

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf:.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Activité antioxydante de quelques huiles d'olive
et essai de leur incorporation dans une préparation
alimentaire**

Présenté par :

ABBACI Letticia et ABBOUD Meriem

Soutenu le : 2 Juillet 2025

Devant le jury composé de :

Mr BACHIR BEY Mostapha
M^{me} SOUFI Ouahiba
M^{me} MEKHOUKHE Aida

Professeur
MCA
MCA

Président
Encadreur
Examinatrice

Année universitaire : 2024 / 2025

Remerciement

Avant tout et à tout moment, nous remercions du plus profond de nos cœurs, le **Bon Dieu** le tout puissant et Miséricordieux de nous avoir illuminé et ouvert les portes du savoir, et nous avoir donné la volonté, la patience et nous a guidé à réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à remercier vivement notre promotrice **M^{me} SOUFI Ouahiba** d'avoir accepté de diriger ce travail, pour ses conseils précieux, ses orientations et ses encouragements.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury, **M^r BACHIR BEY Mostapha** et **M^{me} MEKHOUKHE Aida** pour avoir mobilisé de leur temps précieux pour examiner et juger ce travail.

Nos remerciements les plus sincères à nos familles et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Avec l'aide de Dieu le tout puissant est enfin achevé ce travail, lequel je dédie

À moi-même, Pour avoir cru en mes rêves, pour avoir tenu bon malgré les doutes, les épreuves et la fatigue. Ce mémoire est une victoire personnelle, une preuve que la persévérance finit toujours par porter ses fruits.

À ma mère, ton amour inconditionnel, ta tendresse infinie et tes prières silencieuses ont été les racines de mon courage.

À mon père, ton regard plein de fierté, tes sacrifices silencieux et ton amour profond ont été le moteur de ma réussite.

A mon frère Mami, mon pilier, mon protecteur, et à sa femme Rima.

À ma sœur Narimene, mon repère, ma confidente, et à son mari Salim, dont la gentillesse et le soutien m'ont toujours touchée. Votre présence a été un véritable réconfort.

À ma sœur Basma et son mari Hilal, Même loin, votre amour et vos pensées ont su traverser les frontières. La distance n'a jamais effacé votre importance dans ma vie. Elle n'a fait que renforcer le lien qui nous unit.

À mes trésors, Laures et Anelia, votre innocence a été ma force, votre joie mon refuge.

À celui, dont la présence même lointaine, a su m'inspirer et m'encourager tout au long de ce parcours.

À ma chère binôme Meriem, avec qui chaque étape de ce parcours a été partagée dans l'entraide et la patience, avec qui ce mémoire s'est transformé en une belle aventure.

Letticia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail comme un geste de gratitude

*A mes chers parents, qui m'ont suivi et aidé tout au long de mes études, pour
tous leurs sacrifices, leur soutien et leurs prières,*

A mon cher frère : Younes pour ses encouragements,

A mes chères cousines : Kenza, Sarah, Yousra et Anaïs, pour leur soutien,

A toutes ma famille,

*A mes chères copines : Sara, Imene, Anaïs et Dihia, pour leurs
encouragements,*

*A ma chère binôme : Letticia avec qui j'ai partagé tant de moments précieux,
pour sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Meriem

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Synthèse bibliographique

I. L'Olivier..... 3

I.1. Espèces botaniques de l'olivier 3

I.2. Classification 3

I.2.1. Olivier sauvage 3

I.2.2. Olivier cultivé 3

II. Huile d'olive 4

II.1. Définition 4

II.2. Classification..... 4

II.2.1. Huile d'olive vierge 4

II.2.2. Huile d'olive lampante 5

II.2.3. Huile d'olive raffinée..... 5

II.2.4. Huile des grignons d'olive..... 5

II.3. Technologie de l'huile d'olive 5

II.4. Marché économique de l'huile d'olive 7

II.4.1. Production mondiale de l'huile d'olive 7

II.4.2. Production de l'huile d'olive en Algérie (Marché national)..... 8

II.5. Composition de l'huile d'olive..... 9

II.5.1. Fraction saponifiable 9

II.5.2. Fraction insaponifiable 9

II.6. Propriétés biologiques de l'huile d'olive 12

II.7. Incorporation de l'huile d'olive dans des préparations alimentaires..... 13

III. Mayonnaise..... 15

III.1. Historique sur mayonnaise..... 15

III.2. Définition de la mayonnaise 15

III.3. Ingrédients de la mayonnaise..... 15

III.3.1. Huile 15

III.3.2. Œufs 15

III.3.3. Vinaigre ou jus de citron 16

III.3.4. Moutarde 16

III.3.5. Sel..... 16

III.4. Valeur nutritionnelle de la mayonnaise 16

III.5. Propriétés de la mayonnaise..... 17

Matériel et méthodes

I. Huile d'olive.....	18
I.1. Échantillonnage	18
I.2. Analyses physico-chimiques	18
I.2.1. Humidité	18
I.2.2. Acidité.....	19
I.2.3. Indice de peroxyde	19
I.2.4. Absorbance dans l'ultraviolet	20
I.3. Extraction et dosage des composés phénoliques totaux	20
I.3.1. Préparation des extraits	20
I.3.2. Dosage des composés phénoliques totaux	20
I.3.3. Dosage des flavonoïdes.....	21
I.4. Mesure de l'activité antioxydante	21
I.4.1. Activité anti-radicalaire (DPPH•)	21
I.4.2. Activité scavenger du radical ABTS•+	21
I.4.3. Pouvoir réducteur du fer	22
II. Mayonnaise	23
II.1. Formulation de la mayonnaise	23
II.2. Analyses physico-chimiques	23
II.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)	23
II.2.2. Teneur en sel.....	23
II.2.3. Acidité	24
II.3. Test de vieillissement accéléré	24
II.4. Analyse sensorielle.....	24
II.5. Analyse statistique	24

Résultats et discussion

I. Huile d'olive.....	25
I.1. Analyses physico-chimiques des huiles d'olives étudiées	25
I.1.1. Humidité	25
I.1.2. Acidité.....	26
I.1.3. Indice de peroxyde	26
I.1.4. Absorbance dans l'ultraviolet	27
I.2. Teneurs des composés phénoliques	27
I.2.1. Teneurs des composés phénoliques totaux	27
I.2.2. Teneurs des flavonoïdes.....	28
I.3. Activité antioxydante.....	29
I.3.1. Activité anti-radicalaire (DPPH•)	29
I.3.2. Activité scavenger sur le radical cationique ABTS•+	30
I.3.3. Pouvoir réducteur du fer	31

I.4. Corrélation entre les composés bioactifs et l'activité antioxydante	32
II. Mayonnaise	33
II.1. Analyses physico-chimiques	33
II.1.1. pH	33
II.1.2. Teneur en sel.....	34
II.2. Test de vieillissement accéléré.....	34
II.2.1. Acidité	34
II.3. Analyse sensorielle.....	36
Conclusion	37

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

COX2 : Cyclooxygenase 2

IL-1 β : Interleukin-1 β

LSD : Différence Significative Minimale

NF- κ B : Nuclear factor kappa-light-chain enhancer of activated B cell

TCA : Acide trichloroacétique

TNF- α : Tumor necrosis factor- α

OOO : trioléine

POL : palmitooléolinoléine

POO : palmitodioléine

LOO : Linoléodioléine

AGMI : Acide gras mono-insaturé

COI : Conseil Oléicole Internationale

FAO : Food and agricultural organization

LDL : Low Density Lipoprotein

IP : Indice de peroxyde

EAC : Equivalent acide caféique

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

ABTS : acide 2,2'-azino-bis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)

Liste des figures

N° de la figure	Titres des figures	N° de page
1	Représentation schématique de l'olive.	4
2	Structure des principaux composés phénoliques de l'huile d'olive.	10
3	Echantillons d'huiles d'olives analysées.	18
4	Teneur en polyphénols totaux des huiles analysées.	28
5	Teneurs en flavonoïdes des huiles d'olive analysées.	29
6	Activité anti-radicalaire au DPPH des huiles analysées.	30
7	Taux d'inhibition du radical ABTS ^{•+} des extraits d'huiles d'olive analysées.	31
8	Pouvoir réducteur des extraits d'huiles analysées.	32
9	Évolution de l'acidité des mayonnaises durant le stockage à 37 °C.	35
10	Cartographie de préférence globale des cinq formulations de mayonnaises.	36
Annexes		
1	Courbe d'étalonnage des polyphénols totaux	39
2	Courbe d'étalonnage des flavonoïdes	39
3	Courbe d'étalonnage du pouvoir réducteur	39
4	Questionnaire de l'analyse sensorielle de la mayonnaise	40

Liste des tableaux

N° du tableau	Titre du tableau	N° de page
I	Principaux producteurs mondiaux de l'huile d'olive.	8
II	Valeur nutritionnelle de la mayonnaise.	16
III	Formulations de mayonnaises élaborées.	23
IV	Résultats des paramètres physico-chimiques des huiles d'olives analysées.	25
V	Résultats des analyses physico-chimiques des mayonnaises formulées.	33
Annexes		
I	Principaux triglycérides d'huile d'olive.	38
II	Composition en acides gras de l'huile d'olive.	38
III	Coefficients de corrélation entre les composés bioactifs et l'activité antioxydante.	44

INTRODUCTION

Introduction

L'huile d'olive représente un aliment important du régime méditerranéen. Elle est l'une des huiles végétales les plus anciennes et qui peut être consommée sous sa forme brute sans traitement préalable (**Boskou, 1996**). La qualité de l'huile d'olive ne dépend pas seulement des pratiques de culture, de la période de la récolte, des techniques de récolte utilisées mais considérablement de la variété (**Dugo et al., 2004 ; Soufi et al., 2018**).

L'huile d'olive est reconnue pour ses nombreux bienfaits pour la santé, grâce à sa teneur élevée en acides gras mono-insaturés, et en antioxydants tels que l'hydroxytyrosol, le tyrosol et l'oléuropéine qui exercent une activité antioxydante considérable et contribuent ainsi à la réduction des risques de maladies cardiovasculaires et inflammatoires, cancers...etc (**Markellos et al., 2022 ; Ussia et al., 2025**). En plus de ses propriétés biologiques, l'huile d'olive apporte une saveur unique et délicate, ce qui la rend idéale pour l'incorporation dans plusieurs préparations alimentaires et/ou cosmétiques (**Flamminii et al., 2020**). Ceci a été rapporté par plusieurs auteurs qui ont récemment démontré que l'incorporation de l'huile d'olive comme ingrédient alimentaire améliore largement la qualité et les caractéristiques du produit obtenu (produits laitiers, margarines...) (**Bouhadi et al., 2022 ; D'Angelo Costa et Maia Campos, 2024**).

La mayonnaise est un produit alimentaire composée principalement d'une fraction huileuse qui peut être constituée de plusieurs types d'huiles alimentaires, ce qui affecte considérablement la qualité de la mayonnaise, notamment celle de l'émulsion (**Taslikh et al., 2022**). D'autant plus que les consommateurs recherchent aujourd'hui des produits alimentaires plus sains et naturels. D'où l'objectif de cette étude qui est d'évaluer l'activité antioxydante des huiles d'olive extraites de quatre variétés Algériennes, et d'étudier l'effet de leur incorporation dans la formulation de la mayonnaise sur ses caractéristiques organoleptiques, et physicochimiques ainsi que sa stabilité oxydative au cours du stockage. Ce travail se divise en deux parties :

- ❖ Une partie bibliographique portant sur des généralités sur l'olivier, l'huile d'olive, et la mayonnaise.

- ❖ Une partie expérimentale qui illustre les différentes méthodes d'analyses physico chimiques, dosage des composés phénoliques ainsi que l'estimation de l'activité antioxydante des huiles, suivie par l'élaboration de la mayonnaise et l'analyse physico-chimique, et sensorielle des différentes formulations élaborées.

SYNTHÈSE

BIBLIOGRAPHIQUE

I. L'Olivier

I.1. Espèces botaniques de l'olivier

L'olivier (*Olea europaea* L.) est l'un des arbres les plus emblématique de la région méditerranéenne. Il existe six sous-espèces reconnues, chacune ayant des caractéristiques morphologiques et une répartition géographique distincte. Ainsi, les sous-espèces *cuspidate*, *laperrinei*, *maroccana*, *guanchica* et *cerasiformis* sont largement répandues en Afrique et en Asie, dans le désert du Sahara, au Maroc, aux îles Canaries et à Madère, respectivement.

En revanche, la sous-espèce *europaea* qui est répartie de manière homogène dans l'ensemble du bassin méditerranéen est considérée comme la seule sous-espèce, à laquelle appartiennent l'olivier cultivé (var. *europaea*) et l'olivier sauvage ou oléastre (var. *sylvestris*) (Green, 2002).

I.2. Classification

I.2.1. Olivier sauvage

L'arbre *Olea europaea subsp. europaea* var. *sylvestris* est arborescent ou arbustif (Muzzalupo, 2012). Les branches sont souvent épineuses et les fruits sont plus petits (0,5-1,2 cm) que ceux des oliviers cultivés (1,2-4 cm) et produisent beaucoup moins d'huile (Turrill, 1951 ; Hannachi et al., 2008). Les oliviers sauvages se développent dans des régions arides et semi-arides, à différentes altitudes et sur différents types de sols, y compris ceux qui sont exposés à un déficit hydrique important, à la salinité et à de basses températures (Díaz-Rueda et al., 2020).

