

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOD MAMMERI 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
agronomiques

Option : Agroalimentaire et contrôle de qualité

THEME

**Etude du procédé traditionnel
d'extraction de l'huile d'olive
appliqué en Kabylie**

Réalisé par :

- M^{elle} DALI Assia
- M^{elle} KACIMI Zakia

Devant le jury:

M^r SADOULI.R

MCA-UMMTO

Président

M^r BENGANA.M

MCB-UMMTO

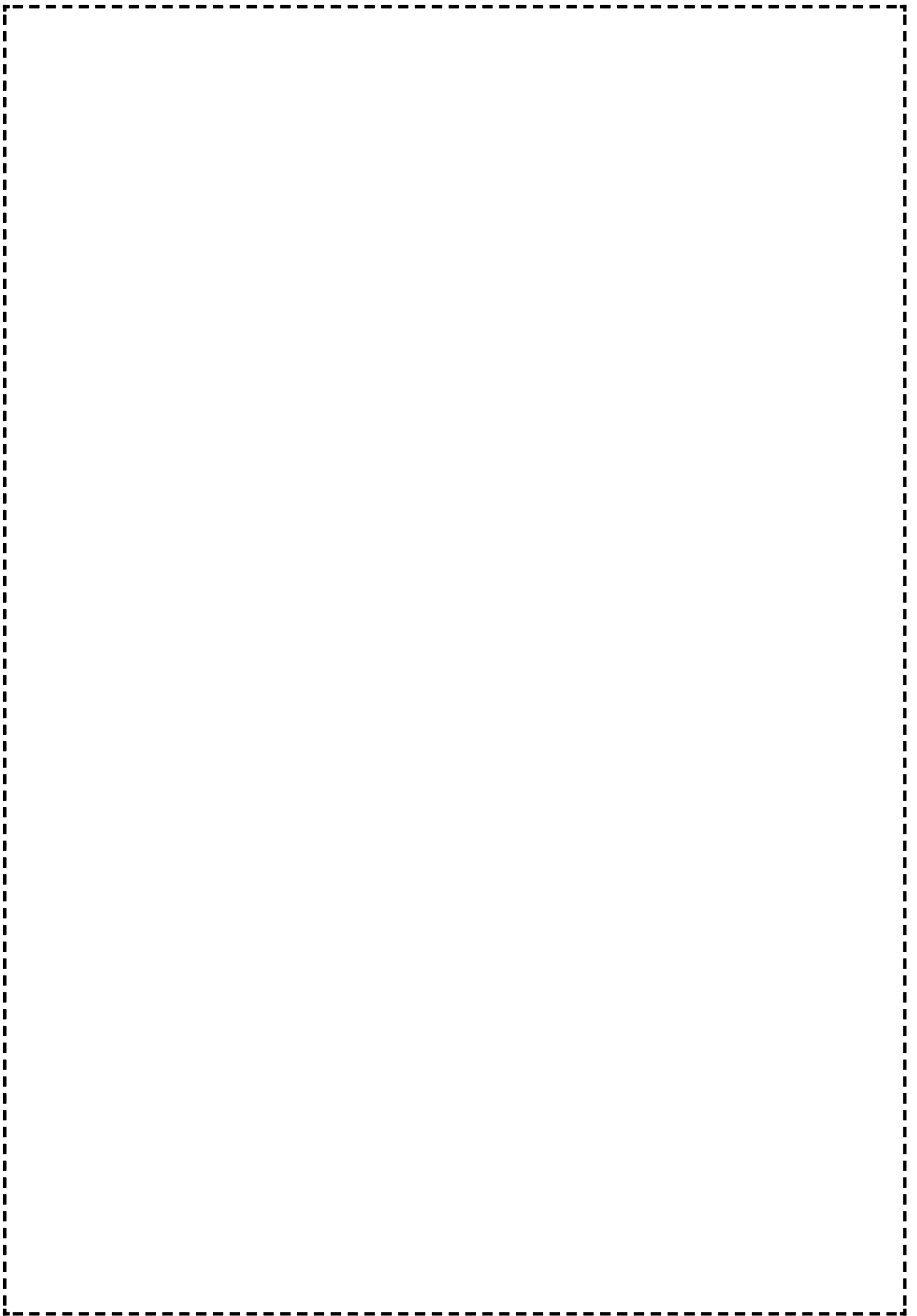
Examineur

M^{me} ALLANE.T

MCB-UMMTO

Promotrice

2021/2022



Remerciements

En premier, nous tenons à remercier le bon dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté pour être ce que nous sommes aujourd'hui et pour mener à terme ce modeste travail.

Nous tenons à exprimés notre profondes reconnaissance et nos sincères remerciements à **Mme ALLANE.T**, pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, son aide, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce travail.

Nos vifs remerciements et respects s'adressent aux membres du jury:

Mr BENGANA.M : d'avoir acceptés d'examiner notre travail

Mr SADOUDI.R : de nous avoir fait l'honneur de présider le jury, pour son aide et ses conseils.

Nous tenons à remercier également :

Mr HOUALI et Mr METAHRI pour leurs soutiens et leurs aide de nous avoir donné l'accès a leurs laboratoire de recherche d'UMMTO.

Tous le personnel du laboratoire des analyses physico-chimiques de département agronomie et du laboratoire commun I et II de département biologie d'UMMTO.

Enfin, Nos remerciements s'adressent à nos familles et amis (es) pour leurs soutiens et encouragement, aux enseignants qu'on a eu depuis notre scolarisation jusqu'à ce jour, et tous ceux et celles qui ont contribués de prés ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui ont su être si présents dans ma vie.

A mes très cher parents **DALI Rachid et DJOUDER Saida** qui me donnent toujours l'espoir de vivre, qui m'ont aidé et d'avoir cru en moi et me pousse toujours à faire mieux par leurs soutiens, encouragements, sacrifices, et leurs amours, que dieu vous préserve et vous accorde la santé.

A mon cher mari **ROUMANE GHILES** et sa famille, pour tout l'encouragement, le respect et l'amour que tu ma offert, je te dédis ce travail qui n'aurait pas pu être achevé son ton éternel soutien et optimisme. Que dieu te bénisse et te protège de tout mal.

A mes chers sœurs et frères **RACHIDA, ZINA, TASSADIT, LOUNES** merci d'être toujours à mes cotés, par votre présence, votre amour dévoué et votre tendresse pour donner du goût et du sens à ma vie. Je prie dieu pour qu'il vous donne le bonheur et prospérité.

A mes neveux et nièces **SAMY, YANIS, GHILES, DYHIA** que dieux les protèges.

A la mémoire de mes grands parents qui auront toujours une place dans mon cœur, paix à leurs âmes.

A ma chère grande mère **MAHTOUT GHENIMA**, une femme spéciale qui a impacté positivement ma vie, que dieu la guérisse.

A mes oncles, mes tentes, mes cousins et cousines (paternelles et maternelles).

A mes chers amis (es), en témoignage de l'amitié qui nous uni et de tous les moments que nous avons passé ensemble.

A toute la promotion Master II Agroalimentaire et contrôle de qualité (2021/2022).

ASSIA

Dédicace

Je dédie ce travail :

A mes chers parents

- Mon cher papa **AHMED** :

Signe de fierté et d'honneur, ce travail et le vôtre, Inchallah tu trouveras ici toute mon affection et ma profonde gratitude pour toutes ces années de sacrifice pour moi.

- Ma chère Maman **OUARDIA** :

Nul mot ne parviendra jamais à exprimer l'amour que je te porte.

Ton amour, ta patience, ton encouragement et tes prières ont été pour moi le gage de la réussite. J'espère que ce travail soit à tes yeux le fruit de tes efforts et témoignage de ma profonde affection.

- A les battements de mon cœur mes frères (**Ameziane, Menad, Amazigh**) et mes tendre et chères belles sœurs (**Cyssilia, Kamilia, Lydia, Tinhinane**) :

Qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que dieu les protèges et leurs offre la chance et le bonheur.

- A mon cher mari **HAMZA**, quoi que je dise, je ne saurais lui exprimer ma gratitude pour sa patience, le respect et ses encouragements tout au long de ce travail. Que ce travail soit le témoignage de mon éternelle reconnaissance et de mes indéfectibles sentiments.
- A tous mes amies (**Lydia, Yamina, Zaina, Assia...**) en témoignage de l'amitié qui nous uni
- A toutes mes camarades de la promotion master 2 Agroalimentaire et contrôle de qualité 2021/2022.

ZAKIA

Liste des abréviations :

OF : Olive fraîche

OSD : Olives traitées par séchage direct

OSI : Olives traitées par séchage indirect

HO : Huile d'olive

HOF : Huile d'olive fraîche

HOSD : Huile d'olive obtenue après séchage direct

HOSI : Huile d'olive obtenue après séchage indirect

HOM : Huile d'olive obtenu par moisissement spontané (moisi)

HOS : Huile d'olive obtenue après le salage

SSD (SD) : Séchage solaire direct

SSI (SI) : Séchage solaire indirect

ST : Séchage thermique

COI : Le conseil oléicole international

CEE : Communauté économique européenne

AG : Acide gras

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

IP : Indice de peroxyde

UV : ultra violet

Méq : Milliéquivalent

DPPH : 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyl

Na₂S₂O₃: Thiosulfate de potassium

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

Liste des figures :

N°	Titre	Page
1	Les principales parties d'un olivier	4
2	Le tronc de l'olivier	5
3	Les Feuilles de l'olivier	5
4	La fleur de l'olivier	6
5	Les Fruits de l'olivier	6
6	Fruit de l'olivier et répartition de ses composés physique	8
7	Les principaux composés phénoliques de l'huile d'olive	13
8	Structure générale d'un tocophérol.	14
9	Structure chimique de β - carotène	15
10	Photographie d'un échantillon d'olives fraîches utilisées.	18
11	Méthode appliquée dans le village de « Bouzeguène ».	20
12	Méthode appliquée autrefois dans le village de « Djemaa Saharidj », (commune de Mekla).	21
13	Photographie des olives dans l'étuve à 40°C	23
14	Mode de séchage solaire direct des olives saines (non moisies) (a) et des olives moisies (b).	24
15	Photographie du séchoir solaire indirect.	25
16	Vue des olives salées et séchées à l'ombre	25
17	Processus d'extraction d'huile d'olive appliqué au laboratoire.	26
18	Courbe de séchage. Cas du séchage thermique dans une étuve ventilée à $40\pm 2^{\circ}\text{C}$.	36
19	Photographie des olives avant (OF) et après le séchage thermique	37
20	Photographie d'huile d'olive extraite avant (HOF) et après le séchage thermique	38
21	Courbes de séchage. Cas du séchage solaire direct (SD) et du séchage solaire indirect.	39
22	Variation de la température exprimée en °C en fonction du temps (jours) des olives séchées par séchage solaire direct (SD)	40
23	Variation de l'humidité exprimée en % en fonction du temps (jours) des olives séchées par séchage solaire direct (SD)	41
24	Variation de la température exprimée en °C en fonction du temps (jours) des olives séchées par séchage solaire indirect (SI)	41
25	Variation de l'humidité exprimée en % en fonction du temps (jours) des olives séchées par séchage solaire indirect (SI)	42

26	Schéma du processus théorique de séchage dans le diagramme enthalpique, dans le cas du SI.	42
27	Photographies des olives traitées par séchage indirect (SI) (1), par séchage direct (SD), par salage et entreposage à l'ombre (3), par moisissement spontané (subi naturellement lors de l'entreposage dans un réfrigérateur) suivi d'un SD (4) et des olives fraîches non traitées entreposées dans un réfrigérateur (non séchées).	43
28	Photographie de l'huile d'olive (HO) obtenue à partir des olives fraîches (HOF) et des olives traitées par SD (HOSD), par SI (HOSI), par salage (HOS) et par moisissement spontané (subi) (HOM). Pour les autres abréviations voir Figure 25 = figure des photos d'olives.	43
29	Acidité des échantillons étudiés exprimée en pourcentage d'acide oléique.	44
30	Indice de peroxyde des échantillons d'huile étudiés exprimés en meq O ₂ /kg.	45
31	Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés à 232 nm.	46
32	Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés à 270 nm.	46
33	Extinction spécifique des échantillons d'huile étudiés (ΔK).	47
34	Teneurs en chlorophylles des échantillons d'huiles étudiés.	48
35	Teneurs en caroténoïdes des échantillons d'huiles étudiés.	49
36	Teneurs en polyphénols totaux des échantillons d'huile étudiés.	49
37	Activité antiradicalaire des extraits méthanoliques contre le radical DPPH° (exprimée en % d'inhibition du radical DPPH°).	50

Liste des tableaux :

N°	Titre	Page
I	Classification botanique de l'olivier	7
II	Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse	11
III	Les principaux triglycérides de l'huile d'olive	12
IV	Préparation des dilutions de l'acide gallique pour réalisation de la courbe standard des polyphénols totaux.	30
V	Résultats de la mini enquête d'opinion	33
VI	Poids et dimensions des fruits, noyaux et pulpes des olives récoltées et séchées	34
VII	Résultats de la modélisation de la cinétique de séchage	39
VIII	Taux de satisfaction minimal aux standards d'une huile vierge ordinaire	48
IX	Résultats de classement des trois produits d'huile d'olive	51

Sommaire

Liste des abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction 1

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralité sur l'olivier

I.1 Origine 3

I.2 Description de l'olivier 3

I.2.1. Système racinaire 4

I.2.2. Tronc 4

I.2.3. Ecorce 5

I.2.4. Feuilles 5

I.2.5. Fleurs 5

I.2.6. Fruit 6

I.2.7. Rameaux 6

I.3 Classification botanique 7

Chapitre II : L'olive

II.1. Description de l'olive 7

II.2 Composition de l'olive 8

Chapitre III : L'huile d'olive

III.1. Définition 8

III.2 Classification 9

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

III.2.1.1. L'huile d'olive vierge extra	9
III.2.1.2. L'huile d'olive vierge	9
III.2.1.3. L'huile d'olive vierge courante	9
III.2.2. Les huiles d'olive vierges qui doivent faire l'objet d'un traitement avant leur consommation	
III.2.2.1. L'huile d'olive vierge lampante	9
III.2.2.2. L'huile d'olive raffinée	9
III.2.2.3. L'huile de grignons d'olive	10
III .3. Composition physicochimique de l'huile d'olive.....	10
III.3.1. Fraction saponifiable	10
III.3.1.1. Acides gras	10
III.3.1.2. Triglycérides	11
III.3.2. La fraction insaponifiable	12
III.3.2.1. Composés phénoliques	12
III.3.2.2. Tocophérols.....	13
III.3.2.3. Pigments	14
III.3.2.4. Stérols	15
III.3.2.5. Hydrocarbures	15
III.3.2.6. Composés aromatiques	16
III.4. Intérêt diététique et nutritionnel de l'huile d'olive.....	16

Partie expérimental

Matériels et méthodes :

I-Mini enquête d'opinion concernant la méthode traditionnelle d'extraction d'huile d'olive à partir de fruits préalablement séchés au soleil	18
II. Matériel végétal	18
II.1. Fruits d'olive.....	18
III. Caractérisation physicochimique sommaire des fruits	19
III.1. Evaluation biométrique	19
III.2. Teneur en eau	19
VI. Extraction de l'huile d'olive.....	19
VI.1. Brève description du processus traditionnel employé.....	19
VI.2. Séchage	22
VI.3. Cas du séchage thermique : cinétique et détermination d'ARPO	22
VI.4. Cas du SSD	23
VI.5. Cas du SSI	24
VI.6. Effet du salage sur les processus de séchage et d'extraction d'huile	25
VI.7. Extraction de l'huile.....	25
V. Analyse de la qualité d'huile	
V.1. Acidité libre	26
V.2. Indice de peroxyde	27
V.3. Détermination des coefficients d'extinction spécifiques (UV)	28
V.4. Mesure des pigments chlorophylliens et les caroténoïdes	29
VI. Dosages des polyphénols totaux	29
VI.1. Extraction.....	29
VI.2. Préparation de la gamme d'étalonnage	29
VI.3. Détermination de la teneur en polyphénols dans les différents échantillons	30

VII. Activité antiradicalaire au radical DPPH	30
VIII. Evaluation sensorielle.....	31
IX. Analyse statistique.....	32

Résultats et discussion

I. Mini-enquête d'opinion	33
II. Fruits d'olive	34
II.1. Caractérisation physicochimique sommaire des fruits	34
II.1.1. Evaluation biométrique	34
II.1.2. Teneur en eau	36
III. Extraction de l'huile d'olive.....	36
III.1. Séchage	36
III.1.2. Cas du séchage thermique : cinétique et détermination de l'ARPO	36
III.1.2. Cas du SD et du SI : cinétique et détermination de l'ARPO	39
III.2. Extraction et analyse de l'HO	43
IV. Analyse de la qualité d'huile	44
IV.1. Acidité libre.....	44
IV.2. Indice de peroxyde	45
IV.3. Détermination des coefficients d'extinction spécifiques (UV).....	45
V. Analyse chimique complémentaire	48
VI. Evaluation sensorielle	50
Conclusion générale	52

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction générale

Introduction :

Depuis l'antiquité, l'huile d'olive (HO) a été utilisée à des fins alimentaires et médicinales dans le pourtour méditerranéen et ses propriétés fonctionnelles font maintenant consensus à l'échelle planétaire. En particulier, l'HO extra-vierge est connue pour être riche en divers nutriments et phytonutriments (acide oléique, oleuropéine, hydroxytyrosol...) dotés de plusieurs propriétés biologiques (antioxydantes, anti-inflammatoires, antiviral... (**Alkhatib, 2020**). De plus, les sous-produits du processus d'extraction suscitent dans la communauté scientifique un intérêt grandissant en termes de valorisation, tenant compte aussi de leurs hautes valeurs biologiques très recherchées en ces temps de post- pandémie COVID 19 (**Otero et al., 2021**).

