'un ventilateur.

III.2.1. Cinétique de séchage et détermination de TEE

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, à la température constante de 30±2°C dans deux étuves différentes A et B.

Le TEE est calculé comme suit :

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

Où:

P₀ =Poids (en g) des olives initiales (avant séchage)

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

III.2.2. Séchage thermique dans l'étuve

3000 g d'olives ont été soigneusement étalées sur trois filets de clôture en plastique pour permettre à l'air chaud de circuler librement autour des olives à sécher (figure 10). Initialement, le séchage a été réalisé à l'aide d'une étuve (A) de type Memmert, pendant une durée de 15 jours à une température de 30±2°C (figure 11). Ensuite, le processus de séchage s'est poursuivi dans une autre étuve (B) de marque BINDER (figure 12) à la même température. Il est également à noter que les olives ont été réparties dans étuve B en trois parties égales pour évaluer le pourcentage de séchage de chaque lot dans des conditions opératoires identiques.



Figure 10 : Olives étalés sur une clôture en plastique coupée.



Figure 11 : Photographie de l'étuve (A) utilisée de marque Memmert.



Figure 12 : Photographie de l'étuve (B) utilisée de marque BINDER.

Notons aussi que l'humidité relative de l'air et le poids des olives ont été mesurés deux fois par jour durant tout le processus de séchage : le matin (~12h) et en fin de journée (~15h). À la fin de chaque journée, les olives sont enveloppées dans du papier aluminium et stockées dans un réfrigérateur à 4°C jusqu'au lendemain.

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 façon ont été utilisées pour extraire l'huile.

Pour étudier la cinétique de séchage, dix olives homogènes pesant 17,33 g au total ont été placées dans une capsule perforée et soumises aux mêmes conditions opératoires que celles mentionnées précédemment.

IV. Extraction de l'huile

Les olives fraîches et séchées sont soumises à un processus d'extraction d'huile selon deux méthodes différentes, adaptées respectivement des procédés traditionnel et classique (figure 13).

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 13 : 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 :

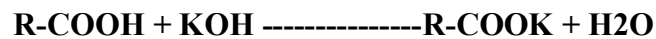
- Broyage des olives avec leurs noyaux (50g) et obtention d'une pâte en se servant d'un mortier et d'un pilon en cuivre (figure 13) ;
- Tamisage de la pâte d'olive obtenue à l'aide d'un tamis métallique de 2 mm de diamètre afin d'obtenir une texture plus fine ;
- Rebroyage de la partie supérieure retenue 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 sont identiques à celles pour les olives séchées.

V. Analyse de la qualité d'huile

V.1 Détermination de l'acidité libre

Elle correspond à la teneur en pourcentage acide gras libres (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 phénolphtaléine à 1%. La fin du dosage est marquée par l'apparition de la 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.2. Détermination des coefficients d'extinction spécifiques (UV)

Cet examen spectrophotométrique dans l'ultraviolet peut fournir des indications sur la qualité d'une matière grasse (**Benabid3, 2009**) ainsi le coefficient d'extinction à 270 nm est un bon révélateur de la teneur de l'huile en peroxyde.

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 (BIOTECH ENGINEERING MANAGEMENT CO.LTD. (UK) UV9200) aux longueurs d'onde suivantes :232 nm et 270 nm contre un blanc composant uniquement de solvant (cyclohexane). Les extinctions spécifiques à 232nm et 274 nm 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 :

$$\Delta K = K_{270} - [(K_{266} + K_{274}) / 2]$$

Où :

K270 : extinction spécifique à $\lambda=270$ nm

K266 : extinction spécifique à $\lambda=266$ nm

K274 : extinction spécifique à $\lambda=274$ nm

V.3 Mesure des pigments chlorophylliens et les caroténoïdes

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) sont 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 :

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

Où :

A : l'absorbance ;

T : le trajet optique (1cm).

VI. Dosage des polyphénols totaux :

VI.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 (TechnoKartellTK3S) montré dans la (figure 15), 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.

VI.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

VI.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.

VII. Activité antiradicalaire au radical DPPH

Le test DPPH, le radical libre synthétique 2,2-diphényl-1-picryl-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'antioxydants, 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 (**Akrout 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.

VIII. Détermination des acides gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG)

Cette analyse a été réalisée au niveau du complexe **CEVITAL Spa. Bejaia**.

Le principe de la séparation par C.P.G. consiste à partager l'échantillon à analyser entre deux phases. L'une de ces phases est un liquide stationnaire uniformément réparti sous forme d'une pellicule mince sur un solide inerte de grande surface spécifique, tandis que l'autre phase est un gaz mobile qui s'écoule à travers l'ensemble stationnaire.

VIII.1. Préparation des esters méthyliques

Les acides gras sont analysés après transformation en esters méthyliques obtenus par transestérification des triglycérides par la potasse méthanolique. Les triglycérides sont chargés par la potasse et les acides gras libérés sont estérifiés par le méthanol.

La préparation des esters méthyliques a été faite selon la méthode standard recommandée par l'**E.C (2002)**, relative aux corps gras d'origine animale et végétale. Dans un ballon de 50 ml, 0,5 g d'huile ont été dilués dans 5 ml d'une solution d'hexane et 0,5 ml d'une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium (2N) ont été rajoutés, le mélange a été centrifugé à 3000 tours/min après avoir tout agité pendant 30 secondes. 2 gouttes de surnageant ont été prélevées et mélangées avec 1 ml d'hexane.

Les acides gras sont identifiés par comparaison avec le temps de rétention de standards appropriés ainsi que leur teneur est déterminée en calculant les aires des pics correspondants (annexe 3).

IX. 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.

Résultats et discussions

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 l'étuve (OS) sont rassemblés dans le tableau 07

Tableau 07 : 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)	17.34 ± 0.82 ^a	14.07 ± 1.04 ^b
Largeur des olives (mm)	11.55 ± 0.85 ^a	7.34 ± 0.66 ^b
Poids des olives (g)	1.80 ± 0.25 ^a	0.98 ± 0.19 ^b
Longueur/Largeur des olives (mm)	1.51 ± 0.1 ^b	1.92 ± 0.15 ^a
Longueur des noyaux (mm)	14.15 ± 0.98 ^a	13.43 ± 0.70 ^a
Largeur des noyaux (mm)	6.04 ± 0.01 ^a	6.13 ± 0.24 ^a
Poids des noyaux (g)	0.50 ± 0.06 ^a	0.48 ± 0.09 ^a
Longueur/largeur des noyaux (mm)	2.34 ± 0.16 ^a	2.19 ± 0.15 ^b
Poids des pulpes (g)	1.02 ± 0.2 ^a	0.50 ± 0.11 ^b
Poids des pulpes/poids des noyaux (g)	2.06 ± 0.36 ^a	1.03 ± 0.14 ^b

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

Comme on peut le voir, il y a une différence significative entre les valeurs des paramètres des OF entières et des OS entières (p<0,05), contrairement aux données relatives aux noyaux. Ceci montre simplement que le poids et les dimensions du noyau n'ont pas été impactés par le séchage. Dans le premier cas, le poids de la pulpe des OF est par exemple deux fois plus élevé que celui des OS. 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 1,3 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. Enfin, il nous semble intéressant de souligner que les auteurs cités ont décrit le lien

entre le rapport en question et le taux de rétrécissement, un autre paramètre bien connu dans la littérature scientifique.

II. Extraction de l'huile d'olive

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

La courbe de séchage obtenue est représentée à la figure 14.

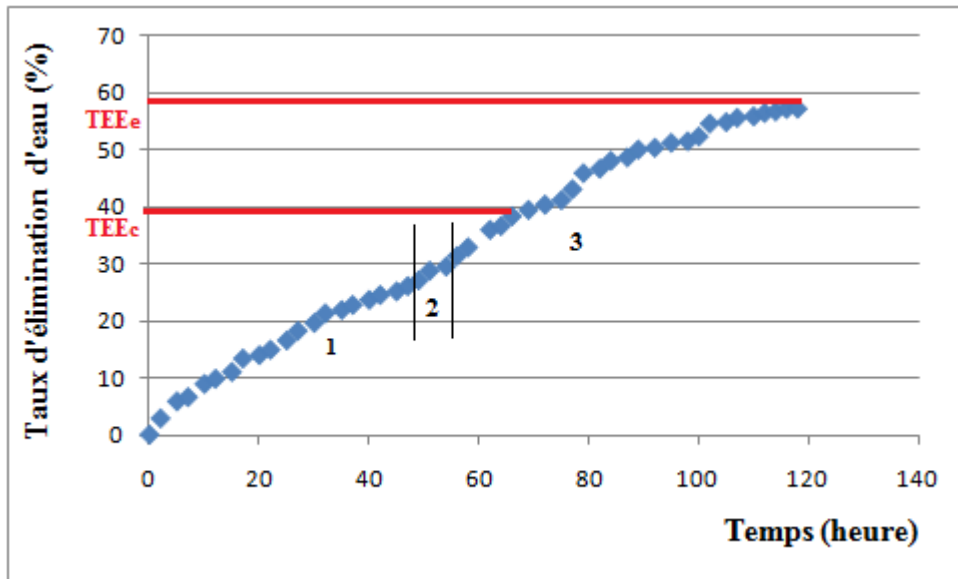


Figure 14 : Courbe de séchage thermique dans une étuve à $30\pm 2^\circ\text{C}$. (Partie 1 : étuve 1 sans ventilation, partie 2 : étuve 2 sans ventilation, partie 3 : étuve 2 avec ventilation).

On peut distinguer deux phases de séchage :

- la phase de séchage à vitesse constante qui dure environ 66 h : elle correspond à l'élimination de l'eau libre. Elle s'arrête au point critique (Figure 14).
- 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 14).

Les valeurs des paramètres correspondant aux modèles ajustés aux données expérimentales des deux phases de séchage sont rassemblées dans les tableaux 08.

Tableau 08 : Résultats de la modélisation de la cinétique de séchage.