I.2.2. Olivier cultivé

Les fruits de l'olivier sont produits par *Olea europaea subsp. europaea* var. *europaea*, et seule cette sous-espèce du genre *Olea* produit des fruits comestibles. L'olivier cultivé peut atteindre des hauteurs allant de quelques mètres à une vingtaine de mètres (Muzzalupo, 2012). Le fruit est généralement allongé caractérisé d'un diamètre de 10-20 mm, il est constitué de trois parties : l'épicarpe, le mésocarpe, regroupés sous la dénomination de péricarpe, et l'endocarpe (figure 1) et une teneur élevée en huile (environ 15-30 % de la matière humide) (Besnard et al., 2018).

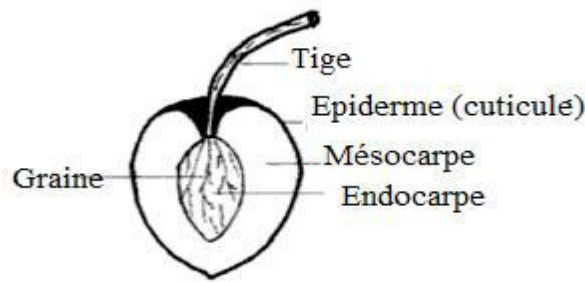


Figure 1 : Représentation schématique de l'olive (**Garrido-Fernández *et al.*, 1997**).

Selon l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (**ITAFV, 2023**), il existe 58 variétés cultivées d'olivier en Algérie. Parmi lesquelles on cite Limli, Azeradj, Bouchouk, Achemlal, cette dernière est principalement cultivée en Kabylie et représente 40% de la surface oléicole nationale (**Slaimia *et al.*, 2018**).

II. Huile d'olive

II.1. Définition

Selon **le codex alimentarius (1981)**, l'huile d'olive est l'huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea L.*), à l'exclusion des huiles obtenues par solvants ou par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature.

II.2. Classification

II.2.1. Huile d'olive vierge

Les huiles obtenues par des procédés mécaniques ou physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration. Elles sont classées comme suit :

- ❖ Huile d'olive extra vierge : cette classe renferme les huiles d'olive dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,8 g pour 100 g.
- ❖ Huile d'olive vierge : cette classe renferme les huiles d'olive dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 2 g pour 100 g.
- ❖ Huile d'olive vierge courante : cette classe renferme les huiles d'olive dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3,3 g pour 100 g.

II.2.2. Huile d'olive lampante

Une catégorie d'huiles d'olives vierges qui doivent faire l'objet d'un traitement avant leur consommation, son acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3 g pour 100 g. Elle est destinée aux industries du raffinage ou à des usages techniques.

II.2.3. Huile d'olive raffinée

L'huile d'olive raffinée est obtenue d'huiles d'olive vierges par des techniques de raffinage qui n'entraînent pas de modifications de la structure glycéridique initiale. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,3 g pour 100 g.

II.2.4. Huile des grignons d'olive

L'huile de grignons d'olive est l'huile obtenue au moyen d'extraction par solvants ou d'autres procédés physiques des grignons d'olive, à l'exclusion des huiles obtenues par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature **(COI, 2024)**.

II.3. Technologie de l'huile d'olive

L'huile d'olive est obtenue à partir d'olives fraîches extraites par des procédés mécaniques **(COI, 2019)**, qui incluent les principales étapes de récolte, effeuillage, lavage, broyage, malaxage et extraction.

II.3.1. Récolte des olives

La récolte des olives s'effectue lorsque les fruits sont matures. Au stade de maturation, l'huile d'olive produite se caractérise par une très bonne qualité. Il existe plusieurs techniques de récolte des olives : elle est faite soit par cueillette à la main, ou bien par un moyen mécanique, à l'aide de peignes pneumatiques ou secoueurs **(Labdaoui, 2017)**.

II.3.2. Effeuilage et lavage

Le nettoyage comporte deux opérations : l'effeuillage et le lavage. Les défoliateurs aspirent les feuilles, les brindilles et les saletés à travers un flux d'air puissant généré par un ventilateur ; tandis que les olives sont lavées par un courant d'eau **(Benlemlih et Ghanam, 2012)**. En effet, la présence des feuilles durant le processus d'exploitation peut conditionner la couleur de l'huile finale, comme elles génèrent une forte saveur astringente de l'huile en la rendant plus sensible à l'oxydation **(Yousfi et al., 2006)**.

II.3.3. Broyage

Cette opération est destinée à broyer les cellules de l'olive et à libérer les gouttelettes d'huile contenues dans la vacuole (**Benlemlih et Ghanam, 2012**). Au cours de cette opération, les fruits d'olives sont transformés en pâtes (**Fourati et al., 2003**). Les broyeurs les plus utilisés sont : les broyeurs à meules et les broyeurs métallique à marteaux (**Chabour, 2003**).

II.3.4. Malaxage

Le malaxage est fondamental pour augmenter le rendement de l'extraction. Il est conçu pour renforcer l'effet d'écrasement et d'uniformiser la pâte. Son principal objectif est de déstabiliser l'émulsion huile/eau de sorte que les gouttelettes d'huile se rassemblent pour former des gouttes plus grosses (**Benlemlih et Ghanam, 2012**). Le temps de malaxage de la pâte d'olive est important pour obtenir de bons rendements et pour cela il ne doit pas être inférieur à 45 minutes (**Giovacchino, 2002**).

II.3.5. Extraction

L'extraction de l'huile d'olive vise à séparer la phase liquide de l'huile des autres constituants du fruit (**Goldsmith, 2014**). Afin de produire une huile d'olive de qualité, l'extraction se fait à froid pour garder sa valeur nutritionnelle et sa matière grasse (**Zaidi et al., 2023**).

Selon **Labdaoui (2017)**, la séparation se fait en deux étapes.

➤ Séparation des deux phases liquide-solide

La pâte malaxée est centrifugée horizontalement dans le but de séparer les deux phases. La phase solide contient les restes des noyaux, la peau, et la pulpe des olives dépourvue de son huile par contre la phase liquide contient de l'huile et l'eau. La phase solide s'appelle « grignons » constitue l'un des deux principaux coproduits générés par l'huile d'olive.

➤ Séparation des phases liquide-liquide

La phase liquide qui est un mélange d'huile et d'eau subit une séparation. Cela se fait soit par une simple décantation gravitationnelle, soit par une centrifugation. La phase séparée de l'huile constitue le deuxième coproduit de la fabrication de l'huile d'olives appelée « margines ».

II.3.6. Stockage et qualité de l'huile d'olive

Au cours du stockage de l'huile d'olive, des altérations peuvent se produire soit par contact avec un équipement inadéquat, soit par exposition prolongée à des contaminants (dépôts), soit par oxydation au contact de l'air et de la lumière. Par conséquent, les huiles doivent être stockées à l'abri de la lumière et de l'humidité et à des températures inférieures à 15 °C, car les températures élevées accélèrent l'oxydation et les altérations biochimiques susceptibles d'induire le rancissement des huiles d'olive.

La conservation des huiles se fait, dans la plupart des cas, dans des fûts en céramique. Cependant, il est nécessaire de fermer immédiatement la bouteille après chaque utilisation, afin d'éviter que l'huile ne perde son arôme et son goût et de la protéger des odeurs extérieures (Clodoveo *et al.*, 2015 ; Gagour *et al.*, 2024).

II.4. Marché économique de l'huile d'olive

II.4.1. Production mondiale de l'huile d'olive

L'olive est l'une des principales cultures oléagineuses au monde, après le soja, le colza, le tournesol et le palmier à huile (Titouh, 2020). Les oliviers représentent une catégorie importante de cultures pérennes à l'échelle mondiale, couvrant environ 25 % de la superficie totale cultivée dans 63 pays sur tous les continents, soit un total de 11,6 millions d'hectares (Khamkhoun et Boukhalfa, 2024). La production mondiale est fluctuante d'une année à une autre, ces déséquilibres sont dus au changement climatique et le phénomène de l'alternance qui caractérise la culture d'olivier (COI, 2022). L'Espagne, la Turquie et la Grèce sont les producteurs mondiaux principaux parmi plusieurs d'autres pays (tableau I).

Tableau I : Principaux producteurs mondiaux de l'huile d'olive (COI, 2024).

Pays	2022/2023 (× 1000 T)	2023/2024 (× 1000 T)	2024/2025 (× 1000 T)	Taux de variation
Espagne	665,8	854	1289,9	+51%
Italie	240,9	328,5	224	-32%
Grèce	345	175	250	+43%
Portugal	126	160,9	195	+21%
Total UE	1392	1531,5	1973	+29%
Tunisie	217	220	340	+55%
Turquie	451	215	450	+109%
Maroc	107	106	90	-15%
Algérie	75,5	93	85	-9%
Total	2228,2	2152,4	2923,9	+36%

⁺ : Augmentation de la production, ⁻ : baisse de la production.

Selon les données officielles et les estimations du Secrétariat exécutif du COI, la consommation mondiale de l'huile d'olive atteigne 3 064 500 tonnes au cours de la campagne 2024/2025, soit une augmentation de 10% par rapport à la campagne précédente 2023/2024 (COI, 2025).

II.4.2. Production de l'huile d'olive en Algérie (Marché national)

L'olivier est l'un des principaux arbres fruitiers cultivés en Algérie sa superficie est de 450 000 hectares, où le nombre de 62 millions d'arbre représentent plus de 50% de la population arboricole nationale (FAO, 2024). L'oléiculture est concentrée exclusivement au niveau de six wilaya : trois wilaya de la région du centre, qui recouvre plus de 50% de la surface oléicole nationale (Bejaia, Tizi Ouzou, Bouira) et trois de la région Est (Bordj Bou Arreridj, Sétif et Jijel), (Lamani et Ilbert, 2016).

La wilaya de Bejaia est une wilaya oléicole par excellence, elle représente la principale zone de production oléicole en Algérie ; son caractère montagneux et son climat méditerranéen ont fait d'elle une région pilote en termes de production oléicole (Zaidi et al., 2021).

La production de l'huile d'olive a connu une variation durant les cinq dernières campagnes oléicoles enregistrant les taux les plus élevés de (94,5 ×1000 T) et de (93 ×1000T) qui correspondent respectivement aux deux campagnes oléicoles (2021/2022) et

(2023/2024). Cependant le taux de production enregistré durant la campagne oléicole actuelle (2024/2025) est estimé à (85 ×1000 T) (COI, 2025).

II.5. Composition de l'huile d'olive

Les huiles d'olive sont composées de deux fractions : saponifiable et insaponifiable (Lopes de Souza *et al.*, 2017).

II.5.1. Fraction saponifiable

Cette fraction est également appelée fraction glycéridique qui représente environ 98 à 99 % du poids de l'huile et constituée principalement de triacylglycérols, tels que : la trioléine (OOO) qui est le triacylglycérol le plus abondant, la palmitodioléine (POO), la palmitooleolinoléine (POL) et la Linoleodioléine (LOO) (tableau I, annexe 1) (Gunstone *et al.*, 1994 ; Gracia-Gonzalez *et al.*, 2008). L'huile d'olive se caractérise par une teneur élevée d'acides gras, notamment les acides gras mono-insaturés (AGMI) tel que l'acide oléique (C18 :1) dont la teneur varie de 55 à 83 %, tandis que les acides gras saturés (acides palmitique et stéarique) représentent environ 14 %. D'autres acides gras comme l'acide linoléique ou palmitoléique sont également présents à de faibles concentrations (tableau II, annexe 1) (Ruiz-Canela *et al.*, 2011 ; Foscolou *et al.*, 2018).

II.5.2. Fraction insaponifiable

L'huile d'olive renferme divers composés insaponifiables qui représentent un taux de 0,4 à 0,8%. Ils contribuent à sa stabilité à l'oxydation et sa saveur unique, ainsi que sa couleur. Ces ingrédients incluent les composés phénoliques, tocophérols, pigments, composés aromatique, hydrocarbures terpéniques et stérols (Lopez *et al.*, 2014 ; Metlef., 2021).

II.5.2.1. Composés phénoliques

Ils sont définis comme les métabolites secondaires des végétaux dont la structure se caractérise par la présence d'un ou de plusieurs groupements hydroxyles, modifiés ou non, attachés à une structure aromatique (Richter, 1993). L'huile d'olive contient plus de 36 composés phénoliques (figure2) dont les plus abondants sont les sécoïridoïdes, lignanes, flavonoïdes, acides et alcools phénoliques (Ollivier *et al.*, 2004). Ces composés confèrent à l'huile une meilleure stabilité lors du stockage, et une saveur amère (Tanouti *et al.*, 2011). Ils sont également impliqués dans la défense contre les dysfonctionnements liés au stress oxydatif (Ocakoglu, 2008). La concentration de ces substances varie selon la variété, la

région de culture, les pratiques agricoles, la maturité des olives à la récolte et le traitement post-récolte (Virruso-Claudia *et al.*, 2014).