Le processus d'extraction d'HO peut se résumer à trois opérations unitaires de base, en plus des traitements préliminaires: Broyage/malaxage, pressage et extraction/séparation (récupération de l'huile). C'est un procédé universel qui se retrouve, sous différentes variantes, dans toutes les huileries. Ces différentes variantes sont en fait des versions perfectionnées des procédés traditionnels. A ce sujet, il existe un procédé appliqué uniquement, à notre connaissance, dans certaines régions de Kabylie. Il a été d'abord évoqué pour la première fois par **Boukhiar et al. (2017)** ; puis étudié par **Bennai et al. (2019)** et **Allane et al. (soumis)**. 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. **El-Gharbi et al. (2018)** ont investigué un procédé similaire (par l'aspect séchage solaire) appliqué dans la région de Gabes (sud tunisien), l'extraction industrielle de l'huile étant réalisée deux années après un stockage à température ambiante des olives séchées.

Il est bien connu que le séchage solaire à l'air libre est la méthode classique la plus répandue pour la conservation des aliments dans les pays en développement (**Sheikh et al., 2018**). Toutefois, les problèmes d'hygiène, la lenteur du processus et le contact direct rayonnement solaire-matière à sécher représentent l'inconvénient principal de cette méthode (**Kapseu, 2009; Sheikh et al., 2018**). C'est la raison pour laquelle de nombreux travaux ont été consacrés à l'amélioration et au perfectionnement du séchage naturel grâce à la technologie de captage et de conversion de l'énergie solaire en chaleur.

Le présent travail porte sur *étude du procédé traditionnel d'extraction de l'huile d'olive appliqué en Kabylie*. Il consiste à reproduire et à analyser à l'échelle de laboratoire le processus de traditionnel d'extraction d'huile appliqué dans la région de Bouzeguène (~ 50 km à l'extrême sud-est de Tizi-Ouzou, chef-lieu de wilaya de même nom situé à environ 100 km à l'est d'Alger) en s'inspirant pour cela des rares travaux pré-publié (**Bennai et al., 2019**), ou soumis (**Allane et al., soumis**).

Notons enfin l'intérêt des produits du terroir qui sont partout ailleurs réglementés sous diverses appellations du genre « indication géographique protégée », « appellation d'origine protégée », « appellation d'origine contrôlée »... (**Bérard et Marchenay, 2007**). Ces produits, en tant que symboles identitaires, sont susceptibles de stimuler l'activité de recherche pour mieux les connaître et les valoriser au service d'un développement durable (**Bérard et Marchenay, 2007**).

Partie bibliographique

I. Généralité sur l'olivier :

I.1 Origine :

L'olivier (*Olea europea* L.) appartient à la descendance des oléacées qui comprend environ 30 genres et 600 espèces (**Henry, 2003**). Il a été considéré comme étant l'un des plus anciens produits agricoles, cultivé dès l'an 3000 avant Jésus-Christ. Les découvertes archéobotaniques de noyaux d'olive dans les habitats humains remontent à environ 780 000 ans, indiquant que des cavités de rochers étaient utilisées pour le pressage des olives dans les crêtes (**Bouhaddi et Idres, 2018**). Cet arbre a une origine très ancienne, et son apparition et sa culture remonteraient à la préhistoire. Parmi les sites archéologiques les plus anciens, des fossiles de feuilles d'olivier ont été trouvés dans les gisements Phéocéniques de Montardino en Italie, dans les strates du paléolithique supérieur, et l'excavation de culture capsienne de la Reliai (région de Tebessa) en Afrique du Nord (**Loussert et Brousse, 1978**).

L'olivier est un arbre cultivé depuis l'antiquité pour produire de l'huile, matière grasse essentielle à l'alimentation du bassin méditerranéen ; il symbolise aussi la région, bien que l'aire où il est cultivé pour la production des fruits et de l'huile soit limitée à des terres étroites, car il craint beaucoup les gelées hivernales (**Coutin, 2003**).

L'olivier a été considéré comme un symbole de sagesse, de paix, de richesse et de gloire. 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 :

Selon **Pagnol (1975)**, l'olivier est un arbre vivant qui peut atteindre une hauteur de 10-15 m sans taille. Des rameaux souples aux nombreux rameaux ronds à feuilles allongées en forme de lance. Selon les variétés, les fleurs s'épanouissent entre mois de mai et juillet, suivant la variété en grappes terminales ou associées donnant des gros fruits de formes diverses. Sa très longue culture la rend plus adaptée et fertile, mais en retour elle devient plus sensible au froid et à la chaleur et amplifiant les variétés selon la région et le microclimat. Les oliviers sont cultivés pour leurs fruits et confits ou consommés sous forme d'huile après pressage.

L'olivier est toujours vert et sa taille et ses formes varient selon les conditions climatiques, l'exposition, la fertilité du sol et les variétés, mais lorsqu'il est cultivé seul, il prend

généralement une forme pyramidale et atteint 12 à 15 mètres de hauteur et son tronc se maintient. L'olivier se présente en systèmes racinaires, le tronc, l'écorce, les feuilles, les fleurs, les fruits et les rameaux (**Brikci, 1993**).

I.2.1. Système racinaire :

Le système racinaire s'adapte à la structure du sol et ne développera des racines profondes que lorsque les conditions d'élevage sont difficiles. Il reste généralement à une profondeur de 50 à 70 cm. Le système racinaire de l'olivier forme une ligne ligneuse très importante sous le tronc, et des réserves s'y accumulent, surtout dans les conditions difficiles de leur nutrition (**Maillard, 1975**).

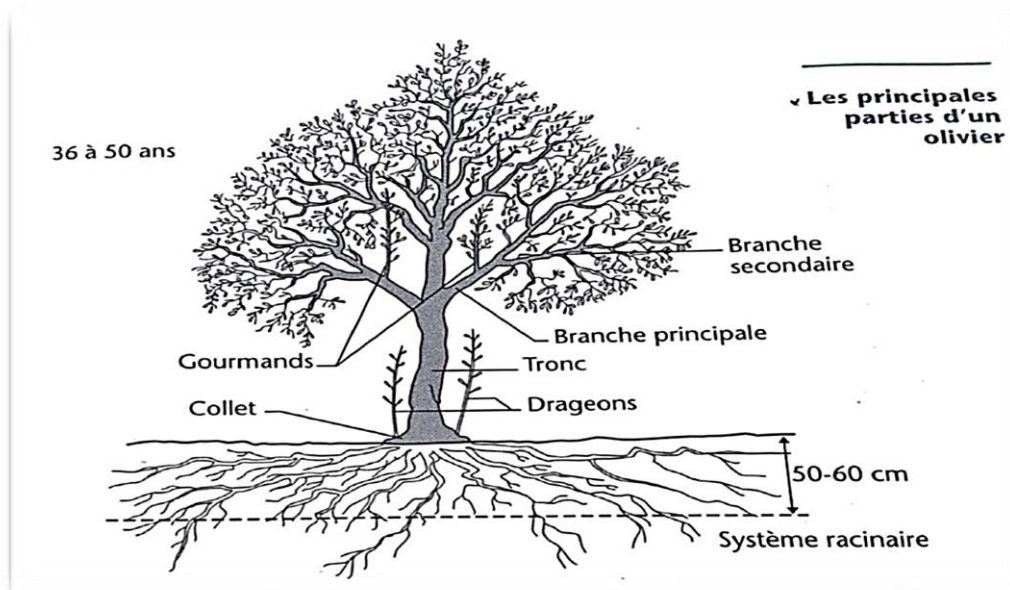


Figure 1 : Les principales parties d'un olivier (Argenson, 1999)

I.2.2. Tronc :

Selon **Beck et Danks (1983)**, le tronc est jaune puis vire au brun très clair. Il est très dur, compact, court et trapu (jusqu'à 2 m de diamètre) possède des branches assez grosses, sinueuses et lisses.



Figure 2 : Le tronc de l'olivier (Wikipédia, 2022)

I.2.3. Ecorce :

L'écorce est très fine, détecte un léger choc mécanique et sous le coup se casse facilement à l'impact. L'épiderme est épais, fissuré, crevassé et se détache en plaque (Belhoucine, 2003).

I.2.4. Feuilles :

Amouretti et Comet (1985) rapportent que les feuilles sont persistantes, controlatérales, coriaces, oblongues, ovales, à bord lisse et légèrement enroulés, posées sur un court pétiole. Elles sont vert grisâtres à vert foncé sur le dessus blanchâtre sur le dessous. Souvent, elles contiennent des graisses, des cires, des chlorophylles, des acides, des gommes et des fibres végétales.



Figure 3 : Les Feuilles de l'olivier (Wikipédia, 2022)

I.2.5. Fleurs :

Ce sont de très petite gamopétales blanc verdâtre, liées par des grappes auxiliaires inversés de chaque côté a base de chaque pédoncule. La formule florale se compose de

4sépales incomplètement fusionnés : 4 pétales linéaires ; 1 androcée à 2 carpelles se condensant en un ovaire à 2 cellules et 2 ovules (**Roque, 1959**).



Figure 4 : La fleure de l'olivier (**Wikipédia, 2022**)

I.2.6. Fruit :

La saison des fructifications s'étend d'octobre à novembre les fruits sont gros, ovales (1,5 à 2 cm), longtemps verts, puis noirs à pleine maturité, de forme variable suivant les variétés à pulpes charnue huileuse (**Rol et Jacamon, 1988**).



Figure 5 : Les Fruits de l'olivier (**Wikipidéa, 2022**)

I.2.7. Rameaux :

Les jeunes pousses ont une écorce transparente avec une section carrée, mais avec l'âge elles s'arrondissent et leur couleur virent au vert gris puis au gris brun. Elles donnent ensuite un bois très dur, compact, de couleur jaune fauve marbrée de brun (**Maillard, 1975**).

I.3 Classification botanique :

L'olivier (*Olea europaea* L.) est une espèce vivace sempervirente caractérisée par une longévité (jusqu'à 2000 ans) et une pollinisation anémophile (par le vent) (**Lewington et Parker, 1999**).

La classification botanique de l'olivier selon **Breton (2006)** est la suivante :

Tableau I : Classification botanique de l'olivier (Breton, 2006)

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

Selon (**Argenson et al.,1999**), L'olivier appartient aux Ligustales, à la famille des Oléacées et au genre *Olea*, contient 30-35 espèces. L'espèce *Olea europaea*L est divisée en deux sous-espèces :

- ***Olea europaea* L., sub-sp *europaea*** ou oliviers cultivés, renfermé par un grand nombre de variétés améliorées obtenues par greffage.
- ***Olea europaea* L., sub-sp *oléastre*** ou *olea europaea* L., var. *Sylvestris* se présente sous la forme d'un arbuste épineux, portant principalement de petits fruits. Cette forme est souvent présente dans les régions méditerranéennes.

II.L'olive :

II.1. Description de l'olive :

L'olive est une drupe à peau lisse, avec une enveloppe charnue entourant un noyau osseux, très dur qui contient une graine quelques fois deux. Sa forme ovale est typique.il est initialement de couleur verte, vire au violet et au noir lorsqu'il est complètement mûr dans l'hémisphère nord vers octobre novembre. (**Gigon et Jeune, 2010**).

Selon (**Fedeli, 1997**), L'olive, est une drupe charnue de forme plus au moins Ovale, et une peau lisse. Il est composé de trois parties : L'épicarpe (parti externe), le mésocarpe et l'endocarpe (parti interne).

II.2 Composition de l'olive :

L'olive est essentiellement composé de :

- **L'épicarpe** : Recouvert de cire à la phase de maturation. La couleur de la peau passe du vert clair au violet et au noir.
- **Le mésocarpe** : Avec une pulpe charnue, représente 84-90% de la quantité totale de fruits.
- **L'endocarpe** : Noyau contenant une graine peut présenter de 13 à 30% du poids du fruit.

Ghanbari et al. (2012),

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%*m*), d'amande (2%-5,5%*m*), d'épicarpe (2%- 2,5%*m*) et de la pulpe (71,5%-80,5%*m*).

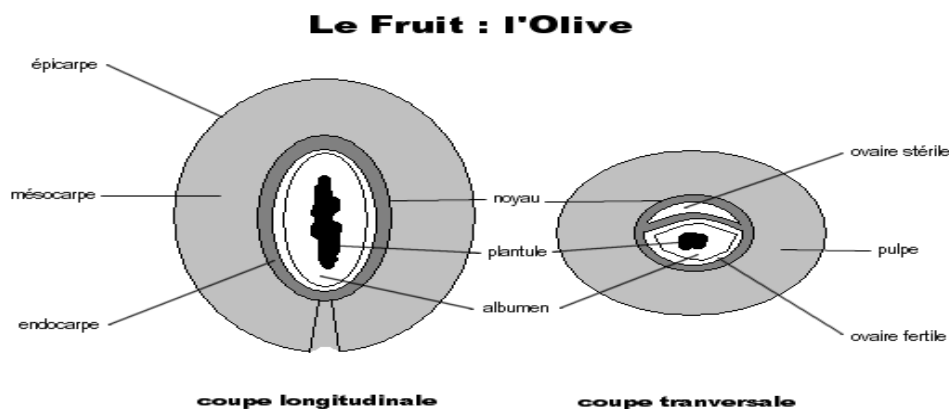


Figure 6 : Fruit de l'olivier et répartition de ses composés physique (**Wikipédia**)

III. L'huile d'olive :

III.1. Définition :

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 des 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**).

III.2 Classification :

Elles sont classées et dénommées comme suit :

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

III.2.1.1. L'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 et dont les autres propriétés physico-chimiques et sensorielles correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la présente Norme.

III.2.1.2. L'huile d'olive vierge :

Huile d'olive vierge avec une acidité libre ne dépassant pas 2,0 grammes pour 100 grammes, exprimée en acide oléique, et d'autres propriétés physicochimiques et sensorielles correspondent à celles fixées dans la présente norme pour cette catégorie.

III.2.1.3. L'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 et dont les autres propriétés physico-chimiques et organoleptiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la présente Norme.

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

III.2.2.1. L'huile d'olive vierge lampante :

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

III.2.2.2. L'huile d'olive raffinée :

Est 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. Son teneur en acide libre exprimée en acide oléique, peut atteindre 0,30 gramme pour 100 grammes et ses autres

propriétés physico-chimiques et organoleptiques correspondent à celles établies pour cette catégorie.

III.2.2.3. L'huile de grignons d'olive :

Est l'huile obtenue par traitement avec un solvant ou un autre procédé physique, les grignons d'olive sont exclus des huiles obtenues par des procédés de réestérification et les mélanges avec d'autre type d'huile. Elle est commercialisée selon les dénominations et définitions suivantes :

- 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'huiles d'olive vierges.

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

III.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**).

III.3.1.1. Acides gras :

L'huile d'olive est riche en acide oléique, représentant 5 à 83% des acides gras totaux, suivit de l'acide linoléique et l'acide palmitique à des concentrations comprises entre (3 et 21%) et (7,50 et 20%) respectivement. L'acide α -linoléique est généré en quantité infime (**Visioli et al., 2002**).

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

- **Des AG saturés** : acide palmitique (C16 :0), acide stéarique (C18 :0) et acide arachidique (C20 :0).
- **Des AG monoinsaturés** : acide palmitoléique (C16 :1) et acide oléique (C18 :1).
- **Un AG di-insaturé** : l'acide linoléique (C18 :2)

▪ **Un AG tri-insaturé** : l'acide linoléique (C18 :3) (**Abaza et al., 2002**).

Le tableau II (**COI 2021**) montre les limites de la composition en acides gras fixées par le conseil oléicole international.