Phases de séchage							
1 ^{ère} phase			2 ^{ème} phase				
a	R ²	Biais	b	c	d	R ²	Biais
0,586	0,967	0,804	-0,005	1,301	-27,13	0,986	0,343

Ces résultats indiquent clairement que les deux modèles considérés décrivent d’une manière satisfaisante les phases de séchage correspondantes, tenant compte surtout de la valeur coefficient de détermination ($R^2 > 0,8$) (Chicco et al., 2021). Précisons à ce propos que R^2 est suggéré comme mesure standard pour évaluer les analyses de régression dans tous les domaines scientifiques (Chicco et al., 2021). Les paramètres de l’air chaud ne semblent pas être parfaitement contrôlés en se référant à la variation de l’HR dans l’enceinte de l’étuve (Figure 08), ce qui a pu influencer l’allure de la courbe de séchage. Ces observations sont concordantes avec les résultats communiqués par Román, et Hensel (2001) à propos du séchage des feuilles de céleri en concluant à un effet important de l’humidité relative lorsque la température de séchage ne dépasse pas 40 °C.

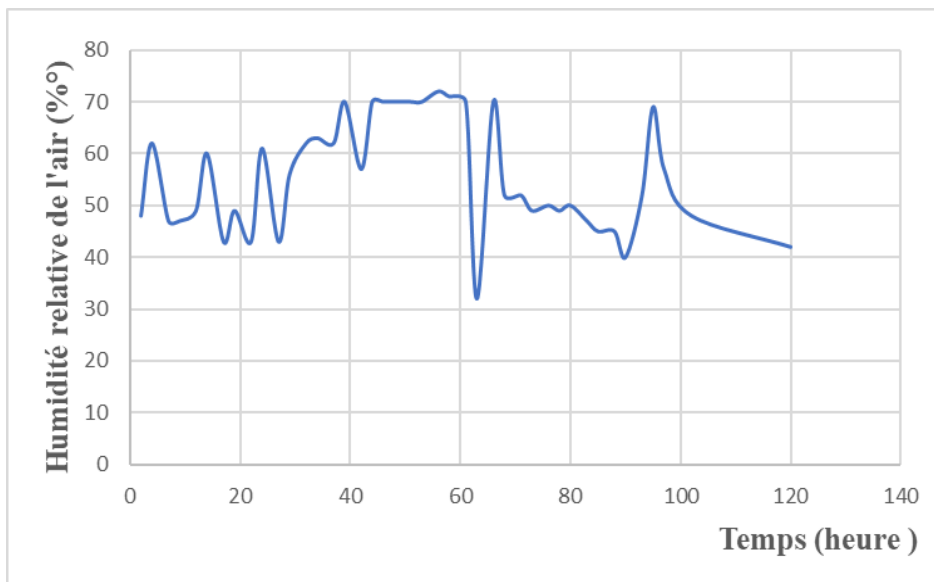


Figure 15 : Variation de l’humidité relative de l’air exprimée en % en fonction du temps (heures) des olives séchées à l’étuve.

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

Les figures 16 montre l'aspect des olives séchées et fraîches.

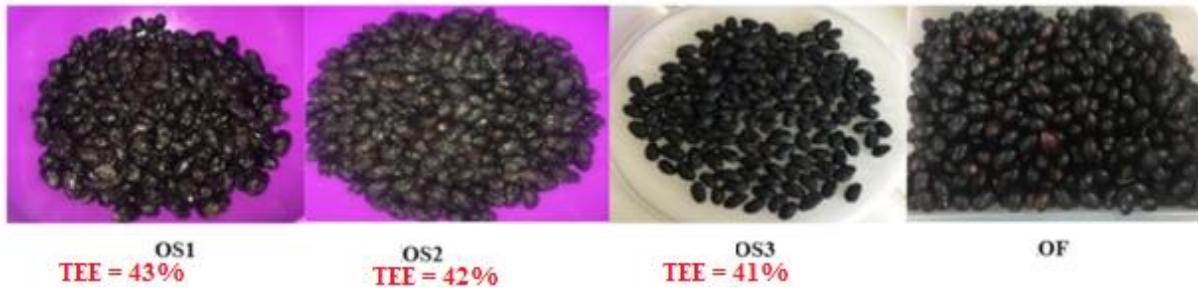


Figure 16 : Photographie des olives traitées par séchage dans l'étuve (OS1, OS2 et OS3) avec un taux d'élimination d'eau différent et des olives fraîches (OF) non séchées.

Les photos des fractions d'huile d'olive et de margine récupérées après l'opération d'extraction sont montrées dans les figures x et y, respectivement.



Figure 17 : Photographie de l'huile d'olives fraîches (b) et de l'huile d'olives séchées à l'étuve (a).

Sur les photos sont visibles les fractions de margine (récipient gauche dans le cas de HOF et couche foncée au fond des récipients dans le cas des HOS).

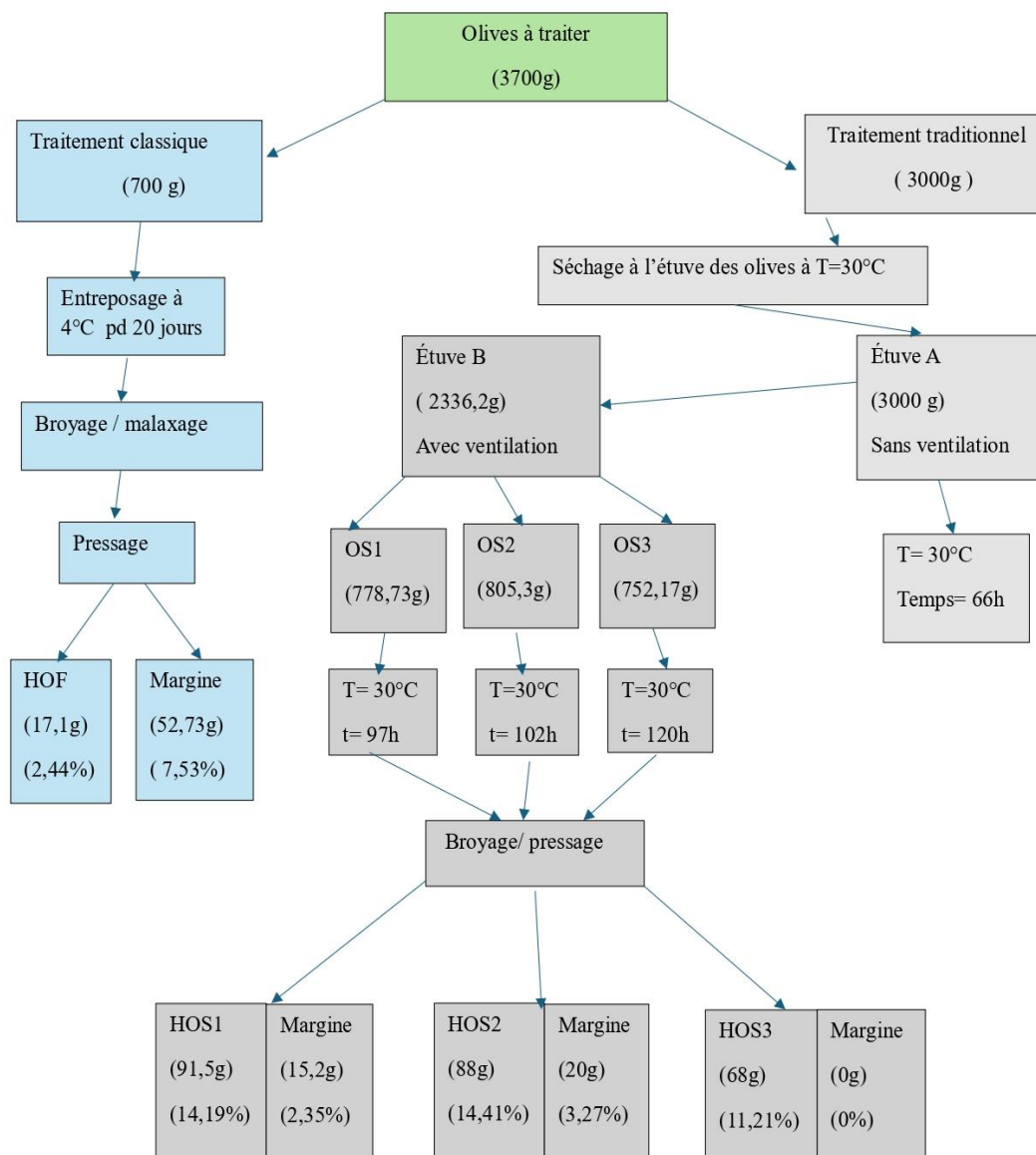
Les quantités d'huile et de margines récupérées pour chacune des extractions effectuées sont données dans le tableau 08.

Tableau 08 : Quantité d’huile d’olive et de margine récupérée après l’opération d’extraction.

	Echantillon A (OS1)	Echantillon B (OS2)	Echantillon C (OS3)	Echantillon D (OF)
Quantité d’olive (g)	644 ,5	610,3	606,5	700
Quantité d’huile (g)	91,5	88	68	17,1
Quantité de margine (g)	15,2	20	0	52,73

La proportion d’huile des échantillons analysés est dans l’ordre décroissant suivant : 14,41% (OS2) > 14,19% (OS1) > 11,21 % (OS3) > 2,44% (OF). La proportion de margine est quant à elle dans l’ordre décroissant suivant : 7,53% (OF) > 3,27 % (OS2) > 2,35 % (OS1) > 0% (OS3).

Le schéma ci-dessus illustre un résumé graphique des traitements classiques et traditionnel utilisé :



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 ., 2006 ; Akcan, 2024). 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 18.