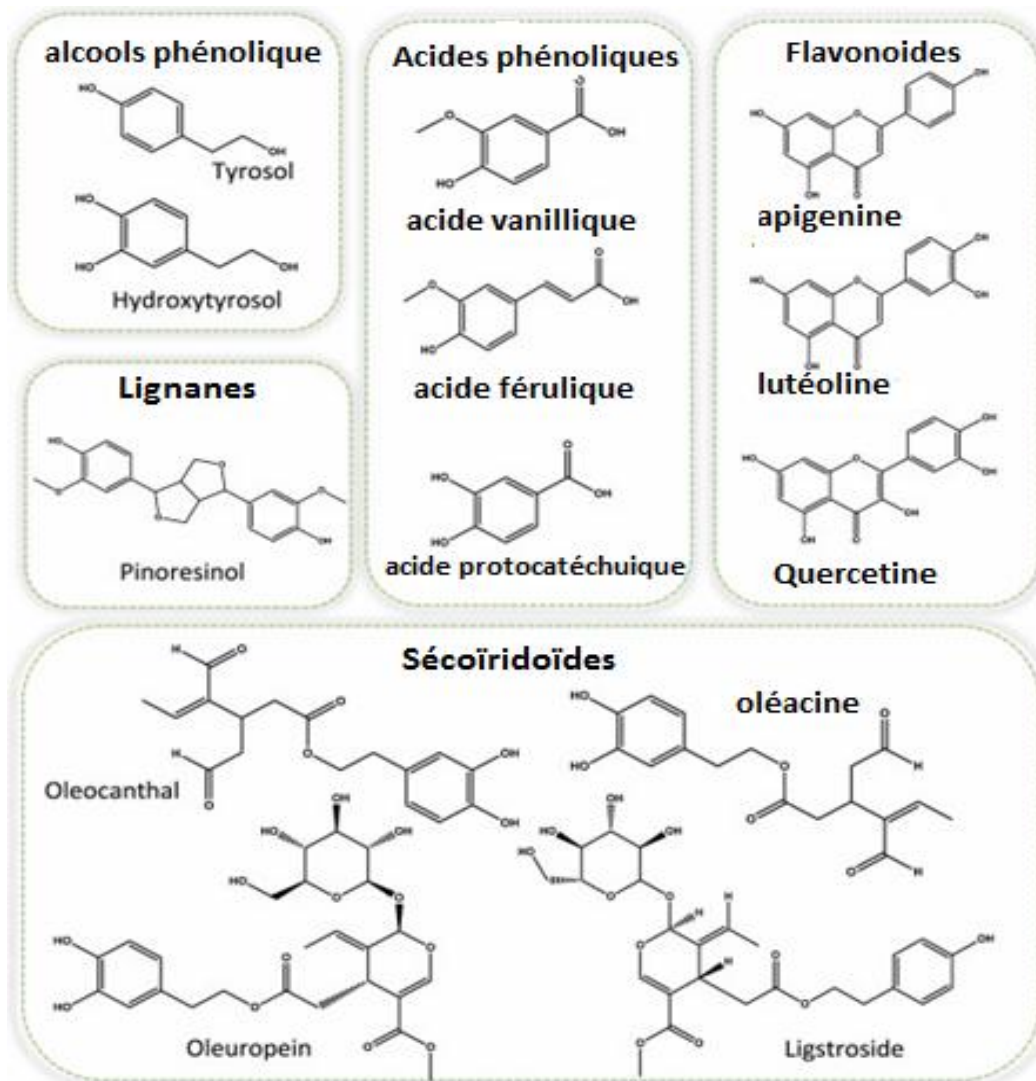


Figure 2 : Structure des principaux composés phénoliques de l'huile d'olive (Blasi *et al.*, 2024).

II.5.2.2. Tocophérols

Les quatre types de tocophérols présents dans l'huile d'olive sont : α , β , γ et δ , ces formes diffèrent selon le nombre et la position des groupements méthyliques ; la forme α est le tocophérol le plus abondant de l'huile d'olive, constituant plus de 90 % de la fraction totale (Psomiadou *et al.*, 2000 ; Jimenez-Lopez, 2020). L' α -tocophérol liposoluble, est l'analogue ayant l'activité biologique la plus élevée, et le représentant prédominant de la vitamine E de l'huile d'olive vierge (Grigoriadou *et al.*, 2007).

II.5.2.3. Stérols

Les stérols sont des lipides importants liés à la qualité de l'huile d'olive et sont considérés comme indicateurs de son authenticité. Quatre classes de stérols sont présentes : les stérols communs (4 desméthylstérols), les 4 α -méthylstérols, les alcools triterpéniques (4,4-diméthylstérols) et les dialcools triterpéniques. Le β -sitostérol est le stérol le plus abondant de l'huile d'olive et représente plus de 75% des stérols totaux (**Gorinstein et al., 2003**).

II.5.2.4. Pigments

La couleur est l'une des caractéristiques organoleptiques les plus importantes des huiles d'olive et un facteur d'acceptabilité dans la perception de la qualité par les consommateurs. De plus, elle pourrait être utilisée comme un outil important pour l'authenticité de l'huile d'olive et le contrôle de la qualité (**Dabbou et al., 2011**). La couleur de l'huile d'olive est liée à la solubilisation des chlorophylles et des carotènes liposolubles présents dans le fruit frais (**Boskou, 1996**).

a. Chlorophylles

C'est le pigment vert responsable de la couleur des feuilles des plantes. Les chlorophylles de l'huile d'olive comprenant la chlorophylle a et b, la phéophytine a et b et d'autres dérivés (**Borello et Domenici, 2019**). La teneur totale des chlorophylles varie de 0 à 20 ppm. Dans les huiles d'olive fraîches obtenues à partir d'olives vertes, la chlorophylle est abondante, ce qui donne à l'huile une teinte verte caractéristique. Cependant, avec le temps et l'exposition à la lumière, la chlorophylle peut se dégrader, entraînant un changement de couleur de l'huile d'olive passant du stade vert au stade jaune doré (**Gandul-Rojas, 1996 ; Jimenez-Lopez et al., 2020**).

b. Caroténoïdes

Il s'agit de pigments de couleur jaune à rouge présents dans les fruits et légumes (**Criado et al., 2008**). Les olives mûres ayant une teneur plus élevée en caroténoïdes contribuent à une huile plus jaunâtre (**Jimenez-Lopez et al., 2020**). Les caroténoïdes comprenant principalement la lutéine, le β -carotène, la néoxanthine, la violaxanthine et d'autres xanthophylles (**borello, 2019**). Ces pigments jouent un rôle dans la couleur de l'huile d'olive et peuvent être plus apparents dans les huiles les plus âgées ou exposées à la lumière. Ce sont des inhibiteurs très efficaces de la photooxydation induite par les pigments chlorophylliens (**Aparicio-Ruiz et al., 2012**).

II.5.2.5. Hydrocarbures aliphatiques

Deux hydrocarbures caractérisent l'huile d'olive, le squalène et le β -carotène (**Benlemlih et Ghanam., 2012**). L'hydrocarbure majeur de l'huile d'olive est le squalène ($C_{30}H_{50}$); il s'agit d'un triterpène qui apparaît lors de biosynthèse de cholestérol et autres stérols (**Assman et Wahburg, 2000**). Le squalène qui constitue plus de 90% de la fraction hydrocarbonée exerce des effets antitumoraux contre certains types de cancers (**Jimenez-Lopez et al., 2020**).

II.5.2.6. Composés aromatiques

Les composés aromatiques sont des molécules de faible poids moléculaire possédant une volatilité à température ambiante (**Veillet, 2010**). La fraction volatile des huiles d'olives contient environ 280 composés différents. Ce sont des produits d'oxydation enzymatique des acides gras, il s'agit essentiellement des hydrocarbures, des alcools, des aldéhydes, des esters, et des cétones (**Boskou, 2006 ; Soufi et al., 2025**).

II.6. Propriétés biologiques de l'huile d'olive

II.6.1. Activité antioxydante

L'activité antioxydante de l'huile d'olive est attribuée à ses antioxydants spécifiques tels que l'hydroxytyrosol, tyrosol, oleuropéine qui neutralisent les radicaux libres, augmentant ainsi l'expression des enzymes antioxydantes et inhibent l'oxydation des lipoprotéines de basse densité (LDL) (**Arangia et al., 2023 ; Frumuzachi et al., 2024**). Par ailleurs, les flavonoïdes comme l'apigénine et la lutéoline forment des complexes avec les métaux de transition (**Heim et al., 2002 ; Kejik et al., 2021**), et préviennent ainsi la peroxydation lipidique en inhibant les enzymes pro-oxydantes (**Middleton et al., 2000 ; Williams et al., 2004**).

L'alpha tocophérol qui est un antioxydant liposoluble, présent dans les membranes cellulaires protège contre l'action des radicaux libres (**Gardés-Albert et al., 2003**). Cependant, le squalène neutralise l'oxygène singulet et prévient la peroxydation des lipides (**Huang et al., 2009 ; Micera et al., 2020**). Parmi les caroténoïdes de l'huile d'olive, le β -carotène et la lutéine ont la capacité à piéger l'oxygène singulet ce qui peut expliquer certaines propriétés anticancéreuses exercées par ces molécules (**Di mascio et al., 1991**).

II.6.2. Activité anti-inflammatoire

L'huile d'olive riche en polyphénols tels que l'oléocanthal, l'oléuropéine et l'hydroxytyrosol, exerce une puissante activité anti-inflammatoire à plusieurs niveaux, ces composés inhibent les enzymes COX-1 et COX-2, modulant la voie NF- κ B et réduisant la production de cytokines (IL-1 β , IL-6, TNF- α) et de médiateurs oxydatifs (**Tamburini et al., 2025**).

II.6.3. Activité antimicrobienne

Il a été démontré que certains composés phénoliques de l'huile d'olive tels que l'oléuropéine, l'hydroxytyrosol exercent une activité antimicrobienne contre plusieurs bactéries pathogènes, notamment les Gram-positif et négatif (**Liu et al., 2017 ; Borjan et al., 2020 ; Di Pietro et al., 2024**), ils exercent également une activité antivirale (**Geromichalou et Geromichalos, 2022**) et antifongique inhibant ainsi la croissance de souches de Candida (**Zoric et al., 2013 ; Di Pietro et al., 2022**).

II.6.4. Activité antidiabétique

Des études ont confirmé que les polyphénols de l'huile d'olive régulent le métabolisme du glucose, notamment son transport et son métabolisme intracellulaire, augmentant ainsi sa sensibilité à l'insuline et à sa sécrétion (**Liva et al., 2025**).

II.6.5. Activités anti-athérosclérotique et cardioprotectrice

Les polyphénols de l'huile d'olive préviennent l'action des LDL impliquées dans la formation des plaques d'athéromes soulignant leurs effets cardioprotecteurs. Par ailleurs, Il a été démontré *in vivo* que l'acide oléique réduit le taux de cholestérol total, des lipoprotéines de très faible densité et des lipoprotéines de faible densité (LDL) en inhibant l'activité du récepteur LDL hépatique, l'activité de la protéine de transfert du cholestérol plasmatique (**Lu et al., 2024**).

II.7. Incorporation de l'huile d'olive dans des préparations alimentaires

Plusieurs études ont montré que l'ajout de l'huile d'olive dans des préparations alimentaires améliore non seulement la qualité nutritionnelle, mais aussi leurs caractéristiques sensorielles, grâce à sa richesse en acides gras mono-insaturés, en antioxydants naturels, notamment en composés phénoliques (**Haddam et al., 2014**).

II.7.1. Produits laitiers

L'étude menée par **Ivanova et al., (2020)**, a indiqué que l'intégration de l'huile d'olive encapsulée dans du fromage frais permet d'améliorer la stabilité oxydative du produit tout en préservant ses qualités organoleptiques.

Par ailleurs, **Irfan et al., (2023)** a montré que l'ajout d'une émulsion d'huile d'olive et de protéines de lactosérum dans le fromage cheddar améliore ses propriétés physico chimiques, microbiologiques et ses qualités nutritionnelles.

II.7.2. Corps gras

Une margarine diététique à base d'huile d'olive et de lait de soja a été formulée par **Achour et Gouda (2017)** comme alternative plus saine aux margarines classiques.

Papadaki et al., (2020) ont formulé un oléogel à base d'huile d'olive en utilisant des esters de cire dérivés d'acides gras de soja, ce qui permet d'utiliser l'huile d'olive sous forme solide dans différentes préparations alimentaires.

Cependant, **Bouhadi et al., (2022)**, ont montré que l'enrichissement du concentré de tomate par l'huile d'olive vierge améliore ses caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques.

En plus des préparations alimentaires, l'huile d'olive a attiré l'attention des scientifiques et industriels en tant qu'ingrédient cosmétique important.

Parente et al., (2013), ont démontré que l'incorporation de l'huile d'olive vierge à différentes concentrations d'huile (10 à 30 %) lors de la formulation des crèmes cosmétiques a été à l'origine d'odeur fruitée caractéristique et de texture onctueuse.

D'Angelo Costa et Maia Campos (2024) ont développé et évalué l'efficacité clinique de formulation cosmétique contenant de l'extrait d'olive et de *Spirulina sp.* et ont montré une amélioration significative d'hydratation.

III. Mayonnaise

III.1. Historique sur mayonnaise

L'origine du mot mayonnaise est « mahonnaise » qui revient à la fabrication d'une sauce à base de jaune d'œuf, d'huile et du vinaigre à Mahón, la capitale de Minorque (Espagne), qui a ensuite été consacrée et renommée en France sous le nom de mayonnaise en 1806 (**Langton et al., 1999 ; McGee, 2004**). Elle a été commercialisée pour la première fois au début des années 1990 devenant populaire en Amérique de 1917 à 1927 (**Harrison et Cunningham, 1985**), puis au Japon où les ventes ont augmenté de 21% entre 1987 et 1990 (**Brabant, 1992**).