Tableau II : Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (**COI 2021**)

Acide gras	Formule brute	(%)
Acide myristique	C14 :0	≤0,03
Acide palmitique	C16 :0	7,50 - 20,00
Acide palmitoléique	C16 :1	0,30 - 3,50
Acide heptadécanoïque	C17 :0	≤ 0,40
Acide heptadécénoïque	C17 :1	≤ 0,60
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	≤ 1,00
Acide arachidique	C20 :0	≤0,60
Acide gadoléique (eicosénoïque)	C20 :1	≤0,50
Acide béhénique	C22 :0	≤0,20
- Acide lignocérique	C24 :0	≤ 0,20

III.3.1.2. Triglycérides :

Ce sont des esters d'acides gras et du glycérol. Le principal TG de l'huile d'olive est la trioléine (un triester d'acide 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 III : 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

III.3.2. La 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 triterpéniques, 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**).

III.3.2.1. Composés phénoliques :

L'huile d'olive contient de grandes quantités de composés phénoliques (figure 6), 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 cinq classes différentes :

- Les acides phénoliques (en particulier les dérivés de l'acide benzoïque et cinnamique),
- Les flavonoïdes (lutéoline et apigénine),
- Les lignanes (pinorésinol et acétoxypinorésinol),
- Les alcools phényléthyls (hydroxytyrosol, tyrosol),
- Les sécoiridoïdes (dérivés de l'aglycone d'oleuropéine et de ligstroside).

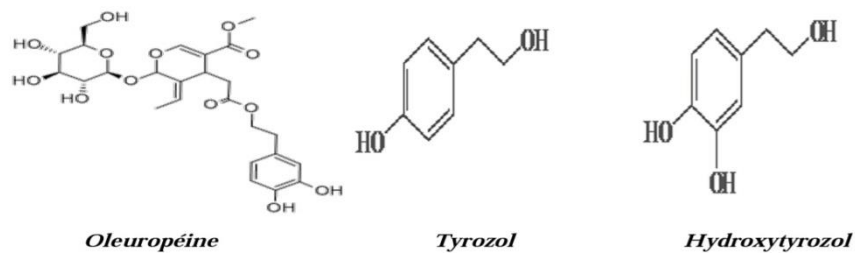


Figure 7: Les principaux composés phénoliques de l'huile d'olive (**Benrachou, 2013**)

III.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 d'avoir également un puissant effet anti-oxygène. La teneur totale en tocophérols (figure 7) dans les huiles d'olive varie considérablement entre 100 et 300 mg/kg pour les huiles d'olives vierges. Dans les huiles raffinées, une quantité d'environ 200 mg/kg de tocophérols sont partiellement perdus (**Tripoli et al., 2005**).

L'alpha-tocophérol représente à lui seul 90% de la totalité des tocophérols, Cette forme a l'activité vitaminique la plus élevée et la plus active. Il s'insère à la fois dans les membranes cellulaires de même dans les lipoprotéines en stabilisant les radicaux pyroxyles (**Serbinova et al., 1991**), l'alpha tocophérol est, en effet, l'antioxydant lipophile le plus puissant pour limiter le processus d'oxydation radicalaire.

On trouve également une petite quantité de beta et gamma tocophérols, alors que le delta tocophérol n'est présent qu'à l'état de traces (**Benrachou, 2013**).

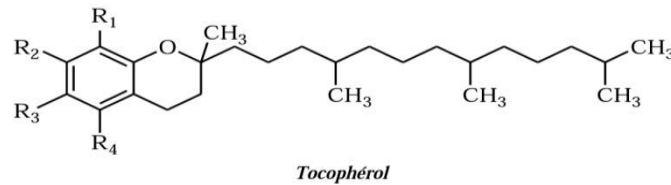


Figure 8: Structure générale d'un tocophérol.

III.3.2.3. Pigments :

La coloration de l'huile d'olive est le résultat de la dissolution de deux types de pigment appartenant à la famille des chlorophylles et des caroténoïdes, qui sont transférés de l'olive à l'huile lors du processus d'extraction.

▪**La chlorophylle :** L'huile d'olive est riche en pigments chlorophylliens : chlorophylles a et b naturellement présentes dans les olives fraîches et les phéophytines a et b qui se forment lors l'extraction de l'huile (**FACOURLIS et al., 1987 ; SCHOEFS, 2004**). Sa présence est visible car c'est elle qui donne à l'huile sa couleur verte. Sa quantité dépend de nombreux facteurs (**Henry, 2003**).

▪**Les caroténoïdes :** Ce sont aussi des pigments naturels mais ils ont une structure hydrocarbonée. Il contient diverses concentrations de β- carotène (provitamine A) (0.3 à 3.7 mg pour 1 kg) (figure 8). Il apporte de la vitamine A par clivage. Outre, son intérêt en vitamines (son rôle dans la vision), le bêta-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**).

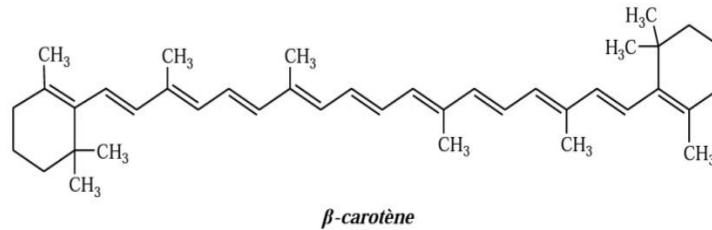


Figure 9 : Structure chimique de β - carotène

III.3.2.4. Stérols :

Les stérols sont l'un des constituants mineurs des corps gras, qui sont des composés tétracycliques contenant 27 à 29 atomes de carbone (**Giuffrè et al.,2012**). Le stérol majeur est le β - sitostérol qui constitue 90 à 95 % de tous les stérols présents. Ceci est intéressant car il s'oppose à l'absorption intestinale 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 100 g. 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**).

III.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 toute 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% (**Camin 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 B.1993**). Ces composés ne doivent pas être sous-estimés en raison de leurs effets positifs sur la digestion (**Benrachou, 2013**).

III.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 volatile 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 linoléinique) 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.

III.4. Intérêt diététique et nutritionnel de l'huile d'olive :

L'utilisation de l'huile d'olive en médecine date depuis les époques les plus anciennes, sa présence dans la composition des acides gras monoinsaturés affecte sa valeur nutritionnelle. L'acide oléique et de composants mineurs sont abondants en teneur élevée dans l'huile d'olive vierge (**Benrachou, 2013**). 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 (**AOUIDI et al., 2009**).

D'après (**Rosa M. et al, 2004**), l'huile d'olive est riche en vitamine E et joue donc un rôle important dans l'augmentation de l'espérance de vie, en raison de sa richesse en vitamine E elle élimine les radicaux libres, et les molécules impliquées dans certaines maladies chroniques et joue un rôle biologique actif dans la protection des individus dans le processus de vieillissement. La consommation d'huile d'olive protège les individus contre la

détérioration des fonctions cognitives induite par le vieillissement et les pertes de mémoire liée à l'âge.

De nombreuses études ont montré l'effet bénéfique de l'huile d'olive pour réguler la tension artérielle, et maintenir le taux de glycémie à la normale dans le sang. En fait, elle est également impliquée dans la fonction de la bile en stimulant sa sécrétion hépatique favorisant la sécrétion du contenu de la vésicule biliaire. (**Jacot, 1996**).

Partie expérimental

I- Mini enquête d'opinion concernant la méthode traditionnelle d'extraction d'huile d'olive à partir de fruits préalablement séchés au soleil :

Cette mini-enquête est inspirée de celle décrite par **Bennai et al. (2019)**. Elle a été réalisée auprès de 100 personnes pour avoir leur avis concernant la raison du recours au séchage solaire avant l'extraction de l'huile d'olive selon le procédé traditionnel appliqué dans certaines localités de la région de Kabylie. Le questionnaire se ramène à la question : « Quelle est la ou les raisons qui condui(sen)t les gens à sécher les olives avant d'en extraire l'huile ? ».

L'enquête a été réalisée au niveau du village « Maouia » de la commune de « Mekla » et village « ahdouche » de la commune d' « iferhounene ». Le choix des enquêtés était fait au hasard parmi la population adulte (≥ 25 ans) et inclut des hommes et des femmes de toutes les catégories sociales en termes du niveau d'instruction.

II. Matériel végétal :

II.1. Fruits d'olive :

Les olives ont été récoltées manuellement en mars 2022 au niveau de village Maouia dépendant de la commune de Mekla (~ 30 km à l'est de de Tizi-Ouzou, chef-lieu de la wilaya de même nom situé à environ 100 km à l'est d'Alger) sur une variété principale de la région : la variété chamlal. Toutes les olives utilisées dans ce travail ont été récoltées le même jour et dans un même champ (figure 10). Les fruits ont été ensuite emballées dans des caisses en plastique perforées et stockées dans un réfrigérateur à 4°C jusqu'à analyse.



Figure 10 : Photographie d'un échantillon d'olives fraîches utilisées.

III. Caractérisation physicochimique sommaire des fruits :

III.1. Evaluation biométrique :

Dix (10) fruits d'olives ont été sélectionnés aléatoirement afin de déterminer le poids, la longueur, la largeur et le rapport longueur/largeur moyens d'une olive en servant pour cela d'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 le poids de la pulpe et le rapport poids de la pulpe / poids du noyau en utilisant une balance analytique de précision de marque METTLER TOLEDO (précision $\pm 0,0001$ g).

III.2. Teneur en eau :

La teneur en eau a été déterminée par séchage à 65 °C jusqu'au poids de 10 fruits entiers selon la méthode décrite par **Haggag *et al.* (2013)**. Le séchage est arrêté quand la différence entre deux pesées successives est de $\pm 0,0001$ g (balance METTLER TOLEDO).

La teneur en eau est calculée comme suit :

$$\text{Teneur en eau (\% de masse humide (mh))} = [(P_f - P_s) / P_f] * 100$$

Où :

P_f = poids des olives fraîches (avant séchage)

P_s = poids des olives sèches (après séchage).

VI. Extraction de l'huile d'olive :

VI.1. Brève description du processus traditionnel employé :

Ces dernières années, quelques rares travaux ont été consacrés à ce processus (**Boukhiar *et al.*, 2017; Bennai *et al.*, 2019**). Celui-ci se décline sous plusieurs variantes. Nous retenons ici le processus appliqué aujourd'hui encore quoi que rarement dans la région de « Bouzeguène » (~ 50 km à l'extrême sud-est de Tizi-Ouzou). Il s'agit d'un procédé qui se caractérise par le séchage solaire direct (SD) des olives entières avant extraction de l'huile. La figure 11 schématise ce processus ainsi que celui appliqué autrefois dans le village de « Djemaa Saharidj », (commune de Mekla) (Figure 12).

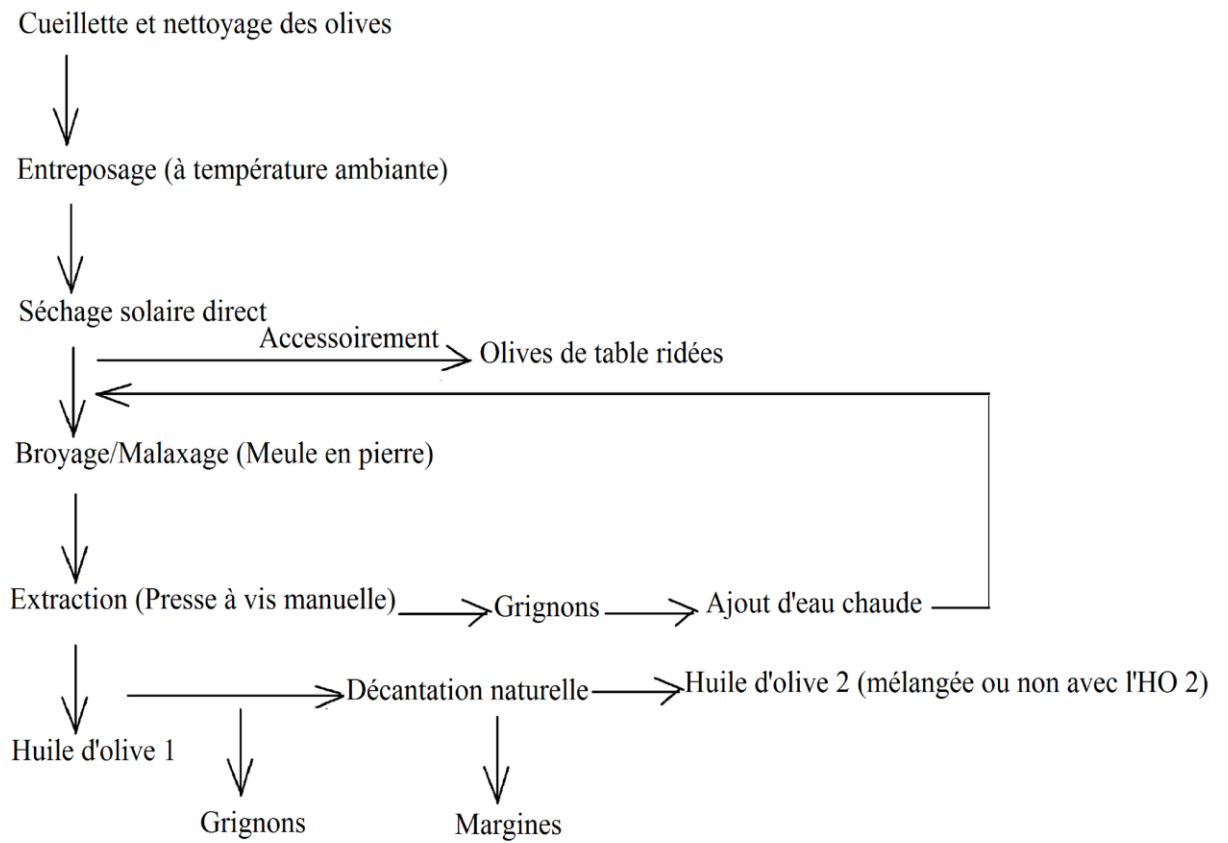


Figure 11 : Méthode appliquée dans le village de « Bouzeguène ».

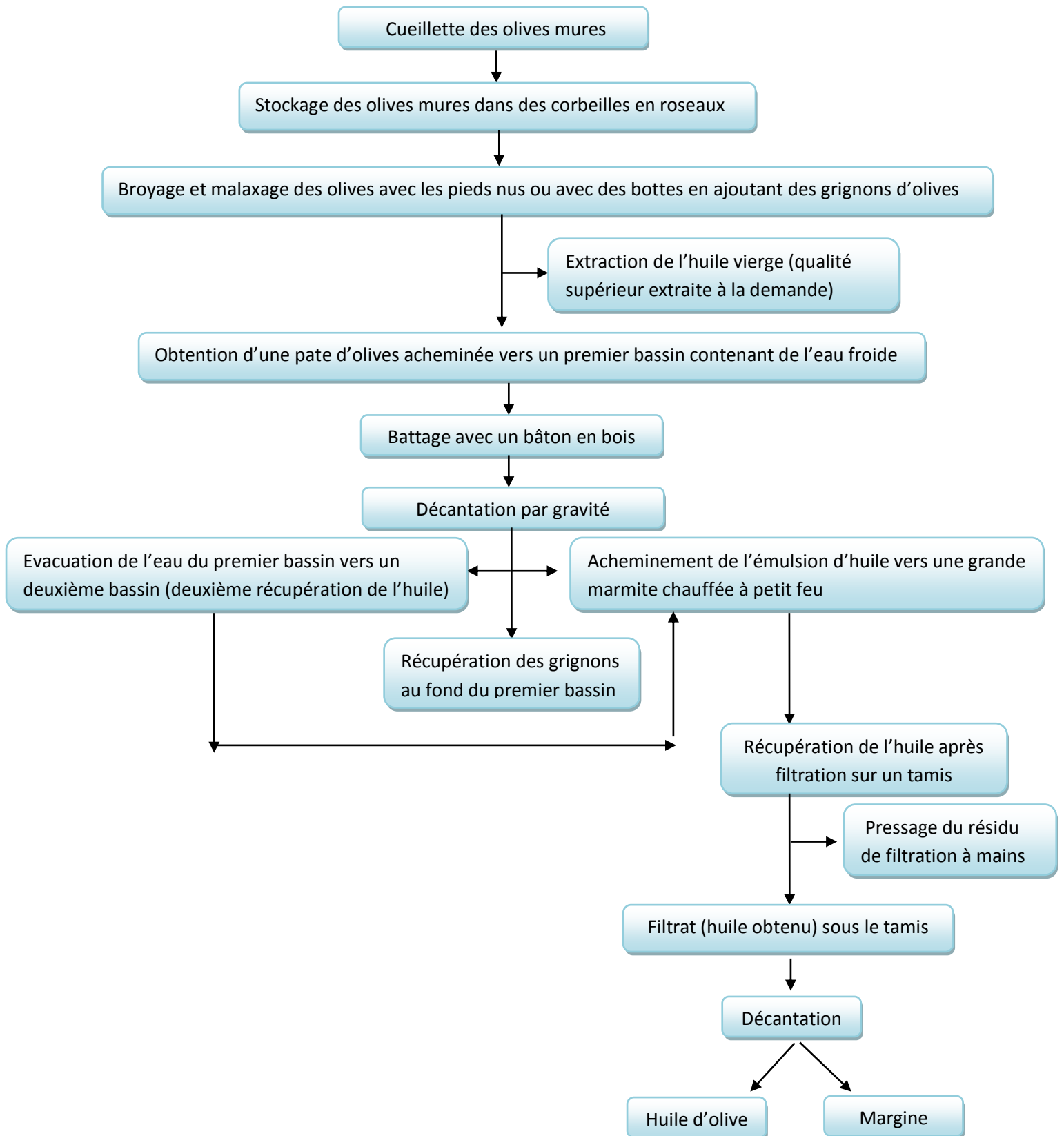


Figure 12 : Méthode appliquée autrefois dans le village de « Djemaa Saharidj », (commune de Mekla).