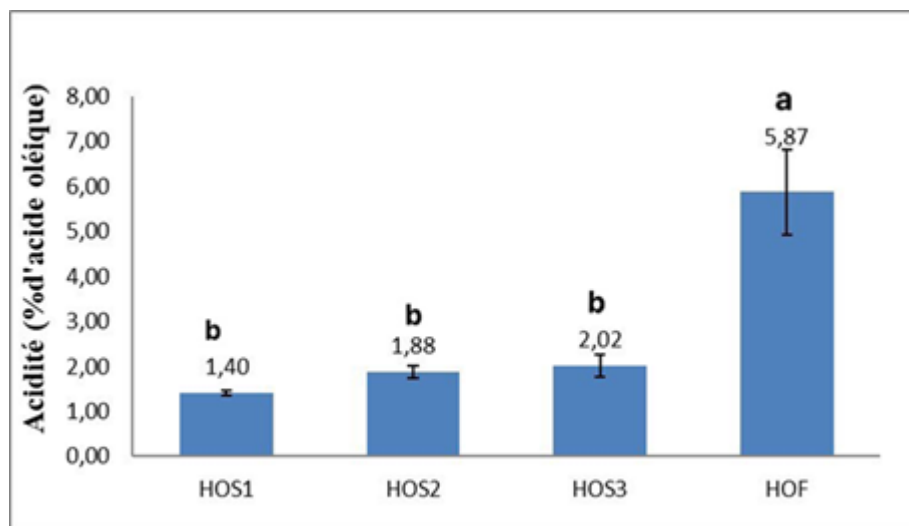


Figure 18 : Acidité des échantillons étudiés exprimée en pourcentage d'acide oléique.

D'après ces données, la teneur en acide gras libres des huiles diminue significativement ($p < 0,05$) au cours du séchage.

En effet, les échantillons HOS1, HOS2, et HOS3, qui proviennent d'olives séchées dans l'étuve, montrent une acidité beaucoup plus faible par rapport à l'échantillon HOF qui provient des olives qui n'ont subi aucun traitement ($p < 0,05$). Cela indique que le séchage des olives dans l'étuve réduit significativement l'acidité de l'huile d'olive. C'est une information capitale, sachant l'objectif de ce travail mentionné dans l'introduction et consistant à confirmer ou à infirmer les résultats déjà communiqués sur cette thématique et qui ont toujours montré que

l'acidité de l'huile extraite à partir des olives séchées est toujours inférieure à celle obtenue des olives non séchées (**Benbai et al., 2019 ; Allane et al., 2022 ; Allane et al., 2023, Allane et al., 2023b**).

Selon le (**COI 2019**) qui considère l'acidité libre comme le principal critère permettant de classer l'HO sous différentes catégories de qualité :

- Les échantillons HOS1, HOS2 et HOS3 sont des huiles d'olive vierges (<2).
- L'échantillon HOF est une huile d'olive lampante (≥ 2).

Les résultats obtenus pour les échantillons HOS1, HOS2 et HOS3 sont similaires à ceux préconisés par la (**Commission Européenne 2019**).

L'acidité obtenue pour l'échantillon HOF est similaire à celles trouvées par (**Brenes et al., 2000**).

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

L'extinction spécifique à K232 et à K270 d'une huile peut être considérée comme une image de son état d'oxydation. Plus son extinction à K232 est forte, plus elle est peroxydée. De même, plus l'extinction à K270 est forte, plus elle est riche en produits d'oxydation secondaires et traduit une faible aptitude à la conservation (**Boulfane et al., 2015**).

La détermination des coefficients K232 et K270, renseigne sur la présence ou l'absence de produits d'oxydation primaires et secondaires dans l'huile. Les hydroperoxydes des premiers stades d'oxydation absorbent à 232 nm alors que les produits d'oxydation secondaires tels que les cétones insaturées-dicétones absorbent au voisinage de 270 nm (**Tanouti et al., 2011 ; Essiari et al., 2015 ; Bouhadi et al., 2018**).

Les données recueillies pour K232 et K270 sont consignées dans les figures 19 et 20 respectivement.

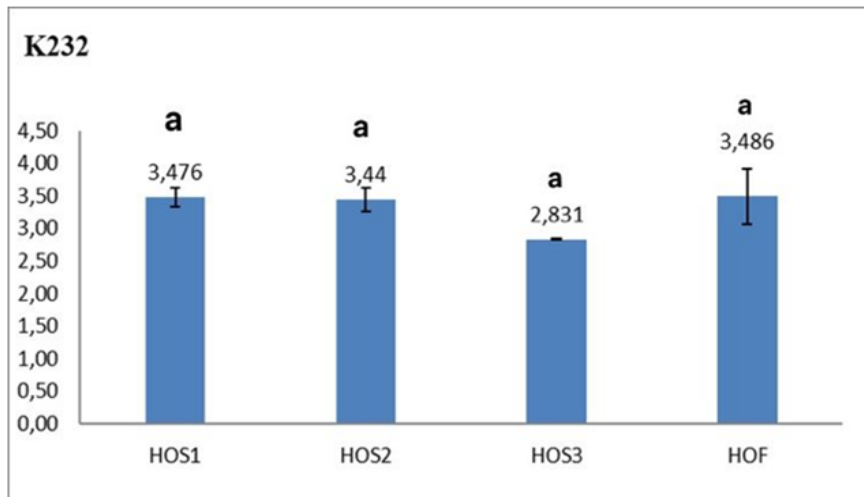


Figure 19: Extinction spécifique des échantillons d’huile étudiés à 232 nm.

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

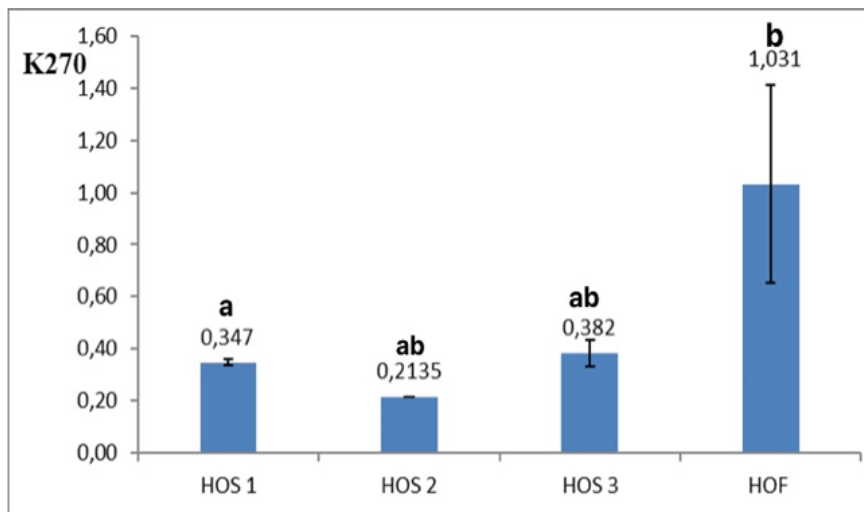


Figure 20 : Extinction spécifique des échantillons d’huile étudiés à 270nm.

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

Les valeurs d’extinction spécifique en UV à K232 de nos échantillons sont supérieures à celles (1 - 1,89) de (Meftah et al., 2014) et qui concernent les huiles issues de cinq différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc), elles sont aussi supérieures à celles (0.9- 2.4) trouvées par (Boulfane et al., 2015) pour huit variétés d’huile d’olive de la région El Chaouia au Maroc.

Les valeurs de K270 sont aussi élevées que celles rapportées par (Benrachou ., 2013) : 0,18 et 0,24 pour les huiles issues de trois variétés d'olivier (Limli, Bouricha et Blanquette) de l'Est-Algérien (Jijel, Bejaia, Guelma), et (Meftah et al., 2014) : 0,11 et 0,16 pour des huiles issues de cinq différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc).

Ici aussi, les valeurs élevées de K232 et K270 sont avant tout le reflet de la qualité de la matière première.

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

- Les valeurs de K232 dépassent les limites établies.
- Selon K270 :

-HOS1 et HOS3 sont conformes aux caractéristiques d'une huile composé raffiné et huile d'olive vierge ($K270 \leq 0.90$).

-HOS2 est conforme aux caractéristiques d'une huile extra vierge ($K270 \leq 0.22$).

-HOF est conforme aux caractéristiques d'une huile raffiné ($K270 \leq 1.10$),

Les résultats trouvés concernant ΔK des différentes huiles étudiées sont donnés par la figure 21.

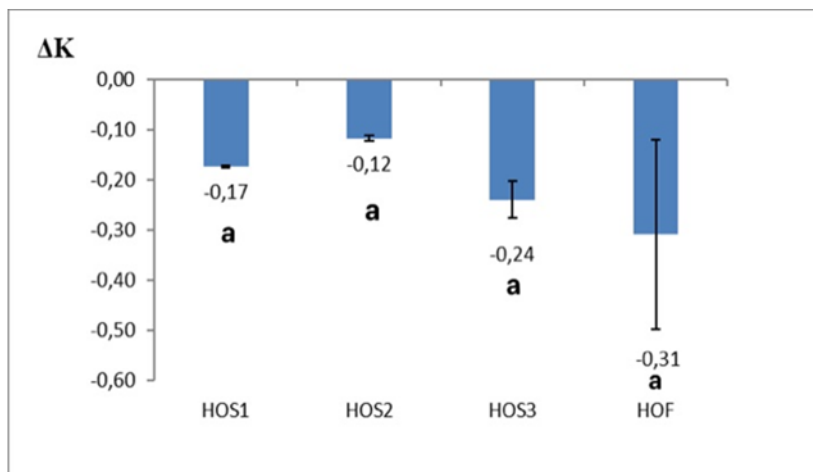


Figure 21 : Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés (ΔK)

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

Les quatre huiles ne sont pas significativement différentes du point de vue de ΔK . Selon ce dernier, les quatre huiles sont toutes conformes aux caractéristiques d'une huile extra vierge.

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., Cependant la couleur est un attribut de base pour déterminer les caractéristiques sensorielles de l'huile d'olive. Elle est associée par la plupart des consommateurs à la notion de qualité.

Les résultats de la teneur en chlorophylles et caroténoïdes des échantillons sont montrées dans les figures 22 et 23, respectivement.