III.2. Définition de la mayonnaise

Selon le **codex alimentarius (1989)** la mayonnaise est une sauce condimentaire obtenue en émulsionnant une ou plusieurs huiles végétales comestibles dans une phase aqueuse constituée du vinaigre ; l'émulsion huile-dans-eau étant produite en utilisant du jaune d'œuf de poule. La mayonnaise peut contenir des ingrédients facultatifs tels que le sucre, condiments, épices, herbes aromatiques, fruits et légumes et produits laitiers.

III.3. Ingrédients de la mayonnaise

La mayonnaise, elle se compose d'huile, d'eau, de jaune d'œuf, de sel, de sucre, d'édulcorant et d'autres ingrédients facultatifs. Chacun de ces ingrédients, en fonction de son niveau et de sa qualité, détermine les caractéristiques qualitatives de l'émulsion (**Mirhosseini et al., 2008**).

III.3.1. Huile

La mayonnaise doit contenir au moins 50 % d'huile végétale, qui constitue la phase grasse du produit (**Scott Smith et Hui, 2004**). L'huile de soja et l'huile de tournesol sont parmi les huiles végétales les plus utilisées dans la fabrication de la mayonnaise. D'autres types ont également été utilisés dans ce produit, comme l'huile de palme (**Chandrasekaran et Bahkali, 2013**).

III.3.2. Œufs

L'œuf de poule a une structure complexe qui se divise en deux fractions principales : le jaune d'œuf et le blanc d'œuf, qui ont des applications distinctes dans l'industrie alimentaire. Le jaune d'œuf est généralement utilisé comme un émulsifiant, tandis que le blanc d'œuf est plus couramment utilisé pour stabiliser les mousses (**Wu, 2014**).

La capacité émulsifiante du jaune d'œuf est principalement due à la présence de phospholipides principalement la lécithine et de lipoprotéines de haute et de basse densité (Alvarez-Sabatel *et al.*, 2018).

III.3.3. Vinaigre ou jus de citron

Le vinaigre et le jus de citron sont les ingrédients les plus souvent utilisés pour former une barrière antimicrobienne. C'est l'acide le plus couramment utilisé dans la conservation de la mayonnaise, car il a une valeur antiseptique et aide également à prévenir la détérioration et le rancissement (Jaeger, 2012).

III.3.4. Moutarde

La moutarde est un agent aromatisant. Les protéines qu'elle contient participent également à l'émulsification et la formation de la structure (Bredikhin *et al.*, 2023).

III.3.5. Sel

Le sel est utilisé pour équilibrer l'ensemble des ingrédients, il améliore le goût de la mayonnaise et agit comme un conservateur (Alves Gomes *et al.*, 2017).

III.4. Valeur nutritionnelle de la mayonnaise

La mayonnaise, en tant qu'émulsion huile-dans-eau, est un aliment très énergétique en raison de sa forte teneur en matières grasses, souvent comprise entre 70 et 80 %. Elle fournit en moyenne 640 à 750 kcal/100 g, ce qui en fait une source concentrée de lipides. Néanmoins, sa qualité nutritionnelle (tableau II) peut varier en fonction des ingrédients utilisés. Lorsqu'elle est formulée avec des huiles riches en acides gras insaturés, comme l'huile d'olive ou de colza, elle peut offrir un meilleur profil lipidique, avec des effets bénéfiques sur la santé cardiovasculaire (Depree *et al.*, 2001).

Tableau II : Valeur nutritionnelle de la mayonnaise (Abd Rashed *et al.*, 2017).

Valeur nutritionnelle	Pour 100g
Energie	432,73 kcal
Eau	28,71g
Protéines	1,09 g
Glucides	37,88 g
Lipides	30,76g
Sel	0,6g

III.5. Propriétés de la mayonnaise

III.5.1. Propriété technologique

Il est bien connu que le jaune d'œuf est l'émulsifiant le plus utilisé dans la formulation traditionnelle de la mayonnaise. Cette émulsion offre une texture crémeuse, stabilise les gouttelettes d'huile et permet de disperser efficacement les composés hydrophiles et lipophiles (**Li et al., 2013 ; Wlodarczyk et al., 2022**), ainsi que le type et la quantité d'huile utilisé détermine viscosité, consistance, texture de la mayonnaise (**Štern et al., 2007**).

III.5.2. Propriété antimicrobienne

Les huiles essentielles de la moutarde (Isothiocyanate d'allyle principalement) ainsi que le pH acide du vinaigre ou du jus de citron permettent l'inhibition de la croissance des bactéries pathogènes tels que *Escherichia Coli* et *Salmonella spp* (**Smittle, 2000 ; Goli et al., 2022**).

III.5.3. Propriété antioxydante

La richesse des huiles d'olives en polyphénols et en vitamine E confèrent à la mayonnaise une meilleure stabilité et une faible oxydation par conséquent une meilleure conservation des lipides, tandis que l'huile de tournesol lui confère une forte efficacité anti-radicalaire (**Suhag et al., 2024**).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

I. Huile d'olive

I.1. Échantillonnage

Les échantillons d'huiles d'olives analysés dans la présente étude ont été extraits à partir de quatre variétés distinctes d'olive : Limli, Achemlal, Azeradj et Bouchouk, dont le choix a été fait selon la disponibilité, récoltées dans la région de Biziou (wilaya de Bejaia) durant la campagne oléicole 2024/2025. L'extraction a été faite à froid au niveau d'une huilerie moderne (figure 3).



Figure 3 : Echantillons des huiles d'olives analysées.

I.2. Analyses physico-chimiques

I.2.1. Humidité

Selon **Agar et al., (1998)**, le taux d'humidité ou teneur en eau est la perte de masse que subit l'échantillon après séchage à une température voisine de $105 \pm 2^\circ\text{C}$, dans une étuve isotherme et à une pression atmosphérique, jusqu'à stabilisation du poids. Une masse de deux grammes de chaque échantillon ont été séchés à l'étuve à 105°C . Les échantillons sont refroidis dans un dessiccateur puis pesés. Le taux d'humidité est exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{(P_1 - P_0) - (P_2 - P_0)}{P_e} \times 100$$

Où : **H (%)** : Taux d'humidité de l'échantillon (exprimé en pourcentage) ;

P₀ : masse de la boîte vide en g ;

P₁ : masse de la boîte avec l'huile en g avant séchage ;

P₂ : masse de la boîte avec l'huile en g après séchage ;

P_e : masse de la prise d'essai.

I.2.2. Acidité

L'acidité représente le taux d'acide gras libres présents dans une huile ; elle renseigne sur le degré d'hydrolyse (ISO, 1996). Après dissolution d'une masse de 0,5g d'huile dans 2,5ml d'un mélange éthanol/éther-diéthylique (V/V). Les acides gras présents sont titrés à l'aide d'une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) (0,01N) en présence de phénolphthaléine (1%). Un essai témoin (sans matière grasse) est réalisé dans les mêmes conditions. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'acide oléique selon la formule :

$$A (\% \text{ acide oléique}/100 \text{ g d'huile}) = \frac{(V - V_0) \times N \times M}{10 \times m}$$

Où $A\%$: Pourcentage d'acidité

V : Volume de solution de KOH nécessaire pour neutraliser l'échantillon ;

V_0 : Volume de solution de KOH nécessaire pour neutraliser le témoin ;

N : Normalité de l'hydroxyde de potassium utilisé pour titrer l'échantillon (0,01N) ;

M : masse molaire de l'acide oléique (282g/ml) ;

m : masse de la prise d'essai.

I.2.3. Indice de peroxyde

Les peroxydes sont les composés caractéristiques dérivés de l'oxydation des acides gras insaturés et sont déterminés en fonction de leur capacité à libérer l'iode de l'iodure de potassium en milieu acide (Nakajima, 1979).

L'indice de peroxyde est déterminé selon la méthode décrite dans le règlement CEE/2568/91. Une masse de 0,5g d'huile est mise en solution avec 2,5ml du mélange chloroforme/acide acétique, puis additionnée d'un volume de 2,5ml d'une solution saturée d'iodure de potassium. Après réaction pendant 5 min à l'obscurité, un volume de 2,5ml d'eau distillée est ajouté et l'iode libéré est titré par une solution de thiosulfate de sodium (0,01N) en présence d'empois d'amidon comme indicateur. L'indice de peroxyde est exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme d'huile selon la formule suivante :

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

Où I_p : Indice de peroxyde ;

N : Normalité de ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) (0,01N) ;

V : Volume de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ nécessaire pour le titrage de l'échantillon (ml) ;

V0 : Volume de Na₂S₂O₃ nécessaire pour le titrage de l'essai témoin (ml) ;

m : masse en de la prise d'essai.

I.2.4. Absorbance dans l'ultraviolet

L'oxydation de l'huile d'olive conduit à la formation des produits primaires, les diènes conjugués qui absorbent à une longueur d'onde au voisinage de 232 nm et les triènes conjugués qui absorbent à 270 nm (**Gharby et al., 2011**).

0,1g d'huile d'olive est solubilisée dans 10ml d'hexane, puis le mélange est homogénéisé. Les extinctions sont mesurées aux longueurs d'onde 232 et 270nm (**Bouhadjra, 2011**). Les valeurs d'extinctions spécifiques à 232 et 270 nm sont calculées selon la formule suivante :

$$E = \frac{A_{\lambda}}{C \times l}$$

Où **E** : Extinction spécifique ;

A_λ : Absorbance à la longueur d'onde λ ;

C : Concentration de la solution en g/100 ml ;

l : Longueur de la cuve en centimètre (1 cm).

I.3. Extraction et dosage des composés phénoliques totaux

I.3.1. Préparation des extraits

L'extraction liquide-liquide a été adoptée selon le protocole décrit par **McDonald (2001)** avec quelques modifications. Une masse de 4g d'huile est solubilisée dans 8ml de méthanol eau (v/v). Après agitation pendant 10 min, 3ml d'hexane est additionné ; le mélange est centrifugé 5000 ppm/5min. Après centrifugation la phase méthanolique est récupérée et lavée 4 fois avec l'hexane.

I.3.2. Dosage des composés phénoliques totaux

La méthode adoptée repose sur la réduction en milieu alcalin du complexe phosphotungstique-phosphomolybdique du réactif de Folin-Ciocalteu par les groupements hydroxyles des composés phénoliques, formant des produits de réduction de couleur bleue. L'intensité de cette couleur est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon (**Georgé et al., 2005**).

La teneur en composés phénoliques totaux est déterminée selon la méthode décrite par **Kahkonen et al., (1999)**. Un volume de 200μl d'extrait est mélangé avec 1ml du réactif

de Folin-Ciocalteu dilué. Le mélange est agité pendant 3 min puis additionné avec 800µl de carbonate de sodium (4%). Après 1h d'incubation à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 725 nm. La concentration en composés phénoliques totaux est estimée en mg équivalent d'acide caféique (mg EAC/kg d'huile d'olive), en se référant à la courbe d'étalonnage (figure 1, annexe 2).

I.3.3. Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes est déterminée selon la méthode décrite par **Kim et al., (2003)**. 200µl d'extrait sont mélangés avec 800µl d'eau distillée, 60µl de nitrite de sodium et 60 µl de chlorure d'aluminium. Après incubation pendant 5 min, le mélange est additionné de 300µl d'hydroxyde de sodium (1M) et de 480µl d'eau distillée. L'absorbance est mesurée à 510 nm et la teneur en flavonoïdes est exprimée en mg équivalent de quercitine par kg d'huile d'olive, en se référant à une courbe d'étalonnage (figure 2, annexe 2).

I.4. Mesure de l'activité antioxydante

I.4.1. Activité anti-radicalaire (DPPH•)

Le radical DPPH• (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est l'un des rares radicaux organiques stables. Une solution éthanolique de DPPH• de couleur pourpre intense, subit une décoloration en présence d'un antioxydant (**Katalinic et al., 2006**).

Un volume de 100µl d'extrait est additionné de 900µl de la solution DPPH•. Le mélange est incubé à l'obscurité pendant 30 min et la décoloration par rapport au témoin, contenant le DPPH et le solvant d'extraction est mesurée à 517 nm (**Turkmen et al., 2006**). L'activité anti radicalaire est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH selon la formule ci-après :

$$\text{Pourcentage d'inhibition (\%)} = [(At-Ae)/At] \times 100$$

Où At : Absorbance du témoin ;

Ae : Absorbance de l'extrait.

I.4.2. Activité scavenger du radical ABTS•+

Le radical cationique ABTS•+ est réactif vis-à-vis de la plupart des antioxydants. Au cours de cette réaction, le cation radicalaire ABTS•+ bleu-vert est converti en sa forme neutre incolore (**Martysiak et Wenta, 2012**).

Le pouvoir antiradicalaire contre le radical ABTS•+ (2,2'-azinobis 3-éthylbenzthiazoline-6-acide) est déterminé selon la méthode de **Re et al., (1999)**. Une

solution d'ABTS^{•+} à 7m M et 2,45m M de persulfate du potassium est préparée dans 25ml d'eau distillée, cette solution est incubée à l'obscurité pendant 18h à température ambiante ; ce temps permet la formation du radical ABTS^{•+}. Un volume de 100µl d'extrait méthanolique est additionné de 900µl de solution d'ABTS^{•+}. La décoloration par rapport au témoin, contenant l'ABTS^{•+} et le solvant (éthanol) est mesurée à 734nm après 30min d'incubation à l'obscurité.

Le pourcentage d'inhibition du radical ABTS^{•+} est déterminé selon la formule suivante :

$$(\%) \text{ d'inhibition ABTS}^{\bullet+} = (Ac - Ae / Ac) \times 100$$

Ac : Absorbance du témoin.