VI.2. Séchage :

En plus du SD, le séchage solaire indirect (SI) a été aussi expérimenté à des fins d'amélioration du SD ne serait-ce que du point de vue hygiénique (protection contre la poussière, entre autres) grâce à l'utilisation d'un séchoir de type cabine (Figure 15).

VI.3. Cas du séchage thermique : cinétique et détermination d'ARPO :

Pour rendre compte de l'aptitude au séchage des olives, l'étude de la cinétique de séchage des olives a été effectuée. Elle consiste à suivre la variation de l'abaissement relatif de poids (ARP) et donc de la proportion d'eau éliminée à partir de 10 olives entières (de dimensions équivalentes) en fonction du temps, à la température constante de $40 \pm 2^\circ\text{C}$ en utilisant une étuve thermostatée (NUVE EN 300) (Figure 13).

L'ARP est calculé comme suit :

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

Où :

P_0 = poids (en g) des olives initiales (50 g)

P_f = poids (en g) des olives finale (après séchage).

Pour déterminer l'ARP optimal (ARPO) en termes de réduction de margines, quatre échantillons d'olives (de 50 g chacun) ont été séchées dans les mêmes conditions. Le séchage est alors arrêté à quatre valeurs différentes de l'ARP (30, 35, 40 et 45%). Notons que dans la pratique traditionnelle, la fin du séchage est déterminée par observation visuelle, l'olive devant présenter une texture qui rappelle celle des raisins secs : 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 ».



Figure 13 : Photographie des olives dans l'étuve à 40°C

VI.4. Cas du SSD :

1143 g d'olives ont été soumis au SSD dont le mode d'application est présenté à la figure 14. La température et l'humidité relative de l'air à différents points du séchoir ainsi que la vitesse du vent ont été mesurées trois fois par jour durant tout le processus de séchage : au début (~9h), au milieu (~12h) et à la fin de l'exposition au soleil (~16 h). A la fin de chaque journée, les olives sont pesées à l'aide d'une balance (précision 0.01g) puis emballées dans le papier aluminium et stockées dans un réfrigérateur à 4°C jusqu'au lendemain.

La fin du séchage est détectée visuellement selon méthode traditionnelle décrite dans la section précédente.

Les olives ainsi séchées ont servi l'extraction d'huile.

La masse d'olives moisies (190 g) durant l'entreposage à froid a été aussi traitée séparément.

Pour analyser la cinétique de séchage, dix olives homogènes (25,63 g) placées dans une capsule perforée ont été aussi séchées dans les mêmes conditions opératoires que précédemment.



Figure 14 : Mode de séchage solaire direct des olives saines (non moisies) (a) et des olives moisies (b).

VI.5. Cas du SSI :

1143 g d'olives ont été soigneusement étalées sur les deux grilles (claires) situées dans la chambre de séchage (Figure 15). L'air extérieur sert d'agent de séchage. Il circule dans le séchoir-cabine par convection naturelle. Il est d'abord chauffé dans le capteur solaire puis remonte dans la chambre de séchage où, en contact avec les olives, ont lieu les transferts de chaleur et de matière qui déterminent l'efficacité du séchage. L'air refroidi et enrichi en eau est évacué à l'extérieur par la partie supérieure du séchoir. Il continue son chemin à travers les grilles superposées. Les olives séchées subissent ensuite les mêmes traitements que dans le cas du SSD.



Figure 15 : Photographie du séchoir solaire indirect.

VI.6. Effet du salage sur les processus de séchage et d'extraction d'huile :

Une quantité d'olive fraîche (200g) a été mélangée avec 20g de sel de cuisine dans un récipient en inox à fond plat perforé (Figure 16). Les olives salées ont été ensuite placées dans un endroit frais et à l'abri de la lumière. Tous les trois jours, le poids des olives est déterminé pour suivre la réduction de poids des olives. La fin du séchage de la déshydratation est détectée à l'œil nu comme précédemment. Les olives séchées subissent ensuite les mêmes traitements que ceux appliqués pour les fruits traitées par SD et SI.

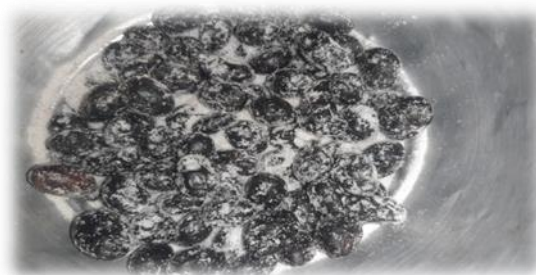


Figure 16 : Vue des olives salées et séchées à l'ombre

VI.7. Extraction de l'huile :

Les olives fraîches et séchées sont soumises au traitement d'extraction de l'huile selon le processus adapté du procédé traditionnel (Figure 17). La procédure comprend les étapes suivantes :

- Broyage des olives et de leurs noyaux (50g) et obtention d'une pâte en se servant d'un mortier et d'un pilon en cuivre ;

- Etalement la pâte obtenue sur un morceau de tissu (à la place du scourtin traditionnel) ;
- Chargement du (ou des) paquet(s) (tissu(s) et pâte d'olive dans un 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.

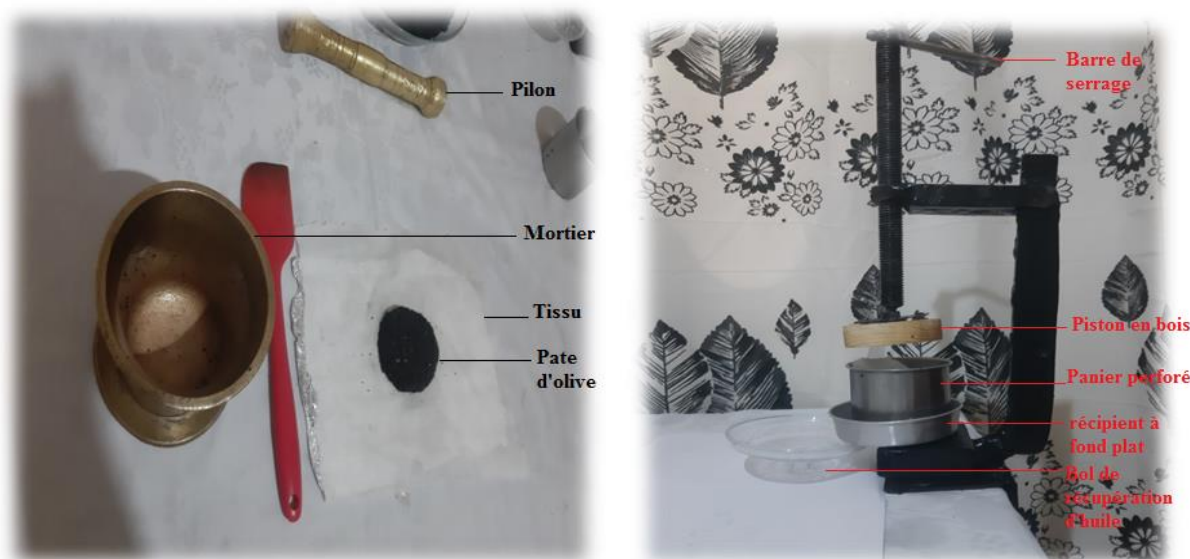


Figure 17 : Processus d'extraction d'huile d'olive appliqué au laboratoire.

V. Analyse de la qualité d'huile :

V.1. Acidité libre :

L'acidité d'un corps gras mesure le pourcentage d'acides gras libre qu'il contient. Elle est déterminée selon la norme de la **CCE (2685/91)**. Une prise d'essai de 5 g d'huile est dissoute dans 20 ml d'éthanol éther-di-éthylique à 95% (v/v), les fonctions carboxyliques libre ont été dosées par titrage d'une solution de KOH 0,1 N en présence de l'indicateur coloré phénolphthaléine à 1%. La fin du dosage est marquée par l'apparition de la 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 :

$$\text{Acidité}(\%) = \frac{(Cb - Cb0) \times N \times M}{10 \times PE}$$

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

C_{bo} : volume de KOH (en ml) nécessaire pour neutraliser l'éventuelle acidité du solvant.

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

N : Normalité de la solution de KOH.

PE : Prise d'essai.

V.2.Indice de peroxyde :

La mesure de l'indice de peroxyde est réalisée par la méthode décrite par la Commission Européenne **CCE (2568/91)**. Un échantillon de 2 à 5 g ± 0,001 est dissous dans 10 ml de chloroforme. 15 ml d'acide acétique sont ensuite ajoutés au mélange puis 1mL de la solution d'iodure de potassium saturé. Après une minute d'agitation, le mélange est mis au repos et à l'obscurité pendant 5 min et à une température de 15 à 25 °C. 75 ml d'eau distillée sont ajoutés puis l'iode libéré est titré avec la solution de thiosulfate de sodium (0,001N) en agitant régulièrement et en utilisant la solution d'amidon comme indicateur coloré (10 g/l).

L'indice de peroxyde (IP), exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par kg d'huile selon la formule :

$$IP\left(\frac{MeqO_2}{Kg\text{d'huile}}\right) = \frac{Cb - Cbo \times 1000 \times T}{PE}$$

Où :

C_b : volume en millilitres, de la solution de thiosulfate de sodium normalisée utilisé pour l'essai ;

C_{bo} : volume en millilitres, de la solution témoin de thiosulfate de sodium versé dans le blanc ;

T : titre ou normalité exact de la solution de thiosulfate de sodium utilisée ;

PE : poids (en grammes) de la prise d'essai.

V.3. Détermination des coefficients d'extinction spécifiques (UV) :

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 :

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

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 (1 cm)

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

La valeur de ΔK est calculée selon la formule suivante :

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

K270 : extinction spécifique à λ= 270 nm

K266 : extinction spécifique à λ= 266 nm

K274 : extinction spécifique à λ= 274 nm

V.4. 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 :

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

Où :

A : l'absorbance ;

T : le trajet optique (1 cm).

VI. Dosages 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 (TechnoKartell TK3S), 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 80%.

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 2 mg/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 IV : 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
Concentrations (Mg/ml)	2	1	0.5	0.25	0.125	0.062	0.031	0.015	0.007

VI.3. Détermination de la teneur en polyphénols dans les différents échantillons :

La en polyphénols des échantillons est déterminée selon la méthode de **Ollivier et al. (2004)**. 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 :

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-diphenyl 1-picrylhrazyl (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 :

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

Ac : Absorbance du contrôle à 517 nm ;

Ae : Absorbance de l'échantillon à 517 nm.

VIII. Evaluation sensorielle :

L'évaluation sensorielle d'huile d'olives est déterminée selon la méthode de l'épreuve de classement rapportée par **Sauvageot (1990)**. Cette dernière a pour finalité d'ordonner les échantillons présentés au sujet selon un arrangement d'intensité croissante ou décroissante. C'est une épreuve très répandue car elle est facile à réaliser et ne nécessite ni un produit de référence ni un jury d'évaluation entraîné.

Trois échantillons d'HO en l'occurrence l'HO fraîche (HOF), l'HO obtenue après SD (HOSD) et l'HO obtenue après SI (HOSI) ont été classés par 19 étudiants âgés entre 22 et 26 ans, selon leur goût (par ordre décroissant de préférence ; du meilleur au moins bon). Le questionnaire utilisé est donné dans l'annexe.

Pour le traitement statistique des données, le test de Friedman décrit par **Sauvageot (1990)** a été utilisé. La statistique F de Friedman est calculée comme suit :

$$F = \frac{12}{n \cdot p(p+1)} [R_1^2 + \dots + R_p^2] - 3n(p+1)$$

Où, n = nombre de sujets, p = nombre de produits, R₁ = somme des rangs affectés au produit 1, et R_p = somme des rangs affectés au dernier produit.

La valeur trouvée F trouvée est ensuite comparée à la valeur S lue dans la table du X² à p-1 degrés de liberté au niveau 5 %. Ce test est un test unilatéral qui signifie qu'une seule conclusion est possible c'est à dire:

- Si F > S : les produits sont perçus comme étant significativement différents ;
- Si F < S : les produits sont perçus comme étant identiques.

Lorsque le test conduit à une différenciation significative des produits on fait appel à une comparaison multiple des sommes de rangs des produits (**Sauvageot, 1990**). Dans le cas du

test de Friedman, les effectifs sont les mêmes pour chacun des produits. Chaque différence de moyenne est comparée à la valeur :

$$\delta = z \sqrt{n \cdot p(p + 1) / 6}$$

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

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

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

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 R^2 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 \pm 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. Mini-enquête d'opinion :

Les résultats de la mini enquête sont rassemblés dans le tableau V. Comme on peut le constater, 60% des femmes interrogées citent la réduction des margines comme raison de recours au séchage préalable des olives avant extraction de l'huile mais aucun homme n'évoque cet argument. Nous pensons que ce résultat peut s'expliquer par le fait que les femmes sont les plus impliquées dans la gestion du processus d'extraction. Globalement ce résultat concorde avec celui (70 %) communiqué par **Bennai et al. (2019)**, ces auteurs n'ayant pas distingué la catégorie de groupe d'appartenance des répondants. Comme les autres réponses fournies (meilleure qualité et conservation, élimination de l'eau, amertume, rendement...) sont aussi liées aux effets de séchage et donc aux taux de margines libérés, nous pouvons conclure que les gens de la région sont conscients de l'intérêt pratique du séchage comme opération technologique déterminante de la qualité du produit fini.

Tableau V : Résultats de la mini enquête d'opinion.

Réponses recueillis	Sexe	Age	Niveau d'étude	Fréquence (%)
Réduction des margines	Femme	65 ans	/	60%
Sauvegarde du gout	Homme	52 ans	4 ème année moyenne (BEM)	1%
Réduction de l'acidité	Homme	55 ans	3 ème année secondaire (BAC)	2%
Amélioration du rendement	Femme et homme	Entre 40 et 50 ans	2 ème année Moyenne	2%
Amélioration de la qualité et de la conservation	Homme	30 ans	Licence	4%
Elimination de l'amertume	Femme	60 ans	/	6%
Elimination de l'eau	Femme et homme	25 ans	Master 2	12%
Aucune idée	Femme	40 ans	4ème année primaire	8%
Effet positif sur la santé	Homme	45 ans	/	3%

II. Fruits d'olive :

II.1. Caractérisation physicochimique sommaire des fruits :

II.1.1. Evaluation biométrique :

Les résultats des caractéristiques pomologiques effectuées sur les olives fraîches (OF), les olives traitées par séchage direct (OSD) et les olives traitées par séchage indirect (OSI) sont rassemblés dans le tableau VI.