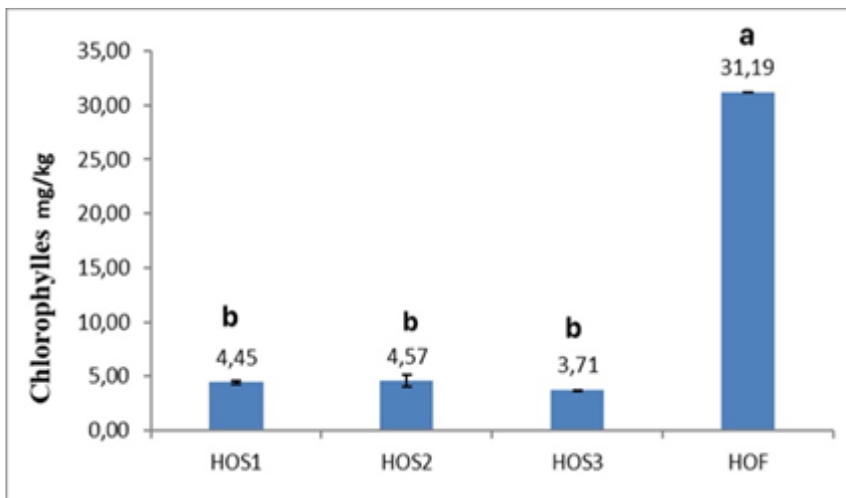


Figure 22 : Teneur en chlorophylles des échantillons d'huile étudiées.

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

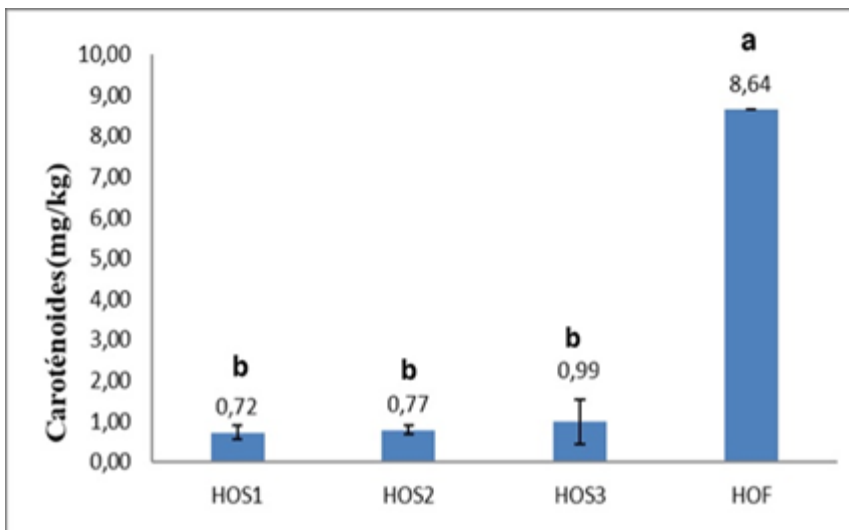


Figure 23: Teneur en caroténoïdes des échantillons d'huile étudiées.

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

Nos résultats révèlent que l'HOF renferme une quantité plus élevée en chlorophylles et en caroténoïdes par rapport à l'HOS1, l'HOS2 et l'HOS3 ($p < 0,05$). Il n'y a pas en revanche de différence significative entre ces trois derniers ($p \geq 0,05$). Il nous semble évident que la différence observée entre les olives séchées et les olives non séchées ne peut être attribuée qu'à l'effet du traitement thermique. Il est vrai que la température de séchage appliquée n'est pas si élevée (30°C). C'est par conséquent le couple (température, temps) qu'il vient d'analyser ce que nous n'avons pas pu faire pour diverses contraintes. Ceci dit, nous pensons que la dénaturation constatée de la chlorophylle et des caroténoïdes pourrait s'expliquer par la faible énergie d'activation liée à cette transformation. Gaur et al. (2007) ont par exemple trouvé que les énergies d'activation de la réaction de dégradation thermique des chlorophylles de la purée de feuilles de menthe varient dans un large intervalle (~ 6 - 48 kJ/mol) et que les chlorophylles sont plus stables en milieu alcalin. C'est dire l'intérêt de prendre en considération l'effet de matrice (environnement) sur le comportement des espèces chimiques. Ainsi, (**Rahmani ., 1989**), a démontré que la teneur en pigments dans l'huile d'olive dépend d'un certain nombre de facteurs, tels que, la variété, le degré de maturité des olives, le système utilisé pour l'extraction de l'huile, la durée et les conditions de son stockage. D'autres recherches ont démontré que les pigments caroténoïdes sont facilement dégradés en présence de la lumière et de températures élevées (**Minguez Mosquera et al., 1995**).

Les valeurs trouvées pour HOS1, HOS2 et HOS3 sont comparables à celles rapportées par (**Allalout et al., 2009**) pour des variétés d'olives espagnoles et grecques cultivées en Tunisie. 1,9 à 6,9 mg/Kg pour les chlorophylles et 1 à 2,9 mg/Kg pour les caroténoïdes. Concernant l'HOF par contre, les résultats trouvés sont supérieurs à ceux enregistrés par (**Zegane et al., (2015)**) pour des huiles d'olives de variétés algériennes : 0,84-2,89 mg/Kg pour les chlorophylles et 0,67-1,70 mg/Kg pour les caroténoïdes.

IV.2. Teneur en polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux des échantillons est montrée dans la figure 24 :

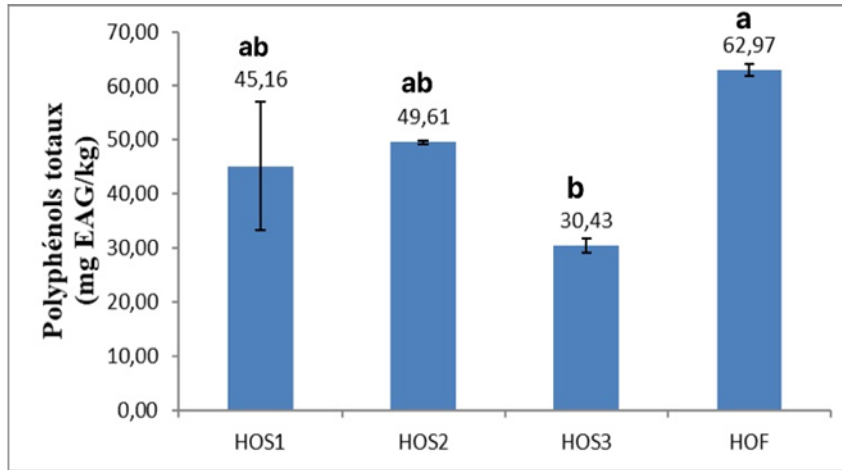


Figure 24 : Teneur en polyphénols totaux des échantillons d’huile étudiés.

**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 issues des olives séchées, seule HOS3 présente une différence significative avec HOF, en termes de teneur en polyphénols ($p \leq 0.05$), avec une valeur deux fois plus basse. Cette différence pourrait s’expliquer par les conditions de traitement non homogènes à l’intérieur de l’étuve. Il convient de noter que les valeurs moyennes de la température, de la durée et de l’humidité relative de l’air durant le séchage sont équivalentes pour les HOS1, HOS2 et HOS3.

Les teneurs en polyphénols des quatre huiles analysées sont au moins deux fois moins élevées que celles (138-278 mg GAE/kg d’huile) trouvées par (Negro et al., 2019) pour six échantillons d’huile Italiennes. Nous pensons que la variété et les conditions de culture pourraient expliquer les faibles valeurs trouvées.

IV.3. Activité antiradicalaire (DPPH)

Afin de déterminer l'activité anti-oxydant des extraits méthanoliques de l'huile d'olive étudiés, nous avons évalué l'activité anti-radicalaire du radical DPPH (figure 25).

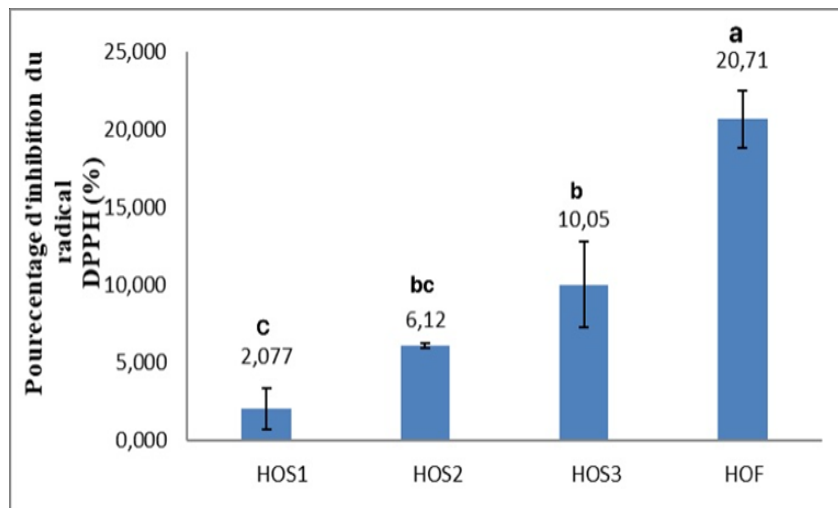


Figure 25 : Activité antiradicalaire des extraits méthanoliques contre le radical

DPPH° (exprimée en % d'inhibition du radical DPPH°).

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

Les échantillons montrent des différences significatives dans leurs concentrations ($p \leq 0.05$).

Les quatre huiles se différencient statistiquement, l'HOF présentant la valeur la plus élevée ($p < 0,05$).

En se basant sur ces résultats, on voit un effet négatif net du séchage thermique des olives sur l'activité antioxydante des huiles extraites puisque HOF montre une activité d'environ deux, trois et dix fois plus élevée que celles de HOS3, HOS2 et HOS1, respectivement. Plus étonnante est la valeur de HOS3 qui, contrairement à la teneur en polyphénols, est la plus élevée parmi les huiles extraites des olives préalablement séchées. A notre avis, ce résultat pourrait indiquer la présence d'autres molécules antioxydantes, autres que les polyphénols, et qui se comporteraient d'une manière opposée par rapport à ces derniers.

V. Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG)

La composition en acides gras des échantillons HOF et HOS d'huile d'olives est donnée dans les tableaux 9 et 10, respectivement.

Tableau 09 : Teneur en acides gras de l'échantillon HOS

Acides gras	Teneurs (%)	Norme COI*
AG. palmitique (C16 :0)	15.97	7.5 - 20.0
AG. oléique (C18 :1)	67.52	55.0 - 83.0
AG. stéarique (C18 :0)	3.61	0.5 - 5.0
AG. linoléique (C18 :2)	12.89	2.5 - 21.0

Tableau 10 : Teneur en acides gras de l'échantillon HOF

Acides gras	Teneurs (%)	Norme COI*
AG. palmitique (C16 :0)	18.97	7.5 - 20.0
AG. oléique (C18 :1)	68.18	55.0 - 83.0
AG. stéarique (C18 :0)	1.01	0.5 - 5.0
AG. linoléique (C18 :2)	11.82	2.5 - 21.0

*Norme COI/T.15/NCn°2/Rév.10 du 8 novembre applicable à l'huile d'olive.

Les résultats obtenus montrent que la composition en acides gras de HOF répond aux normes fixées par le conseil oléicole international (COI., 2001).

La composition qualitative (mêmes types d'acides) et quantitative (mêmes % ou presque) en acides gras de l'HOS (Tableau 09) et de l'HOF (Tableau 10) est similaire à celles observées par les auteurs de travaux antérieurs (Abaza et al., 2002 ; Mordret, 1999 ; Ollivier et al., 2007 ; Ollivier et al., 2003) et préconisée par le (Codex Alimentarius., 2003).

Nos résultats sont aussi proches de ceux trouvés par Ryan et al. (1998) qui ont trouvé une dominance de l'acide oléique (55 et 83 %) dans l'huile (les huiles) d'olive au Maroc, Ces auteurs ont également noté la présence des acides linoléique, palmitique et stéarique.

Conclusion Générale

La présente étude permet de confirmer l'effet bénéfique du séchage à l'étuve des olives avant l'opération d'extraction d'huile. Le traitement thermique appliqué (à ~ 30°C) permet en effet de réduire très sensiblement l'acidité libre de l'huile obtenue par comparaison à celle issue des olives traitées par la méthode classique. Les résultats obtenus montrent que l'acidité libre des trois huiles issues des olives séchées varient d'environ 1,4 à 2% et qu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs obtenues ($p < 0,05$). Par contre, l'huile extraite des olives fraîches présente une acidité de $5,87 \pm 0,95$ %, soit 3 à 4 fois plus élevée que celles des huiles extraites des olives séchées ($p \geq 0,05$). Nous souhaitons que ces résultats soient inspirants pour la communauté scientifique, avec en point de mire la valorisation de l'huile d'olive traditionnelle produite dans certaines régions de la Kabylie à partir des olives séchées au soleil.

Références bibliographiques

Abaza, L., Msallem, M., Daoud, D., & Zarrouk, M. (2002). Caractérisation des huiles de sept variétés d'olivier tunisiennes. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 9(2), 174-179.

Aguilera, M. P., Beltran, G., Sanchez-Villasclaras, S., Uceda, M., & Jimenez, A. (2010). Kneading olive paste from unripe 'Picual' fruits: I. Effect on oil process yield. *Journal of Food Engineering*, 97(4), 533-538.

Akrout, A., Mighri, H., Krid, M., Thabet, F., Turki, H., El-Jani, H., & Neffati, M. (2012). Chemical composition and antioxidant activity of aqueous extracts of some wild medicinal plants in southern Tunisia. *International Journal of Life Science and Medical Science*, 2(1), 1-4.

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 horticultrae*, 120(1), 77-83

Allane, T., Abdellaoui, R., Benamara, S. (Soumis). Contribution to the study of Traditional olive oil extraction process as applied in Kabylia region (Northern Algeria). *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1-7.

Allane, T., & Abdellaoui, R., Benamara, S. (2022a). 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.

Allane, T., Dali, A., Kacimi, Z., Abdellaoui, R., Boukhiat, A & Benamara, S. (2023b). L'éco-extraction traditionnelle de l'huile d'olive. Bilan du Premier 1 er Workshop National « Economie circulaire : un gisement pour l'attractivité du secteur agricole et agroindustrie nationale

Alba-Mendoza ,J. 1999.Séparation des phases solides et liquides (Analyse des différentes méthodes). Séminaire international sur les innovations scientifiques et leurs applications en oléiculture et oleotechnique, Florence, Conseil Oléicole International. 1999; 1-20,

Amouretti, M. C., Comet, G., Ney, C., & Paillet, J. L. (1984). A propos du pressoir à huile: de l'archéologie industrielle à l'histoire. *Mélanges de l'Ecole française de Rome*, 96(1), 379-421.

Anonyme, 2006.Agriculture & Agrobusiness Intégrés. Guide de bonnes pratiques de Fabrication des huiles d'olives. Chemonics International, USAID/Maroc, p16,37

Aouidi, F., Gannoun, H., Othman, N. B., Ayed, L., & Hamdi, M. (2009). Improvement of fermentative decolorization of olive mill wastewater by *Lactobacillus paracasei* by cheese whey's addition. *Process Biochemistry*, 44(5), 597-601.

Aoukli, M. N., & Chetouhe, S. (2019). Etude et qualitative des huiles d'olive de la région de DJAAFRA. Mémoire de master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi. BBA.

Aparicio, R. (2000). Authentication. In Handbook of olive oil : analysis and properties (pp. 491-520). Boston, MA : Springer US.

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.

Argenson, C., Régis, S., Jourdain, J. M., & Vaysse, P. (1999). *L'olivier*. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes.

ARGENSON, C. (1999). Cueillette des olives, stockage, pressage et qualité. *OCL. Oléagineux, corps gras, lipides*, 6(1).

Alves E, do Rosário Domingues M, Domingues P. 2023. Chapter 4 – Olive oil, Editor(s) : Zabetakis I, Tsoupras A, Lordan R, Ramji D, *Functional Foods and Their Implications for Health Promotion*, Academic Press, 97-129. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823811-0.00012-2>

Bacelar, E. A., Moutinho-Pereira, J. M., Gonçalves, B. C., Lopes, J. I., & Correia, C. M. (2009). Physiological responses of different olive genotypes to drought conditions. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31, 611-621.

Ben-Ayed, R., Kamoun-Grati, N., & Rebai, A. (2013). An overview of the authentication of olive tree and oil. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(2), 218-227.

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).

Benrachou, N. (2012). *Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien* (Doctoral dissertation, Annaba).

Bianchi, G. (2003). Lipids and phenols in table olives. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105(5), 229-242.

Benrachou N.(2013). Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition Biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba; 57-112 p

Benlemlih, M., & Ghanam, D. (2012). Polyphénols d'huile d'olive, Trésors santé !

Bianchi, G. (2003). Lipids and phenols in table olives. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105(5), 229-242.

Boulfane S, Maata N, Anouar A, Hilali S (2015). Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc. *Journal of Applied Biosciences.* ; 87 (1) : 8022–8029

Brenes, M., García, A., Dobarganes, MC, Velasco, J. et Romero, C. (2002). Influence des traitements thermiques simulant les processus de cuisson sur la teneur en polyphénols de l'huile d'olive vierge. *Journal de chimie agricole et alimentaire* , 50 (21), 5962-5967.**Brikci, N. (1993).** Efficacité d'un traitement insecticide optimisé sur le ravageur de l'olive *Dacus oleae* dans la région de Tlemcen. Mémoire DES biologie, Univ. Tlemcen, 93.

Bulotta, S., Celano, M., Lepore, S. M., Montalcini, T., Pujia, A., & Russo, D. (2014). Beneficial effects of the olive oil phenolic components oleuropein and hydroxytyrosol : focus on protection against cardiovascular and metabolic diseases. *Journal of translational medicine*, 12, 1-9.

Cabral, T. A., de Morais Cardoso, L., & Pinheiro-Sant'Ana, H. M. (2014). Chemical composition, vitamins and minerals of a new cultivar of lychee (*Litchi chinensis* cv. Tailandes) grown in Brazil. *Fruits*, 69(6), 425-434.

Carluccio, M. A., Siculella, L., Ancora, M. A., Massaro, M., Scoditti, E., Storelli, C., ... & De Caterina, R. (2003). Olive oil and red wine antioxidant polyphenols inhibit endothelial activation : antiatherogenic properties of Mediterranean diet phytochemicals. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 23(4), 622-629.

Chaouadi, H., Aksas, H., & Elias, A. (2022). Treatment and Modeling of Industrial Liquid Effluent adsorption isotherm on plant-based materials. *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*, 8(3).

Chicco D, Warrens MJ, Jurman G. 2021. The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation. *Peer J Comput Sci.*, 7 : e623. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.623>

Cichelli, A., & Pertesana, G. P. (2004). High-performance liquid chromatographic analysis of chlorophylls, pheophytins and carotenoids in virgin olive oils: chemometric approach to variety classification. *Journal of Chromatography A*, 1046(1-2), 141-146

.Chimi, H. (2006). Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. *Bulletin de transfert de technologie, MADRPM/DERD*, 141.

Criado, M. N., Romero, M. P., Casanovas, M., & Motilva, M. J. (2008). Pigment profile and colour of monovarietal virgin olive oils from Arbequina cultivar obtained during two consecutive crop seasons. *Food chemistry*, 110(4), 873-880.

Codex Alimentarius, 2003. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization

COI (2019). Trade Standard Applying to olive oils and olive .

Conseil Oléicole International (2021). Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olives. T.15/NC n° 3/Rév. 17

Cordero, M. J. A., Villar, N. M., Barrilao, R. G., Cortés, M. E. C., & López, A. M. S. (2015). Application of extra virgin olive oil to prevent nipple cracking in lactating women. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 12(6), 364-369.