Ae : Absorbance de l'échantillon.

I.4.3. Pouvoir réducteur du fer

Le test du pouvoir réducteur du fer est basé sur la capacité des phénols à réduire les ions Fe³⁺ en Fe²⁺. Lorsque la réaction se produit, il se forme un complexe coloré de Fe²⁺ de couleur bleue intense (**Attard et al., 2022**). Le pouvoir réducteur est estimé par la méthode de **Gülçin et al., (2002)**. Un volume de 250µl d'extrait est mélangé avec 250 µl de tampon phosphate (0,2 M, pH 6,6) et 250µl de ferricyanure de potassium (1%). Après incubation, à 50°C/20 min, 250µl d'acide trichloroacétique (TCA) (10%) sont additionnés. Après réaction pendant 5min, un volume de 200µl de chlorure ferrique (0,1%) est ajouté. L'absorbance est mesurée à 700nm. Le pouvoir réducteur des extraits est exprimé en mg équivalent d'acide ascorbique /Kg d'huile (figure 3, annexe 2).

II. Mayonnaise

II.1. Formulation de la mayonnaise

Cinq types de formulations de mayonnaise ont été préparées en incorporant dans la phase huileuse les différentes huiles provenant des variétés d'huiles d'olive étudiées, cependant une seule formulation a été préparée seulement à base d'huile de table commerciale (tableau III) comme suit :

Tableau III : Formulations de mayonnaises élaborées.

Formulations	Huiles utilisées	
Formulation 1	Huile d'olive Limli	Huile de table commerciale
Formulation 2	Huile d'olive Achemlal	Huile de table commerciale
Formulation 3	Huile d'olive Azeradj	Huile de table commerciale
Formulation 4	Huile d'olive Bouchouk	Huile de table commerciale
Formulation 5	Huile de table commerciale	

Les formulations ont été préparées selon le protocole suivant : on utilise 52g d'œuf dur auxquels sont ajouté 1g de sel, 6 ml du jus de citron, 5g de moutarde. Ces ingrédients sont mélangés à l'aide d'un bras mixeur à vitesse réduite, puis on ajoute progressivement 60 ml d'huile d'olive et 20 ml d'huile de table commerciale.

II.2. Analyses physico-chimiques

II.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

La mesure du pH est effectuée par un pH-mètre électronique relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans la mayonnaise à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé (AFNOR, 1982).

II.2.2. Teneur en sel

La méthode de MOHR (ISO 885/1.02.2004) a été adoptée, une prise d'essai (1g) de la mayonnaise est dissoute dans 10 ml d'eau chauffée à 50°C. Le mélange est titré avec une solution de nitrate d'argent (AgNO_3) à 0,1N en présence de 2ml du chromate de potassium (K_2CrO_4) comme indicateur coloré, jusqu'à l'apparition d'une coloration rouge brique. La méthode se base sur la réaction entre les ions de Cl^- et ceux de Ag^+ du nitrate d'argent (AgNO_3). Le chlorure d'argent se précipite. La teneur en sel est exprimée en pourcentage selon la formule suivante

$$\text{Pourcentage de sel (\%)} = 5,85 \times [(V_{(\text{AgNO}_3) \text{ échantillon}} - V_{(\text{AgNO}_3) \text{ essai à blanc}}) \times N] / \text{PE}$$

V : Volume de la chute dans la burette (ml) ;

PE : Masse de la prise d'essai (1g) ;

M : Masse molaire de NaCl (58,5 g/mol) ;

N : Normalité d'AgNO₃ (0,1 N).

II.2.3. Acidité

L'analyse portant sur l'acidité a été adoptée selon le même protocole décrit pour l'huile d'olive.

II.3. Test de vieillissement accéléré

Ce test consiste à oxyder la mayonnaise dans une étuve portée à 37° C pendant 30 jours. La mise en évidence de l'oxydation est suivie par la mesure de l'acidité pour tout prélèvement des formulations des différents mayonnaises effectués chaque 3 jours.

II.4. Analyse sensorielle

L'évaluation sensorielle est effectuée au sein du laboratoire de l'analyse sensorielle de l'université Abderrahmane Mira par un panel de 9 experts de la dégustation. Les échantillons sont présentés de manière aléatoire et codés pour éviter les influences externes. Chaque évaluateur remplit un questionnaire (questionnaire joint en annexe 3) basé sur ses préférences subjectives après avoir évalué chaque échantillon individuellement.

II.5. Analyse statistique

Les résultats obtenus pour chaque échantillon représentent la moyenne de trois essais. Une étude statistique a été réalisée pour la comparaison de résultats obtenus et la mise en évidence des différences significatives ou non entre les échantillons, et ce pour chaque paramètre analysé, en appliquant une analyse de la variance (ANOVA) test LSD à l'aide d'un logiciel STATISTICA 7.1.2. Le seuil de signification des résultats est pris à la probabilité $p < 0,05$. Concernant l'analyse sensorielle, les résultats obtenus ont été traités à l'aide du logiciel XLSTAT.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. Huile d'olive

I.1. Analyses physico-chimiques des huiles d'olives étudiées

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les quatre variétés d'huiles d'olives (Limli, Azeradj, Achemlal, Bouchouk) sont représentés dans le tableau IV.

Tableau IV : Résultats des paramètres physico-chimiques des huiles d'olive analysées.

Paramètre physico-chimique	Variété				Norme
	Limli	Achemlal	Azeradj	Bouchouk	
Humidité (%)	0,16 ± 0,06 ^b	0,08 ± 0,02 ^c	0,14 ± 0,07 ^b	0,25 ± 0,15 ^a	≤ 0,2
Acidité (% acide oléique)	1,50 ± 0,03 ^a	0,77 ± 0,03 ^d	1,32 ± 0,07 ^b	1,20 ± 0,03 ^c	≤ 2,0
Indice de peroxyde (még d'O ₂ /Kg)	2 ± 0,00 ^b	2 ± 0,00 ^b	4 ± 0,00 ^a	2 ± 0,00 ^b	≤ 20
Extinction spécifique à 232 nm	1,82 ± 0,01 ^d	2,33 ± 0,01 ^b	2,24 ^c ± 0,01	2,58 ± 0,01 ^a	≤ 2,6
Extinction spécifique à 270 nm	0,12 ± 0,01 ^c	0,16 ± 0,01 ^b	0,18 ± 0,01 ^b	0,24 ± 0,01 ^a	≤ 0,25

Les résultats représentent la moyenne ± l'écart type ; les différentes lettres minuscules (a-d) de chaque paramètre indiquent des différences significatives (test ANOVA, $p < 0,05$) entre les variétés étudiées.

I.1.1. Humidité

L'analyse statistique a révélé des différences significatives ($p < 0,05$) du taux d'humidité des variétés d'huiles d'olive analysées ; les valeurs sont comprises entre 0,08 % et 0,25 % (tableau IV). La variété Bouchouk présente le taux le plus élevée, contrairement à celui de la variété Achemlal. Ces résultats concordent avec ceux de **Fardin-Kia et al., (2019)** (0,025 à 0,13%). L'humidité des huiles analysées est conforme aux normes établis par le **COI, (2024)** caractérisant l'huile d'olive vierge (≤ 0,2%), excepté pour la variété Bouchouk qui présente un taux très proche. Les valeurs obtenues suggèrent que les conditions

d'extraction et de stockage sont globalement maîtrisées ce qui minimise le risque d'altération enzymatique et microbienne (**Cuvelier et Maillard, 2012**).

I.1.2. Acidité

L'acidité est un facteur important pour évaluer la qualité d'une huile et utilisée dans la classification des huiles d'olive. L'acidité renseigne sur l'altération des acides gras induite par hydrolyse des triglycérides par les lipases (**Chimi, 2001**).

L'analyse statistique révèle des différences significatives ($p < 0,05$) du taux d'acidité des huiles d'olives analysées (tableau IV). L'huile de la variété Limli présente l'acidité la plus élevée (1,50 %), contrairement à celle de Achemlal qui est la plus faible (0,75 %). Selon la norme établie par le COI, à l'exception de la variété Achemlal qui est classée dans la catégorie « huiles extra vierges » ($\leq 0,8\%$), les huiles étudiées appartiennent à la catégorie « huiles vierges » (acidité libre $\leq 2,0$).

Les valeurs obtenues sont proches de celle de la variété Achemlal est légèrement supérieures à celles d'autres variétés d'huiles analysées par **Douzane et al., (2013)** et **Faci et al., (2021)**.

Une acidité libre élevée peut être liée à l'état de maturité avancé du fruit ou au stockage inadéquat des olives avant la trituration, tandis qu'une huile fraîchement extraite à partir des fruits sains et selon les bonnes pratiques de trituration, présente une très faible acidité (**Chimi, 2001**).

I.1.3. Indice de peroxyde

L'indice de peroxydes constitue un paramètre important de la qualité des huiles alimentaires (**COI, 2009**). Il est utilisé comme indicateur de l'oxydation initiale car il mesure la concentration de peroxydes et d'hydroperoxydes formés au cours des premières étapes de l'oxydation des lipides (**Ocakoglu, 2008**). A l'exception de la variété Azeradj, aucune différence significative n'est observée entre les trois variétés d'huile d'olive (Limli, Achemlal et Bouchouk) ($p < 0,05$). Les valeurs enregistrées sont très faibles et comprises entre 2 et 4 meq d'O₂/Kg (tableau IV) ; elles sont conformes à la norme commerciale du COI qui définit comme huile d'olive vierge-extra avec $IP \leq 20$ meq d'O₂/Kg.

Les résultats obtenus sont similaires à ceux enregistrés par **Hadj Sadok et al., (2018)** pour les mêmes variétés Limli et Bouchouk, et largement inférieurs à ceux de **Douzane et al., (2013)** (10,55 à 19,25 meq d'O₂/Kg). L'indice de peroxyde est principalement affecté

par les conditions de trituration des olives, notamment leur exposition à l'oxygène, la maturité des olive et les conditions de stockage (Yorulmaz *et al.*, 2011).

I.1.4. Absorbance dans l'ultraviolet

L'absorbance ultraviolet (UV) est un paramètre important pour évaluer l'état oxydatif de l'huile qui renseigne sur sa qualité liée aux conditions d'extraction, notamment son exposition à l'air pendant la trituration (Clodoveo *et al.*, 2007 ; Saoudi *et al.*, 2024).

L'analyse statistique a révélé qu'il existe des différences significatives ($p < 0,05$) des coefficients K232 et K270 enregistrées entre les variétés d'huiles d'olive analysées. Les valeurs les plus élevés pour les deux coefficients sont celles de l'huile Bouchouk 2,58 et 0,24, tandis que les valeurs les plus faible sont celles de l'huile Limli 1,82 et 0,12 respectivement (tableau IV). Les résultats obtenus sont conformes aux normes fixées par le COI pour l'huile d'olive vierge : $\leq 2,6$ (à 232 nm) et $\leq 0,25$ (à 270 nm). Ces valeurs sont similaires à celles de Gharby *et al.*, (2011) et Faci *et al.*, (2021).

I.2. Teneurs des composés phénoliques

I.2.1. Teneurs des composés phénoliques totaux

Les polyphénols sont des substances naturelles qui confèrent à l'huile d'olive ses propriétés organoleptiques et contribuent à la bonne stabilité de l'huile à vis-à-vis de l'auto-oxydation (Tura *et al.*, 2007). L'étude statistique a révélé des différences significatives des teneurs en composés phénoliques des huiles d'olives analysées ($P < 0,05$). La teneur la plus élevée a été enregistrée dans les deux huiles Limli et Achemlal 93,03 mg/Kg, contrairement aux deux autres huiles Azeradj et Bouchouk qui renferment les teneurs les plus faibles 17,09 mg/Kg (figure 4).

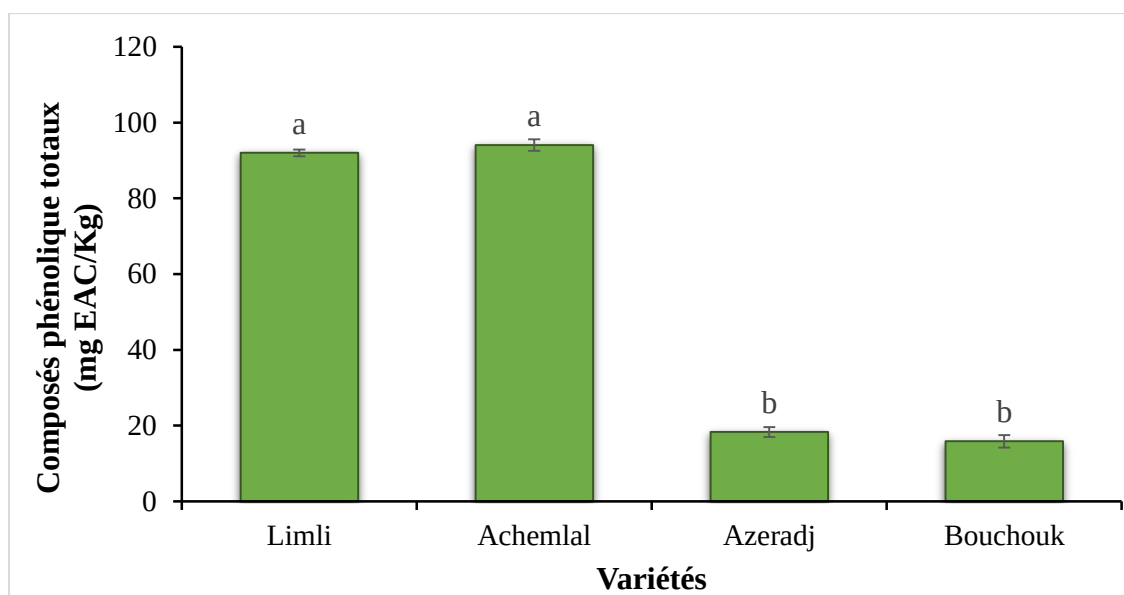


Figure 4 : Teneur en polyphénols totaux des huiles analysées.