Tableau VI : Poids et dimensions des fruits, noyaux et pulpes des olives récoltées et séchées

	OF	OSD	OSI
Longueur des olives (mm)	17,94 ± 0,46 ^a	17,30 ± 0,75 ^a	15,94 ± 0,57 ^b
Largeur des olives (mm)	13,34 ± 0,65 ^a	10,37 ± 0,78 ^b	9,92 ± 0,57 ^b
Poids des olives (g)	2,37 ± 0,28 ^a	1,19 ± 0,15 ^b	0,95±0,13 ^c
Longueur/largeur des olives (mm)	1,35±0,06 ^b	1,67 ± 0,11 ^a	1,61 ± 0,10 ^a
Longueur des noyaux (mm)	14,25 ± 0,78 ^a	14,78 ± 0,73 ^a	13,99 ± 0,88 ^a
Largeur des noyaux (mm)	6,31 ± 0,37 ^b	7,05 ± 0,41 ^a	7,24 ± 0,37 ^a
Poids des noyaux (g)	0,52 ± 0,04 ^a	0,47 ± 0,06 ^a	0,41±0,05 ^b
Longueur/largeur des noyaux (mm)	2,26±0,11 ^a	2,10 ± 0,13 ^b	1,93 ± 0,11 ^c
Poids des pulpes (g)	1,84±0,30 ^a	0,71 ± 0,14 ^b	0,55 ± 0,10 ^b
Poids des pulpes/ poids des noyaux (g)	3,59 ± 0,71 ^a	1,53 ± 0,34 ^b	1,35 ± 0,22 ^b

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

Il convient de rappeler que le poids et les dimensions du fruit (longueurs et largeurs) sont des caractéristiques variétales de l'olivier et sont très importants dans le commerce, à la fois pour déterminer la valeur marchande des olives et la destination du produit (production d'huile ou d'olives de table) (Ajana et al., 1999).

Dans notre cas, le rapport L/l qui est directement lié au calibre des olives, est un facteur déterminant de l'efficacité du séchage en termes de transferts de matière et de chaleur. La valeur trouvée pour ce paramètre pour les OF est inférieure à celles (2-3) trouvées par Acila et al. (2017) pour cinq variétés d'olives (Azeradj, Chemlal, Neb djemel, Rougette et Sigoise) cultivées dans une ferme pilote de la région de Oued Souf, dans le sud algérien. Par ailleurs, ce rapport semble être affecté d'une manière qui peut apparaître anormale puisque sa valeur a augmenté significativement après traitement par SD et SI (p<0,05) et, du point de

vue de ce paramètre, il n'y a pas de différence significative entre ces deux méthodes de séchage ($p \geq 0,05$). En fait, la variation du rapport L/l dépend du taux de rétraction de la longueur et de la largeur des fruits qui est défini comme suit:

$$\text{Taux de rétraction de la longueur} = (L_0 - L)/L_0 = \alpha \quad (1)$$

$$\text{Taux de rétraction de la largeur} = (l_0 - l)/l_0 = \beta \quad (2)$$

Où :

L_0 = longueur initiale (avant séchage) moyenne des olives ;

L = longueur moyenne des olives séchées ;

l_0 = largeur initiale moyenne des olives ;

l = largeur moyenne des olives séchées.

D'après (1) :

$$L = L_0 (1-\alpha) \quad (3)$$

D'après (2) :

$$l = l_0 (1-\beta) \quad (4)$$

En divisant membre à membre (3)/(4), il vient :

$$L/l = L_0(1-\alpha)/ l_0(1-\beta) \quad (5)$$

Puisque le rapport $L_0/l_0 > 1$, pour comparer L/l , il suffit d'analyser le rapport

$(1-\alpha)/(1-\beta)$. Trois cas sont possibles :

- $\alpha = \beta$ implique $L/l = L_0/l_0$: aucun rétrécissement ni de L ni de l .
- $\alpha > \beta$ implique $(1-\alpha) < (1-\beta)$ c'est-à-dire $(1-\alpha)/(1-\beta) < 1$ et en se servant de (5) :

$$(L/l)/(L_0/l_0) < 1 \text{ ou encore } L/l < L_0/l_0$$

- $\alpha < \beta$ conduira, en suivant le même raisonnement que précédemment, à :

$$(L/l)/(L_0/l_0) > 1 \text{ ou encore } L/l > L_0/l_0$$

Dans notre cas :

- Séchage de type SD

En se servant des données du tableau VI : $\alpha \approx 0,04 < \beta \approx 0,22$ ce qui doit aboutir à l'inégalité $L/l > L_0/l_0$. L'expérience donne $L/l = 1,67$ et $L_0/l_0 = 1,35$ qui est bien inférieur à la valeur 1,67 de L/l ce qui confirme les prévisions théoriques.

- Séchage de type SI

Ici aussi, les prévisions théoriques sont confirmées puisque, en se servant des données du tableau VI ($\alpha \approx 0,11 < \beta \approx 0,25$) on voit bien que le rapport L/l après séchage (1,61) est supérieur à L/l avant séchage (1,35).

II.1.2. Teneur en eau :

La valeur en teneur en eau est de $32,95 \pm 3,64\%$. Cette valeur trouvée est inférieure de celles obtenus par **Mahhou et al. (2012)** qui varient de 56% à 61% pour la variété Arbéquine.

III. Extraction de l'huile d'olive :

III.1. Séchage :

III.1.2. Cas du séchage thermique : cinétique et détermination de l'ARPO

La courbe de séchage obtenue est représentée à la figure 18.

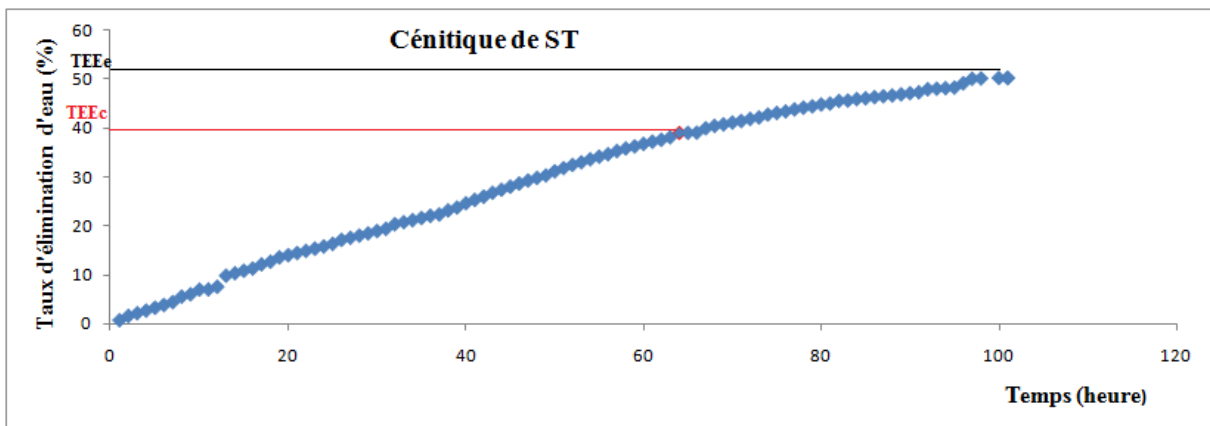


Figure 18 : Courbe de séchage. Cas du séchage thermique dans une étuve ventilée à $40 \pm 2^\circ\text{C}$.

On peut distinguer deux phases de séchage :

- la phase de séchage à vitesse constante qui dure environ 60 h : elle correspond à l'élimination de l'eau libre. Elle s'arrête au point critique (Figure 18).
- 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'ARP atteint une valeur d'équilibre (Figure 18).

Les valeurs des paramètres correspondant aux modèles ajustés aux données expérimentales des deux phases de séchage sont rassemblées dans le tableau VII (voir section suivante).

Les figures 19 et 20 montrent l'aspect des olives séchées et les fractions d'huile et de margines récupérées après l'opération d'extraction, respectivement.



Figure 19: Photographie des olives avant (OF) et après le séchage thermique

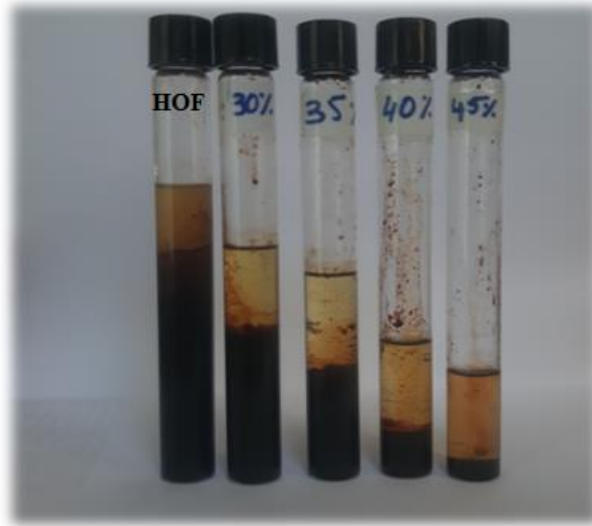


Figure 20 : Photographie d'huile d'olive extraite avant (HOF) et après le séchage thermique

Sur la photo de la figure 19, on peut aisément distinguer la texture ferme des olives fraîches (Figure 19 a) et la texture ridée, résultat de la rétraction (contraction, réduction, rétrécissement) des dimensions (*shrinking* en anglais) des fruits séchés et qui est d'autant plus prononcée que l'ARP est élevé (Figure 19b,c,d,e). Les figures ne sont pas à la même échelle ce qui empêche de voir la différence dans les dimensions. En tout cas, le rétrécissement est un phénomène bien connu dans la technologie du séchage. Il est provoqué par la perte d'eau et ses conséquences comme le changement de la microstructure des cellules (**Seerangurayar et al., 2019**). Selon ces derniers auteurs qui ont travaillé sur le séchage solaire du fruit de dattes, la méthode de séchage et le stade de maturité impactent significativement le rétrécissement des dimensions. Malheureusement ce changement physique des olives séchées n'a jamais été, à notre connaissance, fait l'objet d'une étude.

Concernant la photo de la figure 20, celle-ci suggère à première vue une réduction quasi exponentielle du taux de margine avec l'augmentation de l'ARP. D'autre part, le séchage ne semble pas être mené à son terme puisque un ARP de 45 % n'a pas suffi à éliminer complètement les margines. Enfin, ces observations ne font que confirmer l'impression que donnent les photos des olives séchées de la figure 19e (ARP = 45 %) qui montrent des zones de texture ferme (non ridée) c'est-à-dire insuffisamment séchées.

III.1.2. Cas du SD et du SI: cinétique et détermination de l'ARPO

Les courbes de séchage des olives durant le SD et le SI sont montrées à la figure 21a et b, respectivement.

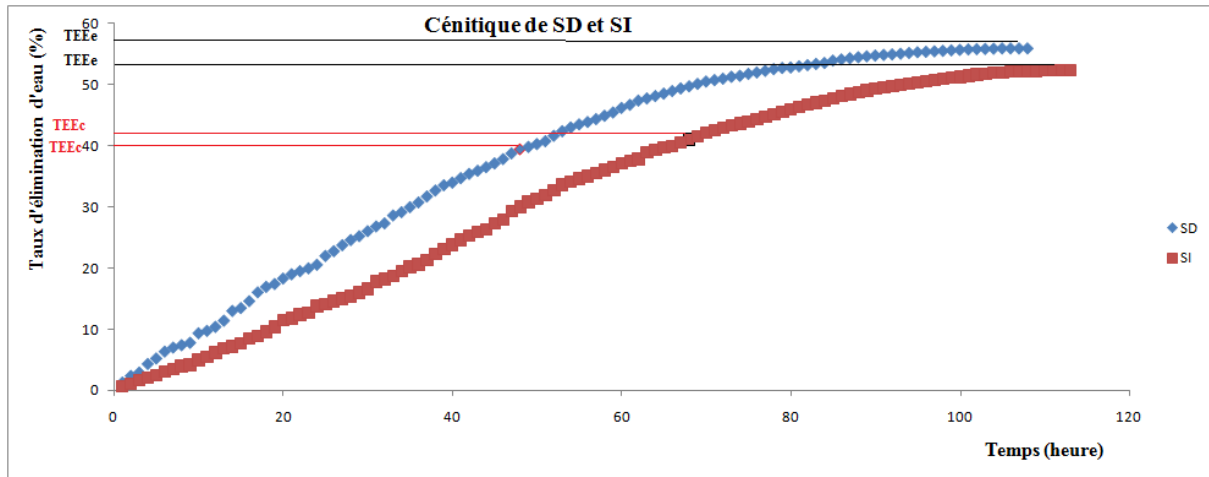


Figure 21 : Courbes de séchage. Cas du séchage solaire direct (SD) et du séchage solaire indirect (SI).

A l'évidence, les allures des deux courbes présentent certaines caractéristiques qualitatives et quantitatives comparables (Figure 21), caractéristiques qui rappellent celles rencontrées dans le séchage thermique (Figure 18).

Les valeurs des paramètres correspondant aux modèles ajustés aux données expérimentales des deux phases de ST, SD et SI sont rassemblées dans le tableau VII.

Tableau VII : Résultats de la modélisation de la cinétique de séchage

Types de Séchage	Phases de séchage							
	1 ^{ère} phase			2 ^{ème} phase				
	a	R ²	Biais	b	c	d	R ²	Biais
ST	0,623	0,996	0,003	-0,002	0,727	2,692	0,991	-0,102
SD	0,853	0,995	0,0062	-0,005	1,168	-3,225	0,997	-0,083
SI	0,605	0,994	0,0043	-0,005	1,178	-15,58	0,999	-0,018

Comme on peut le constater, les deux modèles employés pour les deux phases de séchage décrivent d'une manière satisfaisante les données expérimentales ($R^2 = 0,99$ et Biais ≈ 0).

Ceci dit, la vitesse d'élimination d'eau par SD est environ 1,4 fois plus élevée que celle du SI durant la première phase de séchage mais elle est presque équivalente à celle du ST. Cette vitesse reste toujours élevée durant la deuxième phase. Cette différence peut s'expliquer par l'effet de la température mais surtout de l'humidité relative de l'agent de séchage. La variation de ces deux paramètres en fonction du temps est montrée aux figures 22 et 23, respectivement. La T° est globalement homogène pour les deux modes de séchage solaire (Figures 24 et 25). Mais ce n'est vraiment pas le cas pour l'HR puisque pour le SD, elle n'a jamais dépassé 30 % à 12 h et à 16h et elle n'a dépassé la valeur de 40 % que pendant quatre jours (à 9h). Par contre, pendant plus de la moitié du temps de séchage par SI, l'HR oscillait entre 40 et 65 % ce qui évidemment de nature à limiter le transfert d'eau de la matrice alimentaire vers l'air ambiant. Notre opinion est que cette forte humidité dans la cabine de séchage pourrait s'expliquer par défaut de dimensionnement du séchoir. La figure 26 illustre schématiquement le processus de séchage dans le cas du SI.

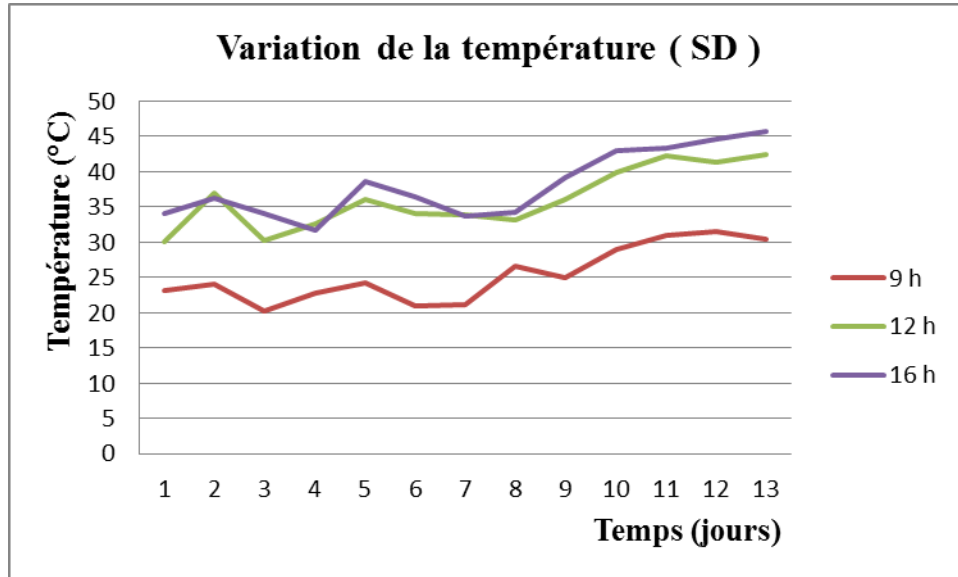


Figure 22 : Variation de la température exprimée en °C en fonction du temps (jours) des olives séchées par séchage solaire direct (SD)