Civantos, L. (1998). L'olivier, l'huile d'olive et l'olive. *COI*, 130.

Di Giovacchino, L., Sestili, S., & Di Vincenzo, D. (2002). Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(9-10), 587-601.

FAIVELEY, M. (2012). L'eau et la conservation des aliments.

Fartsi, I., Dufeu, I., & Decré, G. B. (2023, February). Chauffage ohmique, hautes pressions hydrostatiques,... les technologies de pointe s'invitent dans les produits biologiques: quel impact sur la valeur perçue et les intentions d'achat des consommateurs?. In *4ème Journée du marketing et développement durable*.

Goupy, PM, Varoquaux, PJ, Nicolas, JJ et Macheix, JJ (1990). Identification et localisation des dérivés d'hydroxycinnamoyle et de flavonol des feuilles d'endive (*Cichorium endivia* L. cv. Geante Maraichere). *Journal de chimie agricole et alimentaire* , 38 (12), 2116-2121.

Gaur, S., Shivhare, U. S., Sarkar, B. C., & Ahmed, J. (2007). Thermal Chlorophyll Degradation Kinetics of Mint Leaves Puree. *International Journal of Food Properties*, 10(4), 853–865

Giuffrè, A. M., Louadj, L., Poiana, M., & Macario, A. (2012). Composition en sterols des huiles extraites d'olives de cultivars de la province de Reggio Calabria (Sud d'Italie). *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 89, 177-183.

Graille, J. (2003). *Lipides et corps gras alimentaires*. Lavoisier Tec

Guinda, Á., Pérez-Camino, M. C., & Lanzón, A. (2004). Supplementation of oils with oleanolic acid from the olive leaf (*Olea europaea*). *European journal of lipid science and technology*, 106(1), 22-26

et Doc.

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

Kailis, S. G., & Kiritsakis, A. (2017). Table olives : Processing, nutritional, and health implications. *Olives and Olive Oil as Functional Foods : Bioactivity, Chemistry and Processing*, 295-324.

Kalantzakis, G., Blekas, ., Pegklidou, K., & Boskou, D. (2006). Stability and radical-scavenging activity of heated olive oil and other vegetable oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108(4), 329-335.

Loussert, R., & Brousse, G. (1978). *L'olivier* (pp. 167-175). GP Maisonneuve et Larose

López-Feria, S., Cárdenas, S., García-Mesa, J. A., & Valcárcel, M. (2008). Classification of extra virgin olive oils according to the protected designation of origin, olive variety and geographical origin. *Talanta*, 75(4), 937-943.

Mahhou, A., Jermmouni, A., Hadiddou, A., Oukabli, A., & Mamouni, A. (2014). Période de récolte et caractéristiques de l'huile d'olive de quatre variétés en irrigué dans la région de Meknès au Maroc. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 2(2).
guyen, T. H. (2015). *Étude expérimentale et modélisation du procédé de séchage des végétaux* (Doctoral dissertation, Université de Bretagne Sud).

Manai, H., Haddada, F. M., Imen, O., Trigui, A., Daoud, D., & Zarrouk, M. (2006). Variability in the composition of olive oil produced from hybrids obtained by controlled crossbreeding.

Marty, C., & Berset, C. (1988). Degradation products of trans- β -carotene produced during extrusion cooking. *Journal of Food Science*, 53(6), 1880-1886.

Márquez-Ruiz, G., Guevel, G., & Dobarganes, M. C. (1998). Applications of chromatographic techniques to evaluate enzymatic hydrolysis of oxidized and polymeric triglycerides by pancreatic lipase in vitro. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(2), 119-126.

Matos, L. C., Pereira, J. A., Andrade, P. B., Seabra, R. M., & Oliveira, M. B. P. (2007). Evaluation of a numerical method to predict the polyphenols content in monovarietal olive oils. *Food Chemistry*, 102(3), 976-983.

Meftah H, Laitrache H , Hamadi F , Hanine H, Zahir H , EL Louali I M.m.(2014) Comparaison des caractéristiques physicochimiques des huiles d'olives issus de Différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc). *Journal of Materials and Environmental Science* ; 5 (2) : 641-646

Minguez-Mosquera, M. I., & Jaren-Galan, M. (1995). Kinetics of the decolouring of carotenoid pigments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67(2), 153-161.

Mordret F., 1999. Conférences Chevreul : Evolution des critères de qualité des huiles d'olive vierges. *OCL.*, 6 : 69-76.

Nadour, M., Laroche, C., Pierre, G., Delattre, C., Moulti-Mati, F., & Michaud, P. (2015). Structural characterization and biological activities of polysaccharides from olive mill wastewater. *Applied biochemistry and biotechnology*, 177, 431-445.

Nefzaoui, A., Molina, E., Outmani, A., & Vanbelle, M. (1984). Alkali-treated olive cake silages : chemical composition, in sacco digestibility and degradability.

Navajas-Porras B, Pérez-Burillo S, Morales-Pérez J, Rufián-Henares JA, Pastoriza S. 2020. Relationship of quality parameters, antioxidant capacity and total phenolic content of EVOO with ripening state and olive variety. *Food Chemistry*, 325, 126926. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126926>

Ollivier D., Richard M., Guérère M., Pinatel C., Petit C., Artaud J., 2003. Les caractéristiques Physico-chimique des huiles de l'AOC » Huile d'olive de Nyons. *Le Nouvel olivier*, 34 : 17.

Ollivier D., Pinatel C., Dupuy N., Guérère M., Artaud J., 2007. Caractérisations sensorielles et Chimiques d'huiles d'olive vierges de six AOC françaises. *OCL-Oleagineux Corps Gras Lipides*, 14(2) : 116-129.

Ouaouich, A., & Chimi, H. (2007). Guide du producteur de l'huile d'olive. Organisation des Nations Unies pour le Développement industriel.

Rahmani, M. (1989). Mise au point sur le rôle des pigments chlorophylliens dans la photo-oxydation de l'huile d'olive vierge. *Olivae*, 26, 30-32.

Rallo, L., Díez, C. M., Morales-Sillero, A., Miho, H., Priego-Capote, F., & Rallo, P. (2018). Quality of olives : A focus on agricultural preharvest factors. *Scientia horticulturae*, 233, 491-509.

Riolo R, De Rosa R, Simonetta I, Tuttolomondo A. 2022. Olive Oil in the Mediterranean Diet and Its Biochemical and Molecular Effects on Cardiovascular Health through an Analysis of Genetics and Epigenetics. *Int J Mol Sci*. 23(24) : 16002. Doi : 10.3390/ijms232416002. PMID : 36555645 ; PMCID : PMC9782563

Roehly, Y. (2000). La fabrication de l'huile d'olive. Ecole supérieure d'agronomie tropicale de Montpellier.

Roca, M., Gandul-Rojas, B., & Minguéz-Mosquera, M. I. (2007). Varietal differences in catabolic intermediates of chlorophylls in *Olea europaea* (L.) fruit cvs. Arbequina and Blanqueta. *Postharvest biology and technology*, 44(2), 150-156.

Román F, Hensel O. 2001. Effect of air temperature and relative humidity on the thin-layer drying of celery leaves (*Apium graveolens* var. *secalinum*). *Agricultural Engineering International : the CIGR Journal*. Manuscript No.1876. 13 (2).

Rossi, J. A., & Singleton, V. L. (1966). Contributions of grape phenols to oxygen absorption and browning of wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 17(4), 231-239.

Ryan D., Robardas K. et Lavee S., (1998). Evaluation de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, 72, 26-38.

Servili, M., Sordini, B., Esposito, S., Urbani, S., Veneziani, G., Maio, I. D., ... & Taticchi, A. (2013). Biological activities of phenolic compounds of extra virgin olive oil. *Antioxidants*, 3(1), 1-23.

Servili, M. (2014). The phenolic compounds : a commercial argument in the economic war to come on the quality of olive oil ?. *Ocl*, 21(5), D509.

Tanouti K., Serghini-Caid H., Chaieb E., Benali A., Harkous M. et Elamrani A., (2010). Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le maroc oriental. *Les Technologies de Laboratoire*, 6, 58-63.

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).

Temime, S. B., Campeol, E., Cioni, P. L., Daoud, D., & Zarrouk, M. (2006). Volatile compounds from Chétoui olive oil and variations induced by growing area. *Food Chemistry*, 99(2), 315-325.

Temime, S. B., Wael, T., Bechir, B., Leila, A., Douja, D., & Mokhtar, Z. (2006). Changes in olive oil quality of Chétoui variety according to origin of plantation. *Journal of Food Lipids*, 13(1), 88-99.

Therios, I. N. (2009). *Olives* (Vol. 18). CABI.

Tuck, K. L., & Hayball, P. J. (2002). Major phenolic compounds in olive oil : metabolism and health effects. *The Journal of nutritional biochemistry*, 13(11), 636-644.

Tripoli, E., Giammanco, M., Tabacchi, G., Di Majo, D., Giammanco, S., & La Guardia, M. (2005). The phenolic compounds of olive oil : structure, biological activity and beneficial effects on human health. *Nutrition research reviews*, 18(1), 98-112.

Pinatel, C., Petit, C., Ollivier, D., & Artaud, J. (2004). Outils pour l'amélioration organoleptique des huiles d'olive vierges. *Oléagineux, corps gras, lipides*, 11(3), 217-222.

Pouyet, B., & Ollivier, V. (2014). Réglementations sur l'étiquetage et la présentation des huiles d'olive. *OCL*, 21(5), D508.

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

Vossen, P. (2007). Olive oil : history, production, and characteristics of the world's classic oils. *HortScience*, 42(5), 1093-1100.