Les valeurs portant les différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0.05$) $a > b$; les barres verticales représentent les écarts types.

Les résultats obtenus sont inférieurs à ceux de **Douzane et al., (2013)** et **Metlef et al., (2017)** qui ont mené une étude sur les huiles d'olive extra vierges de quelques variétés Algériennes. La teneur des polyphénols de l'huile d'olive varie en fonction de plusieurs facteurs tels que la zone géographique, les conditions agro-climatiques, le degré de maturité du fruit et le processus d'extraction de l'huile. En outre, la fraction phénolique de l'huile d'olive peut varier considérablement d'un cultivar à l'autre (**Talhaoui et al., 2016 ; Soufi et al., 2018**). Par ailleurs, **Bonoli et al., (2004)** et **Beltrán et al., (2005)** ont noté que l'huile provenant de la fin de maturation du fruit de l'olive présentait une teneur faible en composés phénoliques.

I.2.2. Teneurs des flavonoïdes

Les principaux flavonoïdes présents dans l'huile d'olive extra-vierge sont la lutéoline et l'apigénine, avec des teneurs qui atteignent 50mg/Kg (**Oliveras-Lopez et al., 2007 ; De Torres et al., 2018**). L'analyse statistique a révélé des différences significatives des teneurs en flavonoïdes des variétés d'huiles étudiées ($P < 0,05$) ; les huiles Limli et Achemlal présentent les teneurs les plus élevées en flavonoïdes 37,91 mg EQ/Kg ; tandis que Bouchouk renferme la teneur la plus faible 14,09 mg EQ/Kg (figure 5).

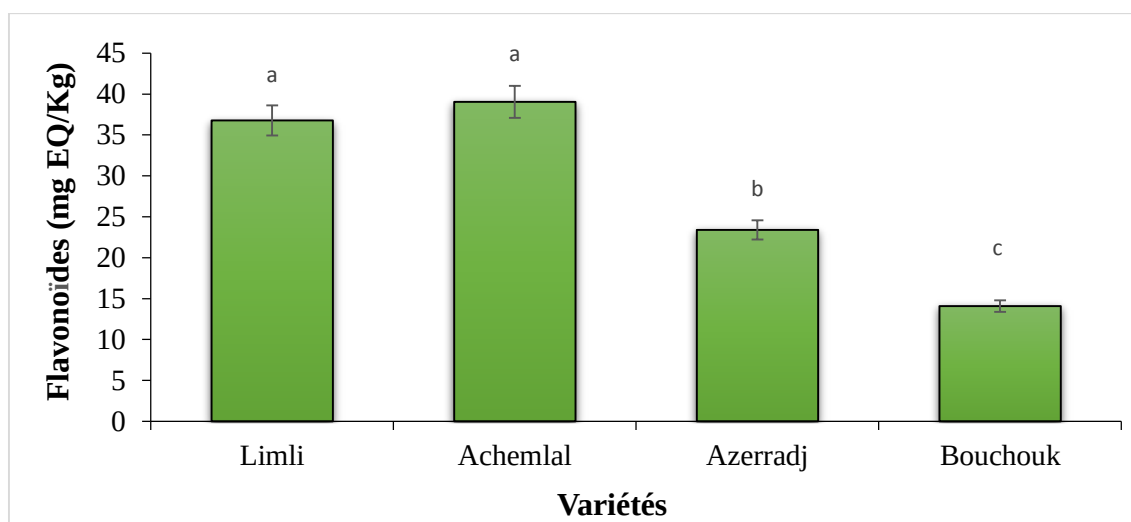


Figure 5 : Teneurs en flavonoïdes des huiles d'olive analysées.

Les valeurs portant les différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0,05$) $a > b > c$. ; les barres verticales représentent les écarts types.

Les résultats obtenus sont relativement similaires à ceux de **Rozanska et al., (2020)** et supérieurs à ceux enregistrés par **Djelloul et al., (2020)**. Les teneur flavonoïdes sont influencées par la variété, les conditions géographiques, notamment le climat et les techniques de production (**Soufi et al., 2016 ; Rozanska et al., 2020**).

L'activité antioxydante des flavonoïdes est liée à la prévention des dommages causés par les radicaux libres en piégeant les espèces réactives de l'oxygène, en activant les enzymes antioxydantes, et en inhibant les oxydases et la lipoxygénase (**Williamson et al., 2018 ; Shen et al., 2022**).

I.3. Activité antioxydante

I.3.1. Activité anti-radicalaire (DPPH•)

L'efficacité d'un antioxydant peut être définie comme sa capacité à fixer des radicaux libres, donc à arrêter la propagation de la réaction en chaîne. Le degré de décoloration indique le potentiel piègeur des antioxydants (**Molyneux, 2004**).

L'analyse statistique a révélé des différences significatives de l'activité antiradicalaire des huiles étudiées ($P < 0,05$). Toutes les huiles analysées présentent une activité antiradicalaire notable, où l'activité la plus élevée est enregistrée par les extraits de l'huile Limli (689,21 mg/kg), contrairement à ceux de la variété Bouchouk qui exercent l'activité la plus faible (176,47 mg/Kg) (figure 6). Une activité antioxydante élevée indique une plus grande capacité à neutraliser les radicaux libres, contribuant à la stabilité de l'huile (**Symoniuk et al., 2022**).

Les résultats obtenus sont supérieurs à ceux des huiles d'olive extraites par méthode traditionnelle étudiées par **Merouane et al., (2014)** et à ceux de **Faci et al., (2021)**.

L'activité de piégeage des radicaux libres dépend de la structure des composés phénoliques contribuant ainsi à leur capacité de transfert d'électrons/donneur d'hydrogène (**Williams et al., 1995**).

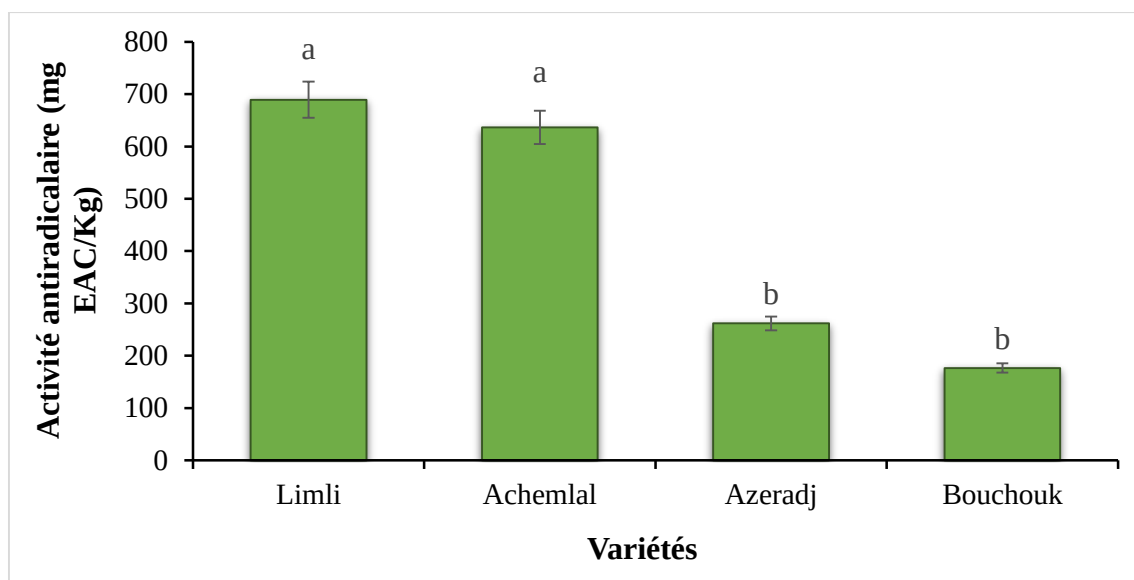


Figure 6 : Activité anti-radicalaire au DPPH des huiles analysées.

Les valeurs portant les différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0,05$) $a > b$; les barres verticales représentent les écarts types.

Les résultats obtenus montrent que l'activité antiradicalaire des extraits d'huile d'olives analysées suit le même ordre que celui des polyphénols et des ortho-diphénols ; cette observation est similaire à celle notée par **Soufi et al., (2018)** qui ont démontré que l'activité antiradicalaire des huiles d'olive est liée à la teneur en composés phénoliques, particulièrement la concentration en ortho-diphénols qui exercent un pouvoir antiradicalaire considérable vis-à-vis des radicaux DPPH.

I.3.2. Activité scavenger sur le radical cationique ABTS•+

L'analyse statistique a révélé qu'il n'existe aucune différence significative de l'activité antiradicalaire des huiles analysées ($P < 0,05$). Les résultats obtenus montrent que toutes les huiles analysées présentent une activité antiradicalaire considérable avec des taux d'inhibition atteignant 60 à 64% (figure 7) ce qui traduit une capacité notable à neutraliser les radicaux libres.

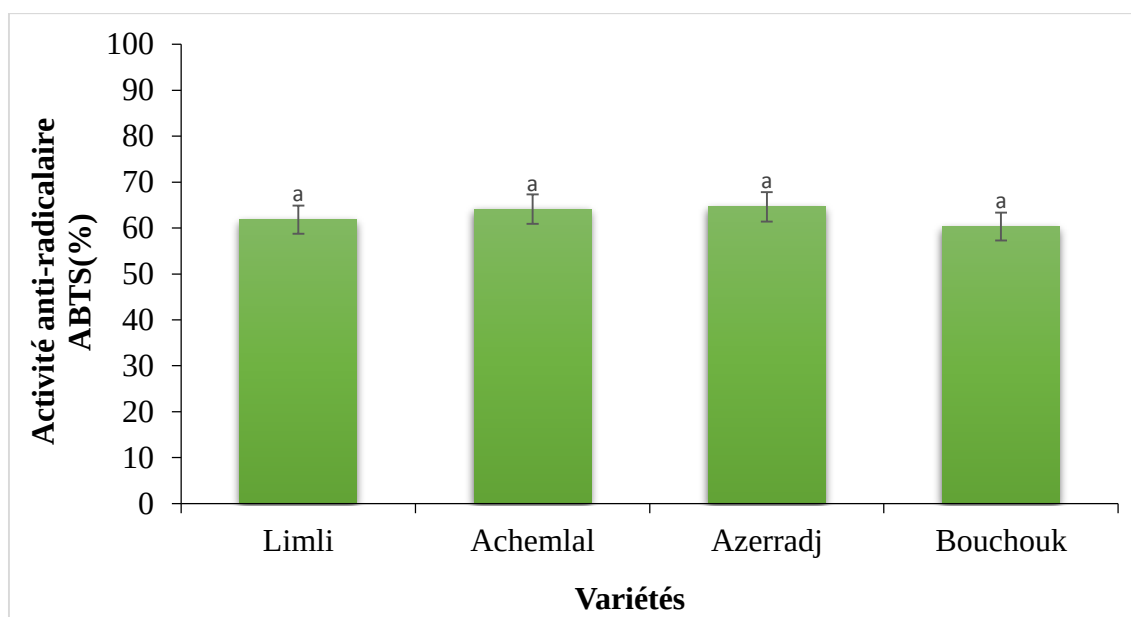


Figure 7 : Taux d'inhibition du radical ABTS^{•+} des extraits d'huiles d'olive analysées.

Les valeurs portant les différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0,05$) a ; les barres verticales représentent les écarts types.

Ces valeurs concordent avec celles obtenues par **Laincer et al., (2014)** pour les variétés Achemlal et Bouchouk, en revanche, elles sont différentes de celles notées pour la variété Limli, qui présente l'activité antiradicalaire la plus faible.

Ces résultats pourraient s'expliquer par une teneur plus élevée en hydroxytyrosol libre et en lignanes des extraits des deux variétés (Achemlal et Bouchouk). Les données de la littérature confirment le rôle incontestable de l'hydroxytyrosol qui exerce une activité antioxydante considérable (**Laincer et al., 2014**).

I.3.3. Pouvoir réducteur du fer

Le test du pouvoir réducteur du fer est une méthode utilisée pour évaluer l'activité antioxydante, en mesurant la capacité des composés à céder des électrons et à neutraliser ainsi les espèces oxydantes (**Apak et al., 2007**). L'analyse statistique a révélé des différences significatives de l'activité réductrice des différentes variétés d'huiles analysées ($P < 0,05$) ; les extraits d'huiles de la variété Limli présentent la capacité réductrice la plus élevée 59,83 mg/Kg, suivie de celle de la variété Achemlal 53,88 mg/Kg, puis celle de la variété Azeradj et enfin les extraits de la variété Bouchouk qui exercent la capacité réductrice la plus faible 6,12 mg /Kg (figure 8).

Selon **Jayaprakaska et al., (2008)**, le pouvoir réducteur dépend de la teneur en composés phénoliques des échantillons, de la position, et du nombre de groupements hydroxyles.