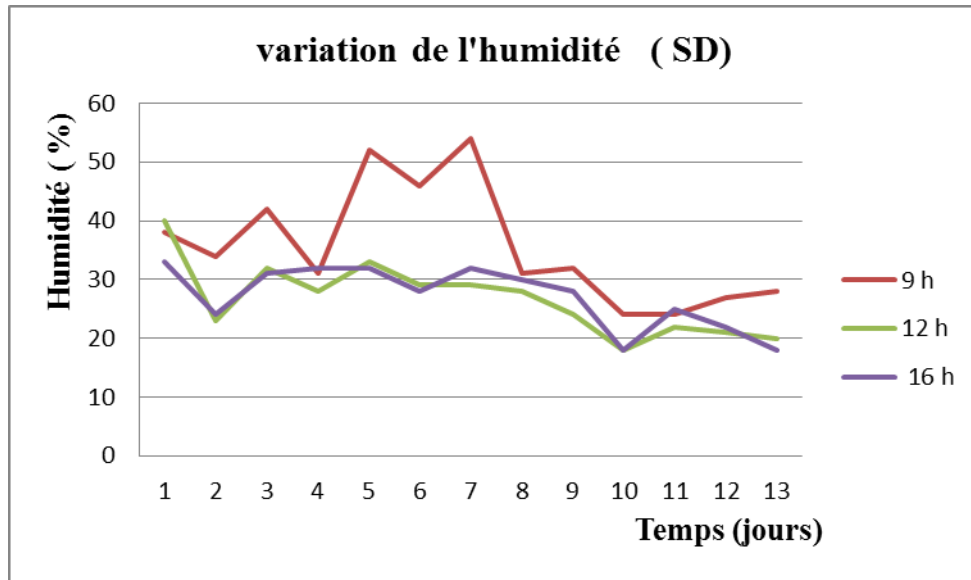


Figure 23 : Variation de l'humidité relative de l'air exprimée en % en fonction du temps (jours) des olives séchées par séchage solaire direct (SD)

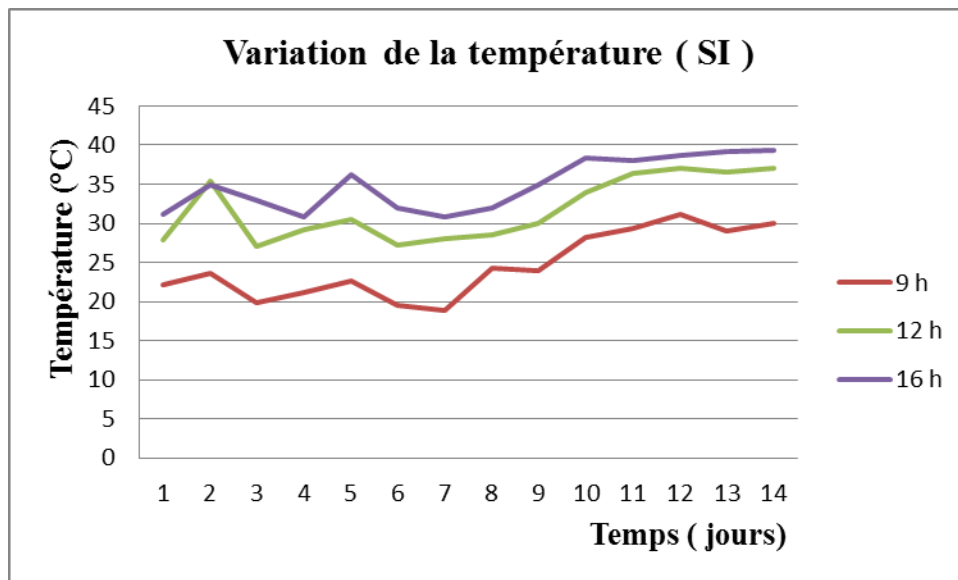


Figure 24 : Variation de la température exprimée en °C en fonction du temps (jours) des olives séchées par séchage solaire indirect (SI)

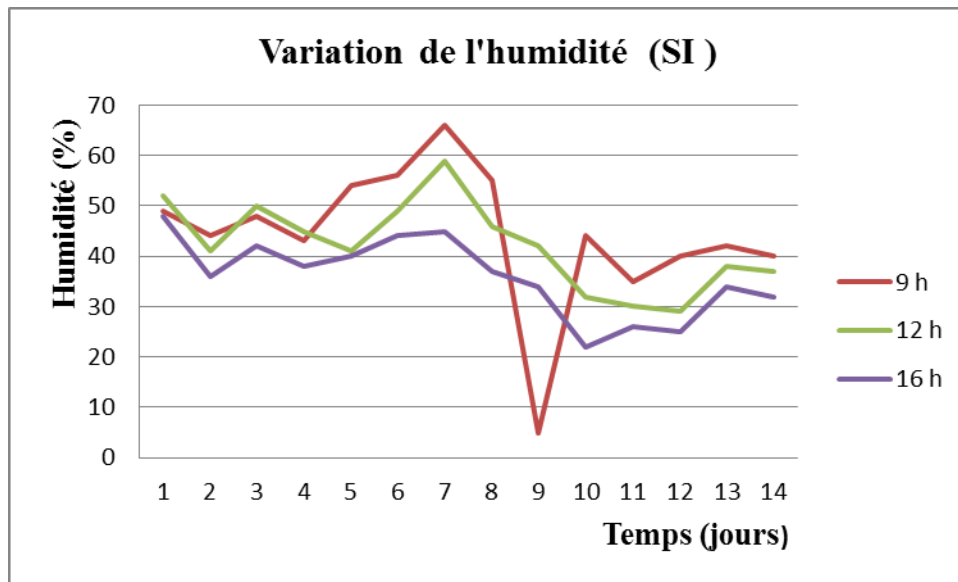


Figure 25 : Variation de l'humidité relative de l'air exprimée en % en fonction du temps (jours) des olives séchées par séchage solaire indirect (SI)

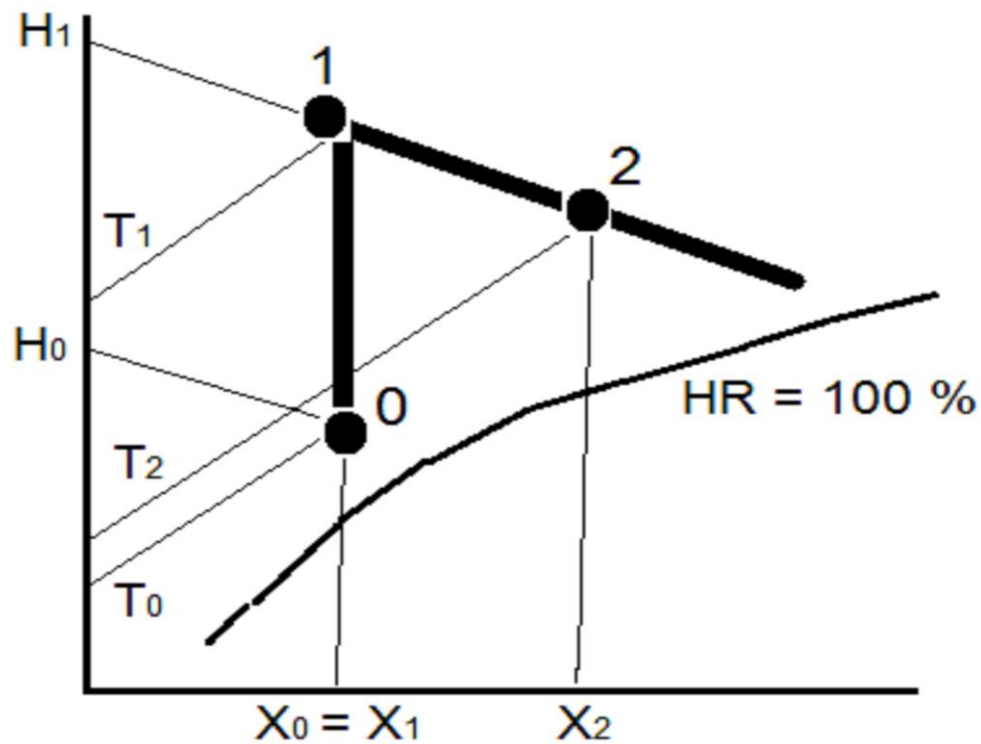


Figure 26 : Schéma du processus théorique de séchage dans le diagramme enthalpique, dans le cas du SI.

Les points 0, 1 et 2 correspondent à l'entrée de l'air sans le capteur solaire, à sa sortie de celui-ci et à sa sortie de la cabine de séchage, respectivement. H (enthalpie), T (température), X (teneur en eau) et HR (humidité relative) caractérisent l'état de l'air.

III.2. Extraction et analyse de l'HO :

Les photos des différentes olives ayant subi la même opération d'extraction mécanique par pressage, déjà décrite dans la section précédente (Figure 17), sont montrées à la Figure 27.



Figure 27: Photographies des olives traitées par séchage indirect (SI) (1), par séchage direct (SD), par salage et entreposage à l'ombre (3), par moisissement spontané (subi naturellement lors de l'entreposage dans un réfrigérateur) suivi d'un SD (4) et des olives fraîches non traitées entreposées dans un réfrigérateur (non séchées).

Les photos des échantillons d'huile obtenus sont montrées à la figure 28.

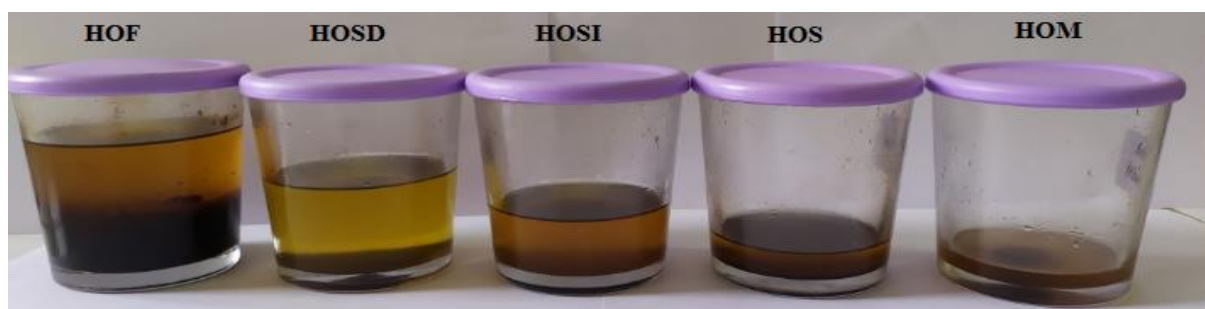


Figure 28 : Photographie de l'huile d'olive (HO) obtenue à partir des olives fraîches (HOF) et des olives traitées par SD (HOSD), par SI (HOSI), par salage (HOS) et par moisissement spontané (subi) (HOM). Pour les autres abréviations voir Figure 27 = figure des photos d'olives.

IV. Analyse de la qualité d'huile :

IV.1. Acidité libre :

Les résultats de l'acidité libre des différentes huiles étudiées sont donnés dans la figure 29.

D'après ces données, l'HOSD est celle qui présente la faible acidité libre comparativement aux autres échantillons ($p < 0,05$). Par ce paramètre, elle peut être classée comme olive vierge ordinaire conformément aux standards ($< 3,3$ g/100 g) du conseil oléicole international (COI, 2019). Nous pensons que le séchage rapide des olives dans les conditions du SD est le facteur déterminant qui a limité les réactions d'altération par hydrolyse des triglycérides. Ce résultat concorde avec celui communiqué à propos des huiles obtenues par application du SD, du séchage solaire de type tente et le procédé moderne pris comme référence, le SD ayant (Allane et al., soumis). A l'inverse, les acidités de l'HOF et de l'HOM qui ne sont pas statistiquement différentes ($p \geq 0,05$) s'avèrent les plus élevées par rapport aux types d'huile ($p < 0,05$). Il a été établi que la présence de l'eau favorise la formation des acides gras libre par hydrolyse (CabraL et al., 2014) ce qui, selon nous, démontre l'intérêt du séchage préalable des olives avant extraction d'huile.

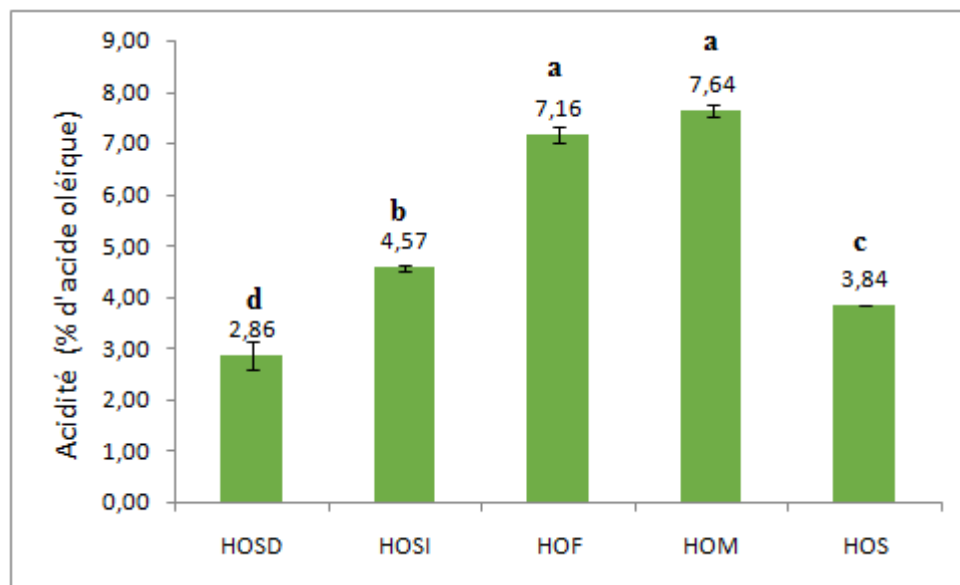


Figure 29 : Acidité des échantillons étudiés exprimée en pourcentage d'acide oléique.

*Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p < 0,05$).

IV.2. Indice de peroxyde :

Contrairement à l'acidité, la valeur la plus élevée de l'indice de peroxyde concerne l'HOSD (Figure 30). Toutefois, cette valeur est inférieure au seuil (20 meq O₂/ kg HO) fixé pour les HO extra vierge, vierge et vierge ordinaire par le **COI (2019)** et auquel donc satisfont toutes les huiles analysées.

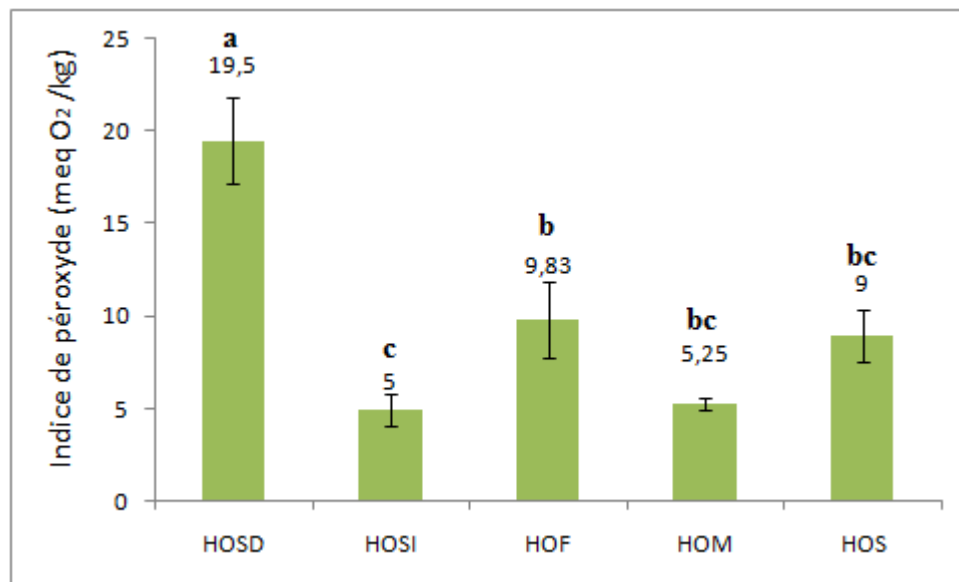


Figure 30 : Indice de peroxyde des échantillons d'huile étudiés exprimés en meq O₂/kg.

**Des lettres différentes indiquent que la différence est significative (p<0,05).*

IV.3. Détermination des coefficients d'extinction spécifiques (UV) :

Les résultats trouvés concernant K₂₃₂, K₂₇₀ et ΔK des différentes huiles étudiées sont donnés par les figures 31, 32 et 33, respectivement.