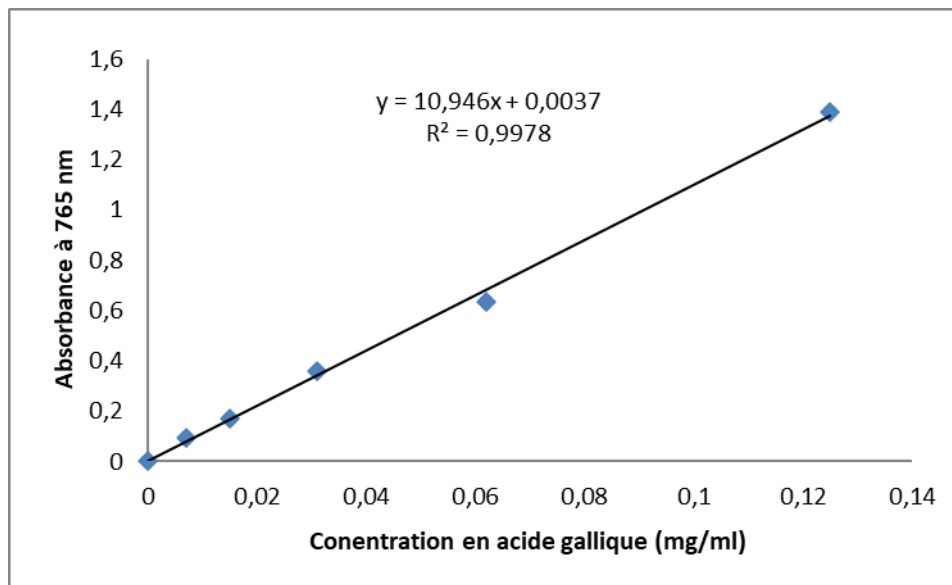
Visioli, F., Poli, A., & Gall, C. (2002). Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. *Medicinal research reviews*, 22(1), 65-75.

Zegane, O., Keciri, S. and Louaileche, H. (2015). Physicochemical Characteristics and pigment content of Algerian olive oil : Effect of Olive Cultivar and Geographical Origin. *International Journal of Chemical and Biomolecular science*, 1 (3) :153-157.

Site

ITAF : <https://etudiant-algerien.com/tag/institut-technique-de-larboriculture-fruitiere-et-de-lavigne-itaf/> consulté 23/05/2020 à 22 h:32 min

Annexes

Annexe 1. Courbe étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux.**Figure 1 :** Courbe d'étalonnage des polyphénols.

Annexe 2 : Résultats de la teneur en acidité des quatre échantillons d'huiles d'olives.


ANALAB		Formulaire			Réf : FOR33
		Rapport d'essai physico-chimique			Version : 00
		ANALAB "LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTROLE DE QUALITE"			Date : 01/01/2022
Rapport N° : 3121/2024					Page : 1/1
Coordonnées du client :					
Organisme demandeur	ALLANE Taous				
Adresse	/				
Téléphone	/				
Informations échantillonnage :					
Echantillonnage (interne ou externe)	Externe				
Date échantillonnage	/				
Identification échantillon :					
Dénomination du produit	Huile d'olive "A"				
Catégorie d'échantillon	/				
Date de fabrication	/				
Date d'emballage	/				
DLUO	/				
N° de lot	/				
Date de réception	20/03/2024				
Température à réception	17,2°C				
Date d'Analyse	20/03/2024				
Résultats :					
Paramètres analysés	Résultats	Unité	Normes	Références Méthodes	
Acidité	1,45	%AC oléique	Max 3,3	NA 273 1989	
Ecart par rapport aux méthodes utilisées :					
R.A.S					
Résultats provenant de prestataire externe :					
R.A.S					
Important :					
*les résultats figurants sur ce rapport sont uniquement valable à l'échantillon analysé .					
*Il est strictement interdit de reproduire ce rapport sans l'accord de ANALAB .					
Conclusion :					
L'échantillon d'huile analysé est conforme pour la détermination effectuée, selon le codex Stan 33-1981 Rev 2017 Amd 2021.					
Fait à : Taharacht Akbou Le : 20/03/2024			Visa Directrice :		
					
Fin du rapport					

Figure 02 : Teneur en acidité de l'échantillon A.



Formulaire		Réf : FOR33		
		Version : 00		
		Date : 01/01/2022		
		Page : 1/1		
Rapport d'essai physico-chimique				
ANALAB "LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTROLE DE QUALITE"				
Rapport N° : 3122/2024				
Coordonnées du client :				
Organisme demandeur	ALLANE Taous			
Adresse	/			
Téléphone	/			
Informations échantillonnage :				
Echantillonnage (interne ou externe)	Externe			
Date échantillonnage	/			
Identification échantillon :				
Dénomination du produit	Huile d'olive "B"			
Catégorie d'échantillon	/			
Date de fabrication	/			
Date d'emballage	/			
DLUO	/			
N° de lot	/			
Date de réception	20/03/2024			
Température à réception	17,2°C			
Date d'Analyse	20/03/2024			
Résultats :				
Paramètres analysés	Résultats	Unité	Normes	Références Méthodes
Acidité	1,73	%AC oléique	Max 3,3	NA 273 1989
Ecart par rapport aux méthodes utilisées :				
R.A.S				
Résultats provenant de prestataire externe :				
R.A.S				
Important :				
*les résultats figurants sur ce rapport sont uniquement valable à l'échantillon analysé .				
*Il est strictement interdit de reproduire ce rapport sans l'accord de ANALAB .				
Conclusion :				
L'échantillon d'huile analysé est conforme pour la détermination effectuée, selon le codex Stan 33-1981 Rev 2017 Amd 2021.				
Fait à : Taharacht Akbou Le : 20/03/2024				
Visa Directrice : 				
Fin du rappo				

Figure 03 : Teneur en acidité de l'échantillon B.


ANALAB		Formulaire			Réf : FOR33
		Rapport d'essai physico-chimique			Version : 00
					Date : 01/01/2022
					Page : 1/1
ANALAB "LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTROLE DE QUALITE"					
Rapport N° : 3123/2024					
Coordonnées du client :					
Organisme demandeur	ALLANE Taous				
Adresse	/				
Téléphone	/				
Informations échantillonnage :					
Echantillonnage (interne ou externe)	Externe				
Date échantillonnage	/				
Identification échantillon :					
Dénomination du produit	Huile d'olive "C"				
Catégorie d'échantillon	/				
Date de fabrication	/				
Date d'emballage	/				
DLUO	/				
N° de lot	/				
Date de réception	20/03/2024				
Température à réception	17,2°C				
Date d'Analyse	20/03/2024				
Résultats :					
Paramètres analysés	Résultats	Unité	Normes	Références Méthodes	
Acidité	1,74	%AC oléique	Max 3,3	NA 273 1989	
Ecart par rapport aux méthodes utilisées :					
R.A.S					
Résultats provenant de prestataire externe :					
R.A.S					
Important :					
*les résultats figurants sur ce rapport sont uniquement valable à l'échantillon analysé .					
*Il est strictement interdit de reproduire ce rapport sans l'accord de ANALAB .					
Conclusion :					
L'échantillon d'huile analysé est conforme pour la détermination effectuée, selon le codex Stan 33-1981 Rev 2017 Amd 2021.					
Fait à : Taharacht Akbou Le : 20/03/2024					
Visa Directrice : 					
Fin du rapport					
Adresse : RN n° 26 Taharacht Akbou Bejaia - Tél : 041 20 34 53 / 041 20 36 04 / 041 20 38 12 / Mobile : 05 60 27 97 99					

Figure 04 : Teneur en acidité de l'échantillon C.


ANALAB		Formulaire			Réf : FOR33
		Rapport d'essai physico-chimique			Version : 00
					Date : 01/01/2022
					Page : 1/1
ANALAB "LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTROLE DE QUALITE"					
Rapport N° : 3124/2024					
Coordonnées du client :					
Organisme demandeur	ALLANE Taous				
Adresse	/				
Téléphone	/				
Informations échantillonnage :					
Echantillonnage (interne ou externe)	Externe				
Date échantillonnage	/				
Identification échantillon :					
Dénomination du produit	Huile d'olive "D"				
Catégorie d'échantillon	/				
Date de fabrication	/				
Date d'emballage	/				
DLUO	/				
N° de lot	/				
Date de réception	20/03/2024				
Température à réception	17,2°C				
Date d'Analyse	20/03/2024				
Résultats :					
Paramètres analysés	Résultats	Unité	Normes	Références Méthodes	
Acidité	4,8	%AC oléique	Max 3,3	NA 273 1989	
Ecart par rapport aux méthodes utilisées :					
R.A.S					
Résultats provenant de prestataire externe :					
R.A.S					
Important :					
*les résultats figurants sur ce rapport sont uniquement valable à l'échantillon analysé .					
*Il est strictement interdit de reproduire ce rapport sans l'accord de ANALAB .					
Conclusion :					
L'échantillon d'huile analysé est non conforme pour la détermination effectuée, selon le codex Stan 33-1981 Rev 2017 Amd 2021.					
Fait à : Taharacht Akbou Le : 20/03/2024					
Visa Directrice 					
Fin du rapport					
Adresse : RN n° 26 Taharacht Akbou Bejaia ; Tél. 044 20 34 53 / 044 20 36 01 / 044 20 38 12 / Mobile : 05 60 27 97 99 Email : analaboratoire@yahoo.fr ; Autorisation ministérielle N°012 du 24 mai 2019 ; RC n° : 06/00 - 0945754 A06					