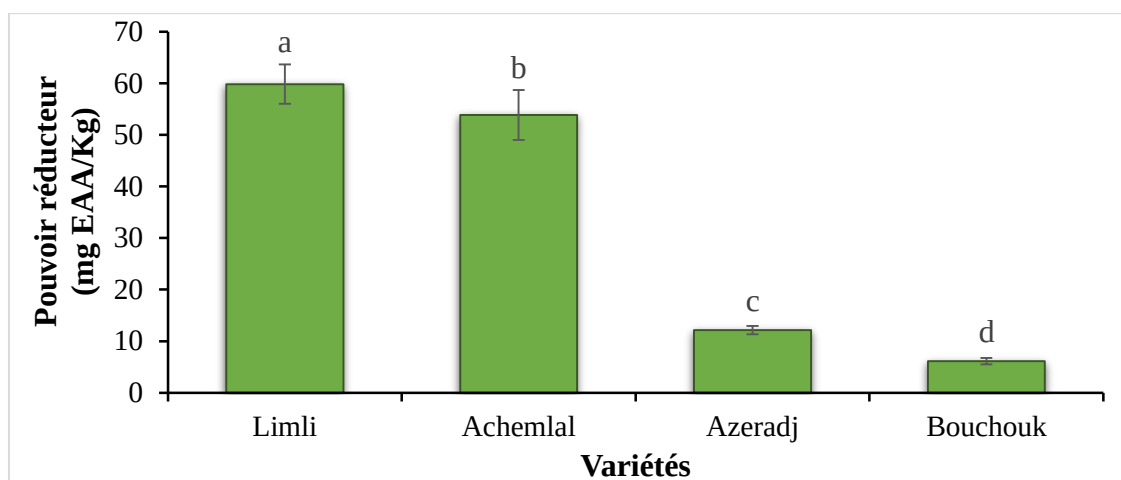


Figure 8 : pouvoir réducteur des variétés d'huiles analysées.

Les valeurs portant les différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0,05$) $a > b > c > d$; les barres verticales représentent les écarts types.

L'activité réductrice du fer enregistrée dans les extraits des huiles analysées est supérieure à celles obtenues par **Laribi, (2015)** qui a mené une étude sur les composés phénoliques de quelques variétés de l'huile d'olive Algérienne.

I.4. Corrélation entre les composés bioactifs et l'activité antioxydante

I.4.1. Corrélation entre les composés phénoliques et l'activité antioxydante

Une corrélation significative élevée est notée entre les composés phénoliques et l'activité antiradicalaire au DPPH ($R=0,96$), et le pouvoir réducteur ($R=0,99$) ($P < 0,05$) (tableau III, annexe 4). Tandis qu'aucune corrélation significative n'est observée entre ces composés et l'activité antiradicalaire à l'ABTS.

Une corrélation significative est démontrée par **Kim et al., (2024)** entre les composés phénoliques totaux et les activités antiradicalaire (DPPH, ABTS), avec des coefficients $R=0,764$ et $R=0,787$, respectivement.

Les résultats obtenus indiquent que les composés phénoliques sont majoritairement impliqués dans la neutralisation des radicaux libres, toutefois, la nature du radical et le mécanisme impliqué peut impacter le rôle de telles substances.

I.4.2. Corrélation entre les flavonoïdes et l'activité antioxydante

Une corrélation significative positive élevée est enregistrée entre la teneur en flavonoïdes et l'activité antiradicalaire au DPPH ($R=0,95$) ainsi qu'avec le pouvoir réducteur ($R=0,94$) ce qui est en accord avec les résultats de **Muflihah et al., (2021)** qui ont également noté une telle corrélation. En revanche, aucune corrélation significative n'a été observée entre les flavonoïdes et l'activité antiradicalaire ABTS (tableau III, annexe 4).

Résultats et discussion

Ces résultats suggèrent que les flavonoïdes participent fortement aux mécanismes antioxydants impliquant le transfert d'électrons, ainsi que la neutralisation des radicaux libres. En effet, ces substances présentent une capacité à céder des électrons et/ou des atomes d'hydrogène, neutralisant ainsi les radicaux libres comme le DPPH (Rice-Evans *et al.*, 1996 ; Dai et Mumper, 2010), mais leur contribution aux autres mécanismes (ABTS) semble limitée ou modulée par la présence d'autres composés ce qui a été expliqué par Re *et al.*, (1999), le test ABTS est plus générique et sensible à une plus large gamme de composés.

II. Mayonnaise

II.1. Analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les formulations de mayonnaise sont représentés dans le tableau V.

Tableau V : Résultats des analyses physico-chimiques des mayonnaises formulées.

Paramètres physico-chimiques	Formulations				
	Mayonnaise à base de l'huile de table commerciale	Mayonnaise à base de l'huile d'olive Limli	Mayonnaise à base de l'huile d'olive Achemlal	Mayonnaise à base de l'huile d'olive Azeradj	Mayonnaise à base de l'huile d'olive Bouchouk
pH	3,72 ± 0,05 ^d	4,14 ± 0,06 ^b	3,67 ± 0,10 ^e	3,93 ± 0,04 ^c	4,26 ± 0,08 ^a
Acidité (% acide oléique)	2,01 ± 0,03 ^c	2,31 ± 0,23 ^a	1,66 ± 0,15 ^d	2,01 ± 0,12 ^c	2,10 ± 0,17 ^b
Teneur en sel (%)	0,86 ± 0,03 ^a	0,83 ± 0,07 ^a	0,82 ± 0,06 ^a	0,85 ± 0,06 ^a	0,84 ± 0,09 ^a

Les résultats représentent la moyenne ± l'écart type ; les différentes lettres minuscules (a-c) de chaque paramètre indiquent des différences significatives (test ANOVA, $p < 0,05$) entre les formulations étudiées.

II.1.1. pH

La mayonnaise est un produit relativement acide. En outre, le pH est le principal paramètre qui affecte la durée de conservation et l'acceptation par le consommateur de la mayonnaise (Yolmeh *et al.*, 2014).

L'analyse statistique a montré que l'incorporation de l'huile d'olive à la formulation de mayonnaise, et notamment la nature de l'huile utilisée affecte significativement le PH du

produit fini ($P < 0,05$). Les résultats montrent que les pH varient entre 3,72 et 4,26 (tableau V) ; un pH inférieur ou égal à 4,2 est recommandé pour garantir la sécurité microbiologique de la mayonnaise car il empêche le développement des bactéries dangereuses comme *Salmonella* ou *Listeria* (McMahon *et al.*, 2017 ; Zhao *et al.*, 2020). Le pH des mayonnaises formulées à base d'huiles d'olives Achemlal, Azeradj, Limli et Bouchouk, et celle à base d'huile de table commerciale est conforme aux normes. Les valeurs obtenues sont similaires à celles rapportées dans des études menées par Naznin *et al.*, (2010) qui ont indiqué des valeurs de pH comprises entre 3,9 et 4,25 pour les mayonnaises maisons, et celles de El-Waseif *et al.*, (2022) portée sur une mayonnaise enrichie à l'huile de lin précisant un pH compris entre 3,6 et 4 ce qui concorde étroitement avec les résultats obtenues.

La structure et la stabilité de la mayonnaise sont fortement influencées par son pH. Un pH acide améliore la stabilité de la mayonnaise en limitant la croissance microbienne, et en préservant la structure de la mayonnaise (Gorji *et al.*, 2016).

II.1.2. Teneur en sel

L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative des teneurs en sel ($P < 0,05$), cela suggère que l'ajout de sel a été bien maîtrisé lors de la formulation. Ces valeurs varient entre 0,82 % et 0,92 % (tableau V) ce qui est nettement inférieur à celles de Khoshtinat *et al.*, (2012) et de la mayonnaise industrielle « Lesieur » (Anonyme, 2025). Ceci peut représenter un avantage nutritionnel, en lien avec les recommandations de l'OMS qui préconisent de limiter la consommation quotidienne de sel à 5 g ; ce qui les rend plus adaptées à une alimentation réduite en sodium.

II.2. Test de vieillissement accéléré

II.2.1. Acidité

L'analyse statistique de l'acidité a révélé des différences significatives entre les mayonnaises formulées ($P < 0,05$) ; les valeurs augmentent progressivement durant la période de stockage à 37 °C pendant la durée d'un mois (figure 9).

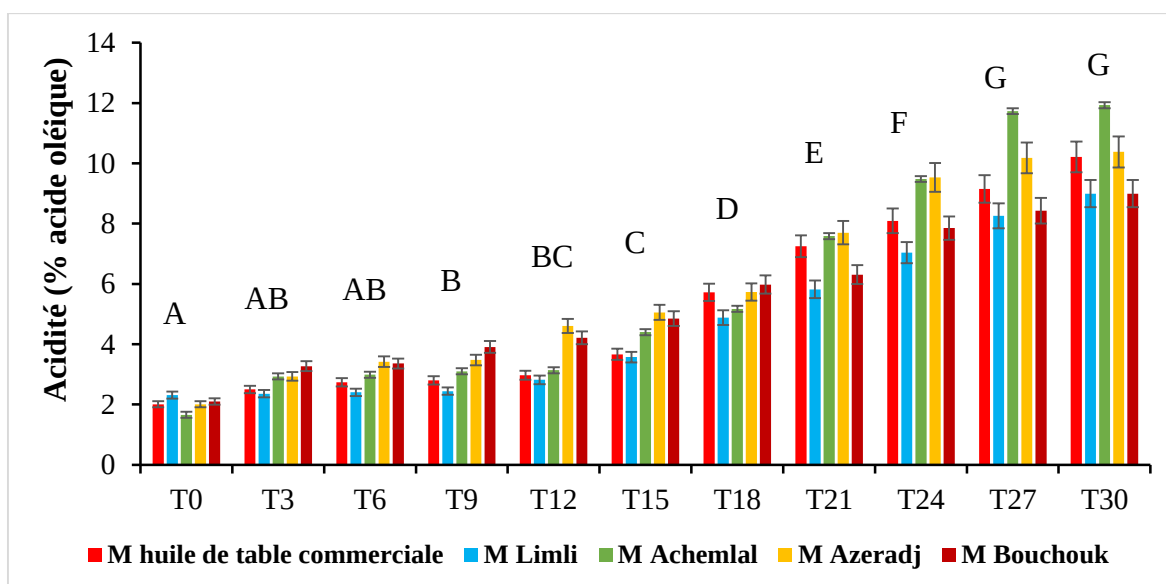


Figure 9 : Évolution de l'acidité des mayonnaises durant le stockage à 37 °C.

Les valeurs portant les différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0,05$) (A-G) ; les barres verticales représentent les écarts types.

À T0, les formulations présentaient une acidité comprise entre 1,66 (mayonnaise Achemlal) et 2,31 (mayonnaise Limli), indiquant ainsi une bonne sécurité microbiologique. À partir du 15^{ème} jour d'incubation, une élévation d'acidité est observée, atteignant 11,93 dans le cas de la mayonnaise Achemlal, 10,38 pour la mayonnaise Azeradj, 10,21 pour celle à base de l'huile de table commerciale et 9 pour les mayonnaises Limli et Bouchouk au 30^{ème} jour. Ces résultats indiquent une instabilité physico-chimique liée à des réactions d'hydrolyse de triglycérides pouvant favoriser d'autres réactions, notamment celles d'oxydation des lipides et de croissance microbienne, pour cela **El-Waseif et al., (2022)**, ont démontré que le maintien d'un pH acide au cours du stockage nécessite l'ajout d'agents stabilisants comme des extraits végétaux ou des huiles enrichies en acides gras essentiels car sans ces additifs, la structure de l'émulsion devient plus vulnérable à la dégradation, favorisant la production de composés alcalins et la montée du pH.

II.3. Analyse sensorielle

II.3.1. Cartographie des préférences (PRFMAP)

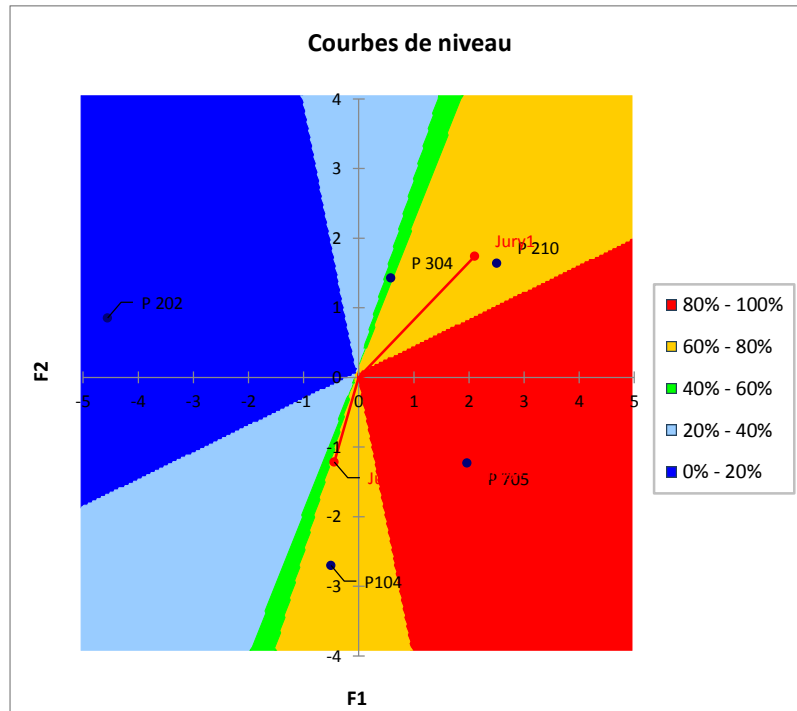


Figure 10 : Cartographie de préférence globale des cinq formulations de mayonnaises

L'analyse PRFMAP réalisée à partir des données de préférence des consommateurs vis-à-vis de cinq échantillons de mayonnaise (P 705, P 304, P 202, P 104, P 210) permet de visualiser clairement les zones de forte acceptabilité (figure 10).