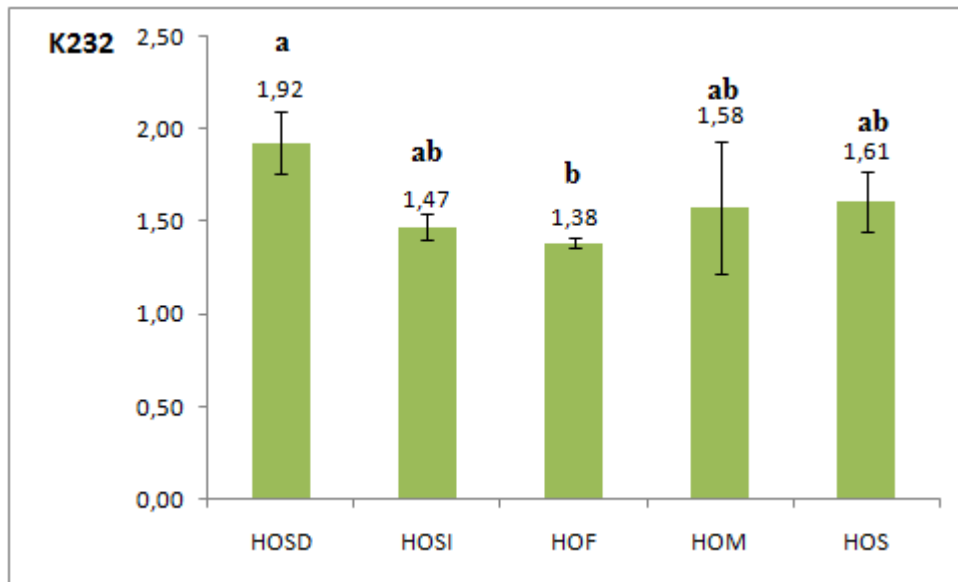


Figure 31 : Extinction spécifique des échantillons d’huile étudiés à 232 nm.
**Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p < 0,05$).*

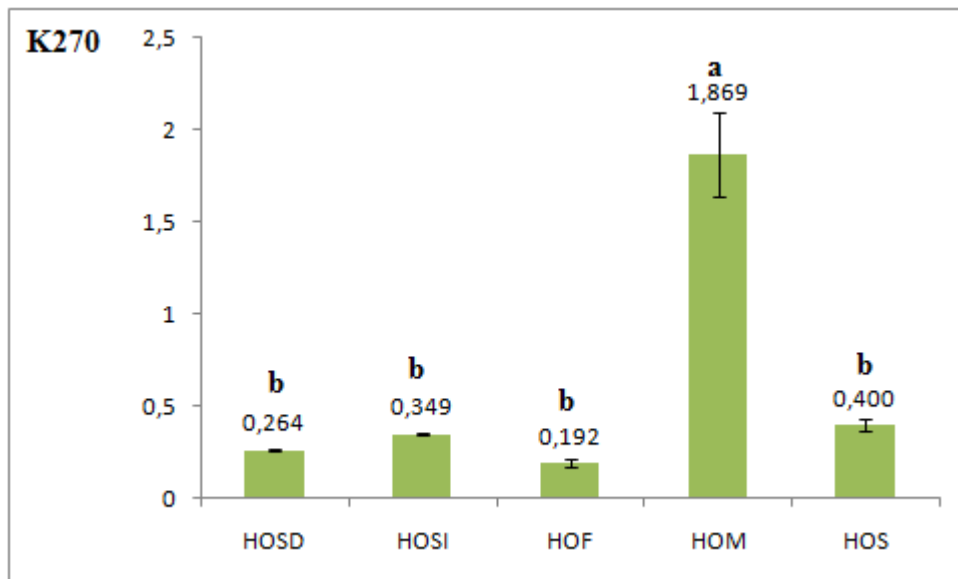


Figure 32 : Extinction spécifique des échantillons d’huile étudiés à 270 nm.
**Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p < 0,05$).*

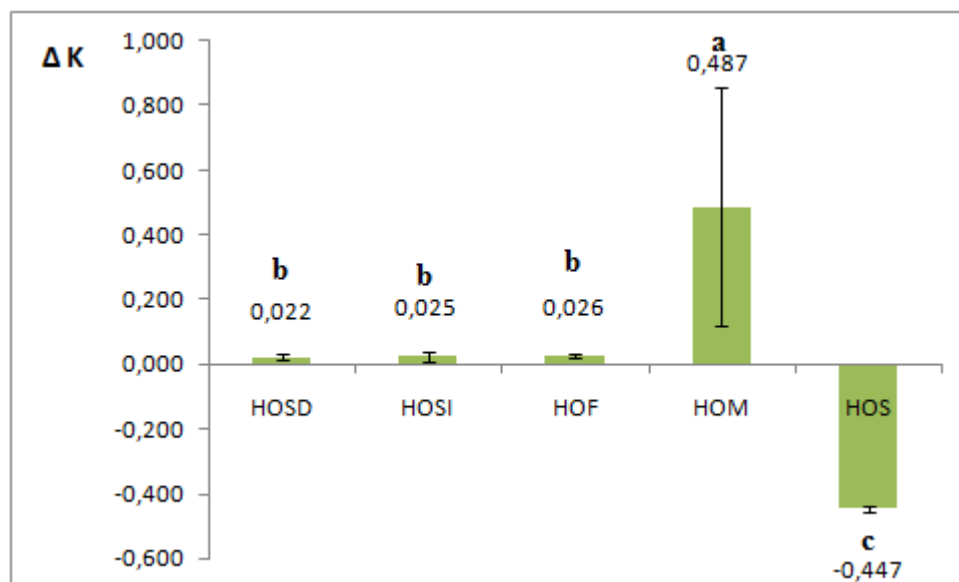


Figure 33 : Extinction spécifique des échantillons d’huile étudiés (ΔK).
**Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p < 0,05$)*

L’analyse dans l’UV indique que, conformément aux standards du **COI (2019)** :

- toutes les huiles sont de type extra vierge pour ce qui est de K_{232} ($\leq 2,5$).

- Pour ce qui est de K_{270} :

- HOF est de type extra vierge ($K_{270} \leq 0,22$),
- HOSD est de type vierge ordinaire ($K_{270} \leq 0,30$),
- HOSI et HOS sont de type raffiné ($K_{270} \leq 1,25$),
- HOM est de type huile de grignons d’olive raffinée ($K_{270} \leq 2,00$).

- Pour ce qui est de ΔK :

- HOS est de type extra-vierge ($\Delta K \leq 0,01$) ce qui la distingue des autres échantillons ($p < 0,05$),
- HOSD, HOSI et HOF sont de type raffiné ($\Delta K \leq 0,16$) et il n’y a pas de différence significative entre leurs ΔK ($p \geq 0,05$),
- HOM montre la plus grande valeur de ΔK ($\approx 0,5$) et elle est donc la plus altérée des huiles investiguées ($p < 0,05$).

En se basant sur tous les critères de qualité pris en compte et en se contentant du taux de satisfaction aux standards d'une huile vierge ordinaire (COI, 2019) que nous prenons comme taux minimal, les huiles ne remplissent que partiellement (Tableau VIII). Il s'ensuit qu'à ce niveau d'étude l'HOSD donne la meilleure huile.

Tableau VIII : Taux de satisfaction minimal aux standards d'une huile vierge ordinaire (COI, 2019).

Critère	HOSD	HOSI	HOS	HOM	HOF
AL	+	-	-	-	-
IP	+	+	+	+	+
K232	+	+	+	+	+
K270	+	-	-	-	+
ΔK	-	-	+	-	-
Taux (%)	80	40	60	40	60

V. Analyse chimique complémentaire :

Les résultats de l'analyse complémentaire (chlorophylles, caroténoïdes, polyphénols totaux et activité antiradicalaire au radical DPPH) sont donnés dans les figures 34, 35, 36 et 37 respectivement.

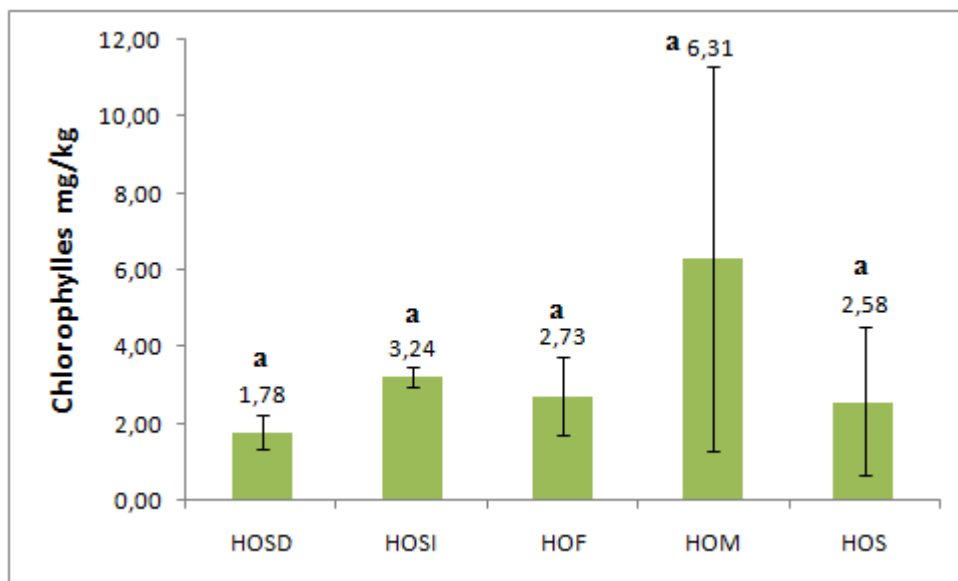


Figure 34 : Teneurs en chlorophylles des échantillons d'huiles étudiés.
*Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p < 0,05$).

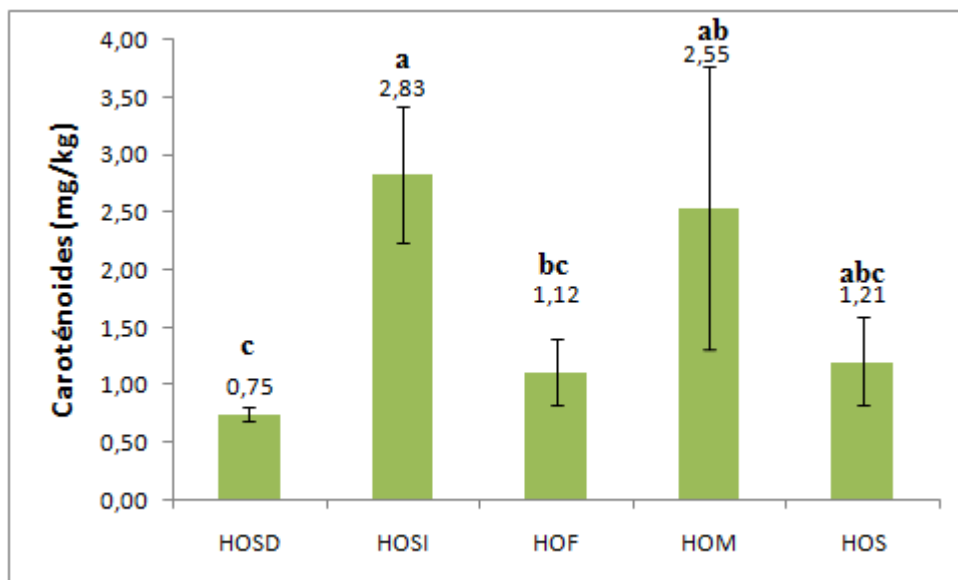


Figure 35 : Teneurs en caroténoïdes des échantillons d’huiles étudiés.
 *Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p < 0,05$).

Pour les chlorophylles et les caroténoïdes c’est leur rapport qui est souvent utilisé comme indice d’authenticité de l’HO et qui doit avoisiner la valeur de 1 (**Gandul-Rojas et al., 2000**). Seule l’HOSI est proche de cette exigence avec un rapport de 1,14, contre une valeur de plus de 2 pour les autres échantillons.

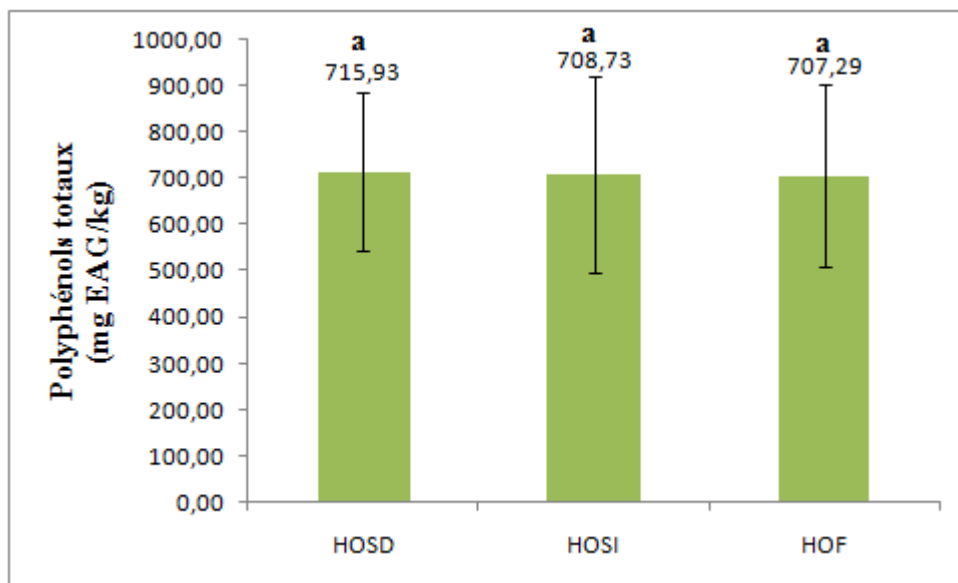


Figure 36 : Teneurs en polyphénols totaux des échantillons d’huile étudiés.
 *Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p < 0,05$).

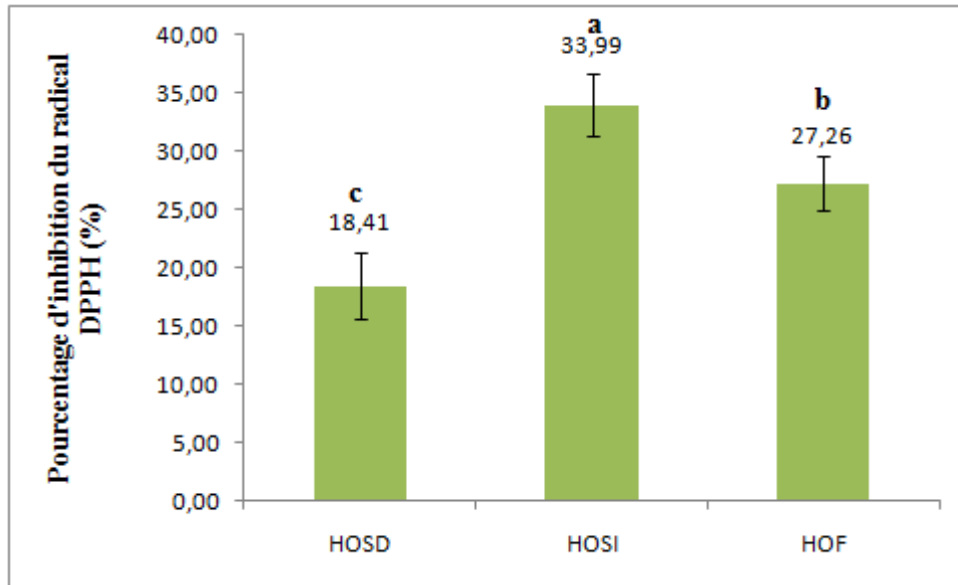


Figure 37 : Activité antiradicalaire des extraits méthanoliques contre le radical DPPH° (exprimée en % d'inhibition du radical DPPH°).

*Des lettres différentes indiquent que la différence est significative ($p < 0,05$).

L'HOSD, l'HOSI et l'HOF, les trois uniques échantillons caractérisés pour la teneur en polyphénols et pour le DPPH, ne se différencient pas pour le premier paramètre ($p \geq 0,05$). La valeur de dernier est en concordance avec celles trouvées (675 to 793 EAG/kg HO) par **Figueiredo-González et al. (2022)** pour l'HO extra-vierge issue du cultivar espagnol *Mansa de Figueiredo*. Pour le DPPH, les trois huiles se différencient statistiquement, l'HOSI présentant la valeur la plus élevée ($p < 0,05$) et qui est vaut environ 1,3 fois celui de l'HOF et 2 fois celui de l'HOSD ce qui montre que le SI reste intéressant à exploiter sous réserve d'un meilleur dimensionnement du séchoir.

VI. Evaluation sensorielle :

Trois produits d'huiles d'olive ont été classés par 19 sujets selon leur gout du meilleur au moins bon (par ordre décroissant de préférence). Les classements obtenus sont mentionnés dans le tableau IX :

Tableau IX : Résultats de classement des trois produits d'huile d'olive

Sujets	Produits		
	HOSD	HOSI	HOF
1	1	2	3
2	3	2	1
3	3	2	1
4	2	1	3
5	3	2	1
6	3	2	1
7	3	2	1
8	3	2	1
9	2	3	1
10	2	3	1
11	2	3	1
12	2	3	1
13	1	3	2
14	1	2	3
15	1	2	3
16	1	2	3
17	2	1	3
18	3	1	2
19	1	2	3
Somme des rangs	39	40	35

Le F de Friedman calculé est : $F= 0,736$

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

$F < S$; donc il n'existe pas entre les 3 échantillons d'huile d'olives des différences significatives (à 5%) sur le plan du goût.