Figure 05 : Teneur en acidité de l'échantillon D

Annexe 03 : Résultats de l'analyse de chromatographie en phase gazeuse

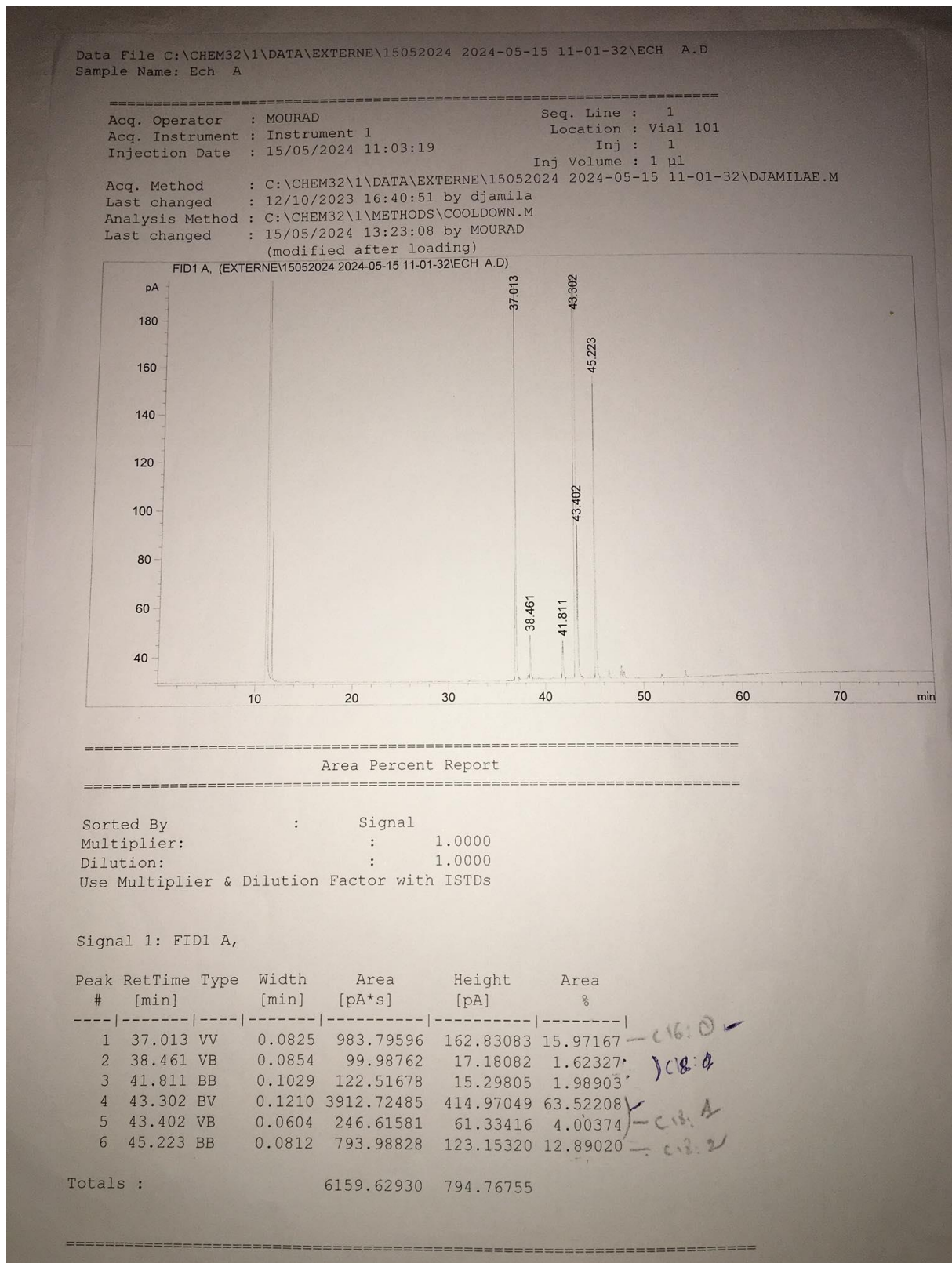


Figure 06 : Teneur en acides gras de l'échantillon A

ANNEXE I
CARACTÉRISTIQUES DES HUILES D'OLIVE

Catégorie	Acidité (%) (*)	Indice de peroxyde mEq O ₂ /kg (*)	Cires mg/kg (**)	2 glycérol monopalmitate (%)	Stigmastadiène mg/kg (1)	Différence: ECN42 (HPLC) et ECN42 (calcul théorique)	K ₃₃₂ (*)	K ₂₇₀ (*)	Delta-K (*)	Évaluation organoleptique Médiante du défaut (Md) (*)	Évaluation organoleptique Médiante du fruit (Mf) (*)
1. Huile d'olive vierge extra	≤ 0,8	≤ 20	≤ 250	≤ 0,9 si % Acide palmitique total ≤ 14 % ≤ 1,0 si % Acide palmitique total > 14 %	≤ 0,10	≤ 0,2	≤ 2,50	≤ 0,22	≤ 0,01	Md = 0	Mf > 0
2. Huile d'olive vierge	≤ 2,0	≤ 20	≤ 250	≤ 0,9 si % Acide palmitique total ≤ 14 % ≤ 1,0 si % Acide palmitique total > 14 %	≤ 0,10	≤ 0,2	≤ 2,60	≤ 0,25	≤ 0,01	Md ≤ 2,5	Mf > 0
3. Huile d'olive lampante	> 2,0	—	≤ 300 (2)	≤ 0,9 si % Acide palmitique total ≤ 14 % ≤ 1,1 si % Acide palmitique total > 14 %	≤ 0,50	≤ 0,3	—	—	—	Md > 2,5 (2)	—
4. Huile d'olive raffinée	≤ 0,3	≤ 5	≤ 350	≤ 0,9 si % Acide palmitique total ≤ 14 % ≤ 1,1 si % Acide palmitique total > 14 %	—	≤ 0,3	—	≤ 1,10	≤ 0,16	—	—
5. Huile d'olive — composée d'huiles d'olive raffinées et d'huiles d'olive vierges	≤ 1,0	≤ 15	≤ 350	≤ 0,9 si % Acide palmitique total ≤ 14 % ≤ 1,0 si % Acide palmitique total > 14 %	—	≤ 0,3	—	≤ 0,90	≤ 0,15	—	—
6. Huile de grignons d'olive brute	—	—	> 350 (4)	≤ 1,4	—	≤ 0,6	—	—	—	—	—
7. Huile de grignons d'olive raffinée	≤ 0,3	≤ 5	> 350	≤ 1,4	—	≤ 0,5	—	≤ 2,00	≤ 0,20	—	—
8. Huile de grignons d'olive	≤ 1,0	≤ 15	> 350	≤ 1,2	—	≤ 0,5	—	≤ 1,70	≤ 0,18	—	—

(1) Somme des isomères qui pourraient (ou pas) être séparés par colonne capillaire.
(2) Ou lorsque la médiane des défauts est inférieure ou égale à 2,5 et la médiane du fruit est égale à 0.
(3) Les huiles avec une teneur en cires comprise entre 300 mg/kg et 350 mg/kg sont considérées comme huile d'olive lampante si les alcools aliphatiques totaux sont inférieurs ou égaux à 350 mg/kg ou si le pourcentage en erythrodiol et uvaol est inférieur ou égal à 3,5.
(4) Les huiles avec une teneur en cires comprise entre 300 mg/kg et 350 mg/kg sont considérées comme huile de grignons d'olive brute si les alcools aliphatiques totaux sont supérieur à 350 mg/kg et si le pourcentage en erythrodiol et uvaol est supérieur à 3,5.

Figure 08 : Caractéristiques des huiles d'olives

Résumé

Le but du présent travail est de vérifier si oui ou non le procédé traditionnel d'extraction de l'huile d'olive à partir de fruits préalablement séchés au soleil permet de réduire l'acidité libre de l'huile obtenue. Nous rappelons que le procédé en question est toujours appliqué quoi qu'à une échelle réduite dans certaines régions de la Kabylie comme Bouzeguène, chef-lieu de commune à environ 50 km à l'extrême sud-est de Tizi-Ouzou, seuls quatre travaux ont été publiés, à notre connaissance sur cette thématique. Nous avons utilisé un séchage à l'étuve à ~ 30°C et suivi l'évolution de l'humidité relative dans l'enceinte de l'étuve ainsi que la cinétique de l'élimination d'eau au cours du séchage. De plus, dans un souci de fiabilité, nous avons fait analyser l'acidité libre des échantillons d'huile par un laboratoire de contrôle de qualité agréé. Les résultats obtenus montrent que l'acidité libre des trois huiles issues des olives séchées varient d'environ 1,4 à 2% et qu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs obtenues ($p < 0,05$). Par contre, l'huile extraite des olives fraîches présente une acidité de $5,87 \pm 0,95$ %, soit 3 à 4 fois plus élevée que celles des huiles extraites des olives séchées ($p \geq 0,05$). Ce qui confirme les résultats obtenus par les travaux déjà consacrés à cette question. Une analyse complémentaire (Chlorophylles, caroténoïdes, polyphénols et activité antiradicalaire) a été aussi réalisée mais les résultats dans le cas des Chlorophylles, caroténoïdes et l'activité antioxydante se sont avérés ont montré une tendance inverse à celle de l'acidité libre. D'où l'intérêt d'approfondir l'étude à des fins d'optimisation du procédé étudié.

Mots clés : Extraction traditionnelle, huile d'olive, margines, qualité, séchage à l'étuve

Abstract

The purpose of this work is to verify whether or not the traditional method of extracting olive oil from sun-dried fruits reduces the free acidity of the obtained oil. It should be noted that this method is still applied, albeit on a reduced scale, in certain regions of Kabylie, such as Bouzeguène, a commune located about 50 km to the southeast of Tizi-Ouzou. To our knowledge, only four studies have been published on this topic.

We used an oven drying process at approximately 30°C and monitored the evolution of relative humidity within the oven, as well as the kinetics of water elimination during drying. Additionally, to ensure reliability, we had the free acidity of the oil samples analyzed by a certified quality control laboratory. The results show that the free acidity of the three oils obtained from dried olives ranges from approximately 1.4 to 2%, with no significant difference between the values obtained ($p < 0.05$). However, the oil extracted from fresh olives has an acidity of $5.87 \pm 0.95\%$, which is 3 to 4 times higher than that of the oils extracted from dried olives ($p \geq 0.05$). This confirms the results obtained by previous studies on this question.

A complementary analysis (chlorophylls, carotenoids, polyphenols, and radical scavenging activity) was also carried out. However, the results for chlorophylls, carotenoids, and antioxidant activity showed an inverse trend to that of free acidity. This highlights the need to deepen the study for the purpose of optimizing the studied process.

Keywords: Traditional extraction, olive oil, olive pomace, quality, oven drying