Conclusion générale

Les résultats obtenus montrent que globalement le processus d'extraction traditionnel de l'huile d'olive ne s'accompagne d'aucun rejet de margines dans les conditions optimales de séchage. De plus, le SD donne de meilleurs résultats en termes de qualité du produit fini puisque l'huile correspondante (HO-SD) satisfait à quatre (soit 80%) des cinq critères de qualité d'une OO vierge (acidité libre, indice de peroxyde, K232, K270 et ΔK), contre trois critères (soit 60%) pour HO-SI et un critère (soit 20%) pour HO-OF. Par contre, HO-SI présente un rapport Chlorophylle/caroténoïdes d'environ 1 et une activité antiradicalaire (34 %, méthode au DPPH) la plus intéressante ce qui indique que le SI est intéressant à exploiter en tenant compte d'un meilleur dimensionnement du séchoir solaire.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

A

- 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.
- Acila S., Saker M.L., Bouhoun M.D., Taamalli A., Ould El Hadj M.D., Zarrouk M.(2017). An alternative assessment of olive (*Olea europaea* L.) cultivars adaptation in the Mediterranean Saharan context of Algeria. *Journal of Applied Horticulture*, 19(1), 51-57.
- 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.
- Alkhatib, A. (2020). Antiviral functional foods and exercise lifestyle prevention of coronavirus. *Nutrients*, 12(9), 2633.
- 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.
- Amouritti M.et comet G., (1985) - Le livre de l'olivier. Ed. Edi sud, 161p
- Angerosa, F., Mostallino, R., Basti, C., & Vito, R. (2001). Influence of malaxation temperature and time on the quality of virgin olive oils. *Food Chemistry*, 72(1), 19-28.
- Aouidi,F.,Perraud,I.,Roussos,S.,& Hamdi,M. (2009). Etude de la répartition quantitative des phénols totaux dans l'olivier en fonction des organes et leur degrés de maturité. Karray B, Khecharem J, Sevastianos R. *Proceeding Olivebioteq*, 376-379
- Aparicio, R., Morales, M. T., & Alonso, V. (1997). Authentication of European virgin olive oils by their chemical compounds, sensory attributes, and consumers' attitudes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(4), 1076-1083.
- Argenson C., Regis S., Vaysse P.(1999). L'Olivier. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 204p.

B

- Beck J.S., Danks F., (1983) – Determinacion del umbral de tratamientos para la mosca del olivo olivar destinado a la produccion de aceite. Bol. Sanid. Vegetal plagas vol. 21n°4, 1995. P -577-588.
- Belhoucines .S,(2003) - Etudes de L'éventualité d'un contrôle biologique contre la mouche de l'olivier dabs stations de la wilaya de Tlemcen. Thèse de magister, univ. Tlemcen, 94 p
- 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.
- Benlemlah, M., & Ghanam, D. (2012). Polyphénols d'huile d'olive, Trésors santé! Medicatrix macro pietteur editeur. ISBN 978-2-87211-117-6. www. medicatrix. be.
- 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. (2013). Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien (Doctoral dissertation, Annaba).
- Bérard, L., & Marchenay, P. (2007). *Produits de terroir-Comprendre et agir* (p. 64). CNRS–Ressources des terroirs-Cultures, usages, sociétés.
- Bouhhadi Y., Idres A, Y.(2018). Caractéristiques physico-chimiques des huiles d'oléastre, université de Bejaia- P 1,3-.
- Boukhiar, F. (2017). *Traitements de type technologie douce sur la désamérisation des olives de table et les comprimés à base de dattes: effet de l'oleuropeine* (Doctoral dissertation, Université M'hamed Bougara Boumerdès: Faculté des sciences de l'ingénieur).
- Breton, C., Médail, F., Pinatel, C., & Bervillé, A. (2006). De l'olivier à l'oléastre: origine et domestication de l'Olea europaea L. dans le Bassin méditerranéen. *Cahiers Agricultures*, 15(4), 329-336.

- Brikcin, (1993) - Efficacité d'un traitement insecticide optimiste sur le ravageur de l'olive, *Dacus oleae* dans la région de Tlemcen. Mémoire D.E.S biologie, Univ. Tlemcen, 93p
- 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),

C

- Cabral, P. S., Voll, F. A. P., & Corazza, M. L. (2014). Kinetics of Enzymatic Hydrolysis of Olive Oil in Batch and Fed-batch Systems. *Applied biochemistry and biotechnology*, 173(6), 1336-1348.
- Camin, F., Bontempo, L., Ziller, L., Piangiolino, C., & Morchio, G. (2010). Stable isotope ratios of carbon and hydrogen to distinguish olive oil from shark squalene- squalane. *Rapid communications in mass spectrometry*, 24(12), 1810-1816.
- CEE 2568/91. Communauté Economique Européenne. Règlement CEE,(2002). Le secteur de l'huile d'olive dans l'Union Européenne. Commission Européenne. Direction général de l'agriculture.
- COI (2019). TRADE STANDARD APPLYING TO OLIVE OILS AND OLIVE POMACE OILS. *INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL*. T.15, NC No 3, 1-17.
- 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
- Coutin, R. (2003). Les insectes de l'olivier. *Insectes*, 130(3), 19-22.

E

- El-Gharbi, S., Tekaya, M., Bendini, A., Valli, E., Palagano, R., Toschi, T. G., ... & Mechri, B. (2018). Effects of archaic olive and oil storage methods still used in southern tunisia on olive oil quality. *Italian Journal of Food Science*, 30(1).

F

- Fakourelis, N., Lee, E. C., & Min, D. B. (1987). Effects of chlorophyll and β - carotene on the oxidation stability of olive oil. *Journal of food science*, 52(1), 234-235.
- Fedeli, E. (1997). Technologie de production et de conservation de l'huile. Conseil Oléicole International, ed. Encyclopédie Mondiale de l'Olivier. Madrid (Espagne): COI, 251-91.
- Figueiredo-González, M., Olmo-García, L., Reboredo-Rodríguez, P., Serrano-García, I., Leuyacc-del Carpio, G., Cancho-Grande, B., ... & González-Barreiro, C. (2022). Singular Olive Oils from a Recently Discovered Spanish North-Western Cultivar: An Exhaustive 3-Year Study of Their Chemical Composition and In-Vitro Antidiabetic Potential. *Antioxidants*, 11(7), 1233.

G

- Gandul-Rojas, B., Cepero, M. R. L., & Mínguez-Mosquera, M. I. (2000). Use of chlorophyll and carotenoid pigment composition to determine authenticity of virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(8), 853-858.
- Ghanbari, R., Anwar, F., Alkharfy, K. M., Gilani, A. H., & Saari, N. (2012). Valuable nutrients and functional bioactives in different parts of olive (*Olea europaea* L.)—a review. *International journal of molecular sciences*, 13(3), 3291-3340.
- Gigon, F., & Le Jeune, R. (2010). Huile d'olive, *Olea europaea* L. *Phytothérapie*, 8(2), 129-135.
- 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.

H

- Haggag, L., Shahin, M. F. M., Genaidy, E. A. E., & Fouad, A. A. (2013). Changes in fruit weight, dry matter, moisture content and oil percentage during fruit development stages of two olive cultivars. *Middle East J*, 2, 21-27.

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

J

- Jacotot B. (1993). L'huile d'olive de la gastronomie à la santé Paris: Artulen, ,p280
- Jacotot, B. (1996). Huile d'olive et prévention. Nutrition clinique et métabolisme, 10(4), 7S-9S4

K

- Kalantzakis, G., Blekas, G., 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.
- Kapseu, C. (2009). Production, analyse et applications des huiles végétales en Afrique. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 16(4-5-6), 215-229.

L

- Lamuela-Raventós, R. M., Gimeno, E., Fitó, M., Castellote, A. I., Covas, M., de la Torre-Boronat, M. C., & López-Sabater, M. C. (2004). Interaction of olive oil phenol antioxidant components with low-density lipoprotein. *Biological Research*, 37(2), 247-252.
- Lewington A et Parker.E, 1999. Ancient trees: trees that live for a thousand years Sterling. Edition. p192.
- Loussert, R., & Brousse, G. (1978). L'olivier. Techniques agricoles et production méditerranéennes. *Maisonneuve et Larose, Paris*, 460.

M

- Mahhou, A., Nabil, Y., Hadiddou, A., Oukabli, A., & Mamouni, A. (2012). Performances des variétés d'olivier: Arbéquine, Haouzia et Menara en conditions pluviales dans la région de Meknès au Maroc.

- Maillard p., (1975) - L'olivier. Comité technique de l'olivier section spécialisée de L'INUFLEC. Paris, 137p .

N

- Nefzaoui, A. (1984). Importance de la production oléicole et des sous-produits de l'olivier. Etude de l'utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale en Tunisie. Étude FAO production et santé animales, 43.

O

- Ollivier, D., Boubault, E., Pinatel, C., Souillol, S., Guérère, M., & Artaud, J. (2004). Analyse de la fraction phénoliques des huiles d'olive vierges.
- Otero, P., Garcia-Oliveira, P., Carpena, M., Barral-Martinez, M., Chamorro, F., Echave, J., ... & Prieto, M. A. (2021). Applications of by-products from the olive oil processing: Revalorization strategies based on target molecules and green extraction technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 1084-1104.

P

- Pagnol J., (1975) – L'olivier. Ed. Edition Aubamel p. 70

R

- 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.
- Rol R. et Jacamon M., 1988 – Flore des arbres, arbustes et arbrisseaux. Ed. la Maison rustique, paris, p51
- Roque S, 1959 - Entomologie Oléicole. Ed. COI. 360p
- Ruiz-Gutiérrez, V., Morgado, N., Prada, J. L., Pérez-Jiménez, F., & Muriana, F. J. (1998). Composition of human VLDL triacylglycerols after ingestion of olive oil and high oleic sunflower oil. *The Journal of nutrition*, 128(3), 570-576.

S

- Salas, J. J., Sánchez, J., Ramli, U. S., Manaf, A. M., Williams, M., & Harwood, J. L. (2000). Biochemistry of lipid metabolism in olive and other oil fruits. *Progress in Lipid Research*, 39(2), 151-180.
- Sauvageot, F., Barthélémy, J., Clément, J.F., Danzart, M., Issanchou, S., Koster, E.P., Mac Leod, P., Nicod, H., Strigler, F., Touraille, C. (1990). Evaluation sensorielle Manuel méthodologie. *Collection sciences et techniques Agroalimentaire 2^e édition*, 1-345.
- Schoefs, B. (2004). Determination of pigments in vegetables. *Journal of chromatography A*, 1054(1-2), 217-226.
- Seerangurayar, T., Al-Ismaili, A. M., Jeewantha, L. J., & Al-Nabhani, A. (2019). Experimental investigation of shrinkage and microstructural properties of date fruits at three solar drying methods. *Solar Energy*, 180, 445-455.
- Serbinova, E., Kagan, V., Han, D., & Packer, L. (1991). Free radical recycling and intramembrane mobility in the antioxidant properties of alpha-tocopherol and alpha-tocotrienol. *Free Radical Biology and Medicine*, 10(5), 263-275.
- Sheikh, B., Deshmukh, W. A., Wasewar, K. L., Varma, M. N., & Kyoo, Y. (2018). Mixed mode solar drying characteristics and mathematical modelling of food material: an innovative & cost effective approach. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 6(2), 902-908.

T

- Taticchi, A., Esposto, S., Veneziani, G., Urbani, S., Selvaggini, R., & Servili, M. (2013). The influence of the malaxation temperature on the activity of polyphenoloxidase and peroxidase and on the phenolic composition of virgin olive oil. *Food Chemistry*, 136(2), 975-983.
- 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.

- 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

V

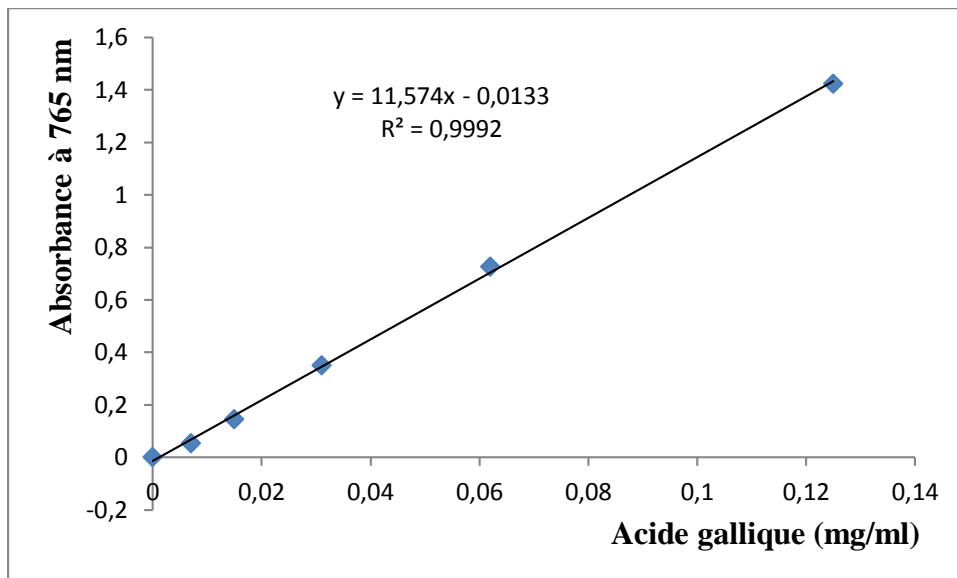
- Veillet, S. (2010). Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive: Entre Tradition et Innovation (Doctoral dissertation, Université d'Avignon).
- Visioli, F., Poli, A., & Gall, C. (2002). Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. *Medicinal research reviews*, 22(1), 65-75.

W

- Web site :

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Olivier>

Annexes

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

Questionnaire :

Date :

Nom :

Prénom :

Âge :

Trois échantillons de l'huile d'olive sont disposés chacun sur un flacon en verre

Vous devez les classer selon leur goût

Question : classer les trois produits suivants par ordre décroissant de préférence (du meilleur au moins bon).

Le meilleur \longrightarrow le moins bon

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------

Figure 2 : Fiche de dégustation d'évaluation sensorielle

Annexe 3 : Table du χ^2

STATISTIC

T A B L E 5
TABLE DU χ^2

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

Figure 3 : Table du χ^2

Résumé

Le présent travail porte sur la qualité physico-chimique de l'huile d'olive (HO) obtenue selon une procédure d'extraction traditionnelle appliquée dans la région de Kabylie (Nord de l'Algérie). Cette procédure se distingue principalement par un séchage solaire direct (SD) des olives fraîches mûres (OF) avant l'extraction de l'HO. A des fins de comparaison, le séchage solaire indirect (SI) a également été considéré. Les résultats montrent que l'opération d'extraction ne s'accompagne d'aucun rejet d'eau de végétation des olives (EVO) dans les conditions optimales de séchage. De plus, le SD donne de meilleurs résultats en termes de qualité du produit fini puisque l'huile correspondante (HO-SD) satisfait à quatre (soit 80%) des cinq critères de qualité d'une OO vierge (acidité libre, indice de peroxyde, K_{232} , K_{270} et ΔK), contre trois critères (soit 60%) pour HO-SI et un critère (soit 20%) pour HO-OF. Par contre, HO-SI présente un rapport Chlorophylle/caroténoïdes d'environ 1 et une activité antiradicalaire (34 %, méthode au DPPH) la plus intéressante ce qui indique que le SI est intéressant à exploiter en tenant compte d'un meilleur dimensionnement du séchoir solaire.

Mots clés: Extraction traditionnelle, huile d'olive, margines, qualité, séchage solaire.

Abstract

The present work reports on the physico-chemical quality of olive oil (OO) obtained according to a traditional extraction procedure applied in Kabylia region (North Algeria). This procedure is distinguished mainly by a direct solar drying (DSD) of fresh ripe olives (FRO) before OO extraction. For comparison purposes, indirect solar drying (ISD) was also considered. The results show that the extraction operation is not accompanied by any discharge of olive vegetable water (OVW) under the optimal drying conditions. Moreover, DSD gives better results in terms of finished product quality since the corresponding oil (DSD-OO) meets four (i.e. 80%) of the five quality criteria of a virgin OO (free acidity, peroxide value, K_{232} , K_{270} and ΔK), compared to three criteria (i.e. 60%) for ISD-OO and one criterion (i.e. 20%) for FRO-OO. On the other hand, ISD-OO has the most interesting Chlorophyll/carotenoid ratio ($= 1$) and antiradical activity DPPH (34 %) which indicates that the SI is interesting to exploit taking into account a better dimensioning of the solar dryer.

Keywords: Olive oil, olive vegetable water, quality, solar drying, traditional extraction.