Le produit P 705 (mayonnaise à base de l'huile d'olive Azeradj), localisé dans la zone rouge (80 % - 100 %), est le plus apprécié par le panel expert. À l'inverse, le produit P 202 (mayonnaise à base de l'huile Bouchouk) situé dans la zone bleue foncée (0 % - 20 %), est le moins préféré. Les produits P 210 et P 104 (mayonnaise à l'huile de table commerciale et à l'huile Limli respectivement) occupent une position intermédiaire, dans la zone orange (60 % - 80 %), indiquant une préférence modérée. P 304 (mayonnaise à base de l'huile Achemlal), quant à lui, se trouve dans une zone de préférence faible (bleu clair), suggérant qu'il est accepté, mais pas particulièrement apprécié.

CONCLUSION

Conclusion

Ce travail a permis d'une part la détermination et la comparaison des paramètres de qualité et des teneurs en antioxydants ainsi que l'activité antioxydante de quelques variétés Algériennes d'huiles d'olives ; et d'autre part à mettre en évidence l'effet de l'incorporation de telles huiles dans la formulation des mayonnaises et son impact sur la qualité et la stabilité du produit fini.

Les résultats des analyses physicochimiques (l'acidité, l'indice de peroxyde, l'humidité et l'extinction spécifique dans l'UV) des variétés d'huiles d'olive analysées sont conformes aux normes fixées par le COI.

Les teneurs en antioxydants et l'activité antioxydante varient significativement entre les huiles étudiées : la variété Limli se distingue par sa richesse en composés phénoliques 93,03 mg/Kg et en flavonoïdes 37,91 mg/Kg. De même, les extraits de cette même variété exercent la meilleure activité antioxydante.

Par ailleurs, l'analyse statistique de l'impact de l'incorporation des huiles d'olive aux mayonnaises formulées a révélé un effet significatif sur la qualité et la stabilité du produit fini. Les résultats ont indiqué que les huiles d'olive incorporées et riches en polyphénols ont contribué à une meilleure qualité et stabilité des mayonnaises, notamment celle enregistrée dans la mayonnaise formulée à base d'huile d'olive Limli comparé à celle à base d'huile de table commerciale.

Concernant l'analyse sensorielle, parmi les mayonnaises formulées, la mayonnaise à base d'huile d'olive Azeradj a été la plus appréciée par le panel de dégustation.

Les résultats obtenus confirment d'une part l'intérêt nutritionnel des huiles d'olives afin d'encourager la culture de certaines variétés, notamment celles présentant une activité antioxydante considérable, et d'autre part la nécessité d'incorporer de telles matrices dans des préparations alimentaires étant donné leur rôle incontournable dans l'amélioration de la qualité et de la stabilité des produits finis, notamment leur alternative par rapport à l'utilisation d'additifs alimentaires synthétiques d'autant plus que les consommateurs recherchent des produits plus sains et exempts d'additifs artificiels.

D'autres études complémentaires sont également souhaitables à élargir, notamment celles portant sur l'évolution des propriétés sensorielles, de la texture des produits finis afin d'appuyer leur développement à l'échelle industrielle.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

A

Abd Rashed, A., Noh, M. F. M., Khalid, N. M., Ab Rahman, N., Tasirin, A., Omar, W. S. W. et Selamat, R. (2017). The nutritional composition of mayonnaise and salad dressing in the Malaysian market. *Sains Malaysiana*, 46(1), 139-147.

Achour N. et Gouda S. (2017). Élaboration d'une nouvelle margarine diététique à base d'huile d'olive vierge et du lait de soja. Mémoire de Master, Génie des industries alimentaires Université M'Hamed Bougara – Boumerdès.

AFNOR. (1982). Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. Paris, France.

Agar T., Hess-Pierce B., Sourour M. M. et Kader A.M. (1998). Quality of fruit and oil of black-ripe olives is influenced by cultivar and storage period. *Journal of agricultur and Food Chemistry*, 3415-3421.

Al-Bachir M. et Al-Haddad T. (2016). Characterization of olive oil obtained from whole fruit and fruit flesh of cultivar: kaissy grown in Syria., *AUDJG – Food Technology* 40(2), 72-82.

Al-Bachir M. et Othman Y. (2017). Study of the quality of Syrian olive oil extracted from irradiated and un- irradiated fruit and fruit flesh AUDJG – Food Technology, 41(1), 81-94.

Alvarez-Sabatel S., Marañón I. M. et Arboleya J.-C. (2018). Impact of oil and inulin content on the stability and rheological properties of mayonnaise-like emulsions processed by rotor-stator homogenization or high pressure homogenization (HPH). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 48, 195-203.

Alves Gomes I., dos Santos Gomes F., Freitas-Silva O. et Lima da Silva J. P. (2017). Ingredients of mayonnaise: Future perspectives focusing on essential oils to reduce oxidation and microbial counts. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Volume 67.

Anonyme (2025). <https://www.lesieur.fr/produits/mayonnaise-classique-235g%20c17>. Consulté le 17 juin 2025.

Apak R., Güçlü K., Demirata B., Özyürek M., Çelik S. E., Bektaşoğlu B., Berker K. I., et Özyurt D. (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12(7), 1496–1547.

Références bibliographiques

Aparicio-Ruiz R., Roca M., et Gandul-Rojas B. (2012). Mathematical model to predict the formation of pyropheophytin an in virgin olive oil during storage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(28), 7040-7049, *Bioprocess Technologies*, 6, 1367-1373.

Arangia A., Marino Y., Fusco R., Siracusa R., Cordaro M., D'Amico R., et Di Paola R. (2023). Fisetin, a natural polyphenol, ameliorates endometriosis modulating mast cells derived NLRP-3 inflammasome pathway and oxidative stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(6), 5076.

Assman A. et wahburg U. (2000). Effet des composants mineurs de l'huile d'olive sur santé. P. 53.

Atmani D., Chaheer N., Berboucha M., Ayouni K., Lounis H., Boudaoud H., Debbache N. et Atmani D. (2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants, *Food Chemistry*, Volume 112, Issue 2, Pages 303-309.

Attard K., Oztop M.H. et Lia F. (2022). The Effect of Hydrolysis on the Antioxidant Activity of Olive Mill Waste. *Appl. Sci.* 12, 12187.

Ayala A., Muñoz MF., Argüelles S. (2014). Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxid Med Cell Longev.* 360438.

B

Beltrán G., Paz Aguilera M., Del Rio C, Sánchez S. et Martinez L. (2005). Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblanca virgin olive oils. *Food Chem.* 89, 207–215.

Benlemlih M. et Ghanam J. (2012). La composition chimique des fruits d'olive polyphenols d'huile d'olive trésors santé. Belgique. Pp 117-123.

Besnard G., Terral J. et Cornille A. (2018) On the origins and domestication of the olive: a review and perspectives. *Annals of Botany* 121: 385–403.

Blasi F., Ianni F. et Cossignani L. (2024). Phenolic profiling for geographical and varietal authentication of extra virgin olive oil, *Trends in Food Science & Technology*, Volume147, 104444,

Références bibliographiques

Bonoli M., Bendini A., Cerretani L., Lercker G. et Toschi TG. (2004). Qualitative and semiquantitative analysis of phenolic compounds in extra virgin olive oils as a function of the ripening degree of olive fruits by different analytical techniques. *J. Agric. Food Chem.* 52, 7026-32.

Borello E. et Domenici V. (2019). Determination of pigments in virgin and extra-virgin olive oils: A comparison between two near UV-vis spectroscopic techniques. *Foods*, 8, pp18.

Borjan D., Leitgeb M., Knez Ž. et Hrnčič M. K. (2020). Microbiological and antioxidant activity of phenolic compounds in olive leaf extract. *Molecules*, 25(24), 5946.

Boskou D. (1996). Olive oil: Chemistry and technology. Champaign Illinois, American oil chemists Society, 69: 552-556.

Bouhadi D., Hariri A., Benattouche Z., Sahnouni F., Bouzidi N. et Belkhodja H. (2022). Évaluation des caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles du concentré de tomate enrichi par l'huile d'olive vierge. *Revue Nature et Technologie*, 14(2), 8–17.

Bouhadjra K. (2011). Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge. Thèse pour l'obtention du diplôme de magister. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou.

Brabant, L. E. (1992). Please squeeze the dressings: new sales opportunities in Japan. *AgExporter*, 4, 12–13.

Bredikhin A., Martekha A. N. et Andreev V. N. (2023). Research of the rheological properties of mayonnaise with adding pumpkin and rice oils to replace sunflower oil Sergey. *Food Sci. Technol*, Campinas, 43.

C

Carnevale R., Nocella C., Cammisotto V., Bartimoccia S., Monticolo R., D'Amico A., Stefanini L., Pagano F., Pastori D., Cangemi R. et Violi F. (2018). Antioxidant activity from extra virgin olive oil via inhibition of hydrogen peroxide-mediated NADPH-oxidase 2 activation, *Nutrition.V*: 55-56. P: 36-40.

Chabour M. (2003). Olive oil extraction methods in Algeria: changes and surviving traditions.

Références bibliographiques

Chandrasekaran M. et Bahkali A.H. (2013). Valorization of date palm (Phoenix dactylifera) fruit processing by-products and wastes using bioprocess technology Review. Saudi J. Biol. Sci. ; 20:105–120.

Chimi H. (2001). Qualité des huiles d'olive au Maroc : enquête nationale et analyse au laboratoire. Bulletin Mensuel d'information du programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA). (79) 1-3.

Chimi H. (2006). Technologie d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. Bulletin mensuel d'information et de liaison du programme national de transfert de technologie en agriculture, 141 :1-4.

Chimi H., Sadik., LeTtour B. et Rahmani M. (1988). Contribution à l'étude comparative des pouvoirs antioxydants dans l'huile d'olive du Tyrosol, de l'hydrotyrosol de l'acide caféique, de l'oleuropéine et du BHT. Rev. Fr. Corps Gras 35 : 339–344.

Clodoveo M. L., Camposeo S., Amirante R., Dugo G., Cicero N. et Boskou D. (2015). In Olive and Olive Oil Bioactive Constituents (Ed: D. Boskou). AOCS Press. pp. 179–215.

Clodoveo M., Delcuratolo D., Gomes T. et Colelli G. (2007). Effect of different temperatures and storage atmospheres on Coratina olive oil quality. Food Chem ; 102(3) : 571-6.

Codex Alimentarius (1981). Norme pour les huiles d'olive et les huiles de grignons d'olive. Codex Stan 33-1981 (rév. 1989, 2003, 2015, 2017).

Codex Alimentarius (1989). CODEX STAN 168-1989. Avant-projet de norme révisée pour la mayonnaise.

COI T. 15/NC n° 3/Rév. 4. (2009). Norme commerciale applicable à l'huile d'olive et à l'huile de grignons d'olive.

Conseil Oléicole International. (2019). "Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive." COI/T.15/NC N° 3/Rév. 14 novembre 2019. Madrid, Espagne.

Conseil Oléicole International 2022. <https://www.internationaloliveoil.org/nos-missions/economic-affairs-promotion-unit/?lang=fr#prices> consulté le 15/05/2025.

Références bibliographiques

Conseil Oléicole International. (2024). <https://www.internationaloliveoil.org/calendrier-2024/?lang=fr> .Site web consulté le 25/05/2025.

Conseil Oléicole International 2025. <https://www.internationaloliveoil.org/le-calendrier-dactivites-du-coi-pour-2025-est-disponible/?lang=fr>. Site web consulté 25/05/2025.

Covas M.I., Nyyssönen K., Poulsen H.E, Kaikkonen J., Zunft H.J., Kiesewetter H., Gaddi A., De la Torre R., Mursu J., Bäumlér H., Nascetti S., Salonen J.T., Fitó M., Virtanen J., Marrugat J. et EUROLIVE Study Group. (2006). The effect of polyphenols in olive oil on heart disease risk factors: a randomized trial. *Annals of Internal Medicine*. 145(5) :333–341

Cuvelier M.E. et Maillard M.-N. (2012). Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *OCL*, 19(2), 125–132.

D

Dabbou S., Selvaggini R., Urbani S., Taticchi A., Servili M. et Hammami M. (2011). "Comparison of the chemical composition and the organoleptic profile of virgin olive oil from two wild and two cultivated Tunisian *Olea europaea*." *Chemistry and Biodiversity*, 8, 189-202.

Dai J., et Mumper R.J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10), 7313–7352.

D'Angelo Costa, G. M., & Maia Campos, P. M. B. G. (2024). Development of Cosmetic Formulations Containing Olive Extract and *Spirulina* sp.: Stability and Clinical Efficacy Studies. *Cosmetics*, 11(3), 68.

Depree, J. A., & Savage, G. P. (2001). *Physical and flavour stability of mayonnaise*. Trends in Food Science & Technology, 12(5-6), 157–163.

Díaz-Rueda P., Franco-Navarro J. D., Messori R., Espartero J., Rivero-Núñez C. M., Aleza P., Capote N., Cantos M., García-Fernández J. L., de Cires A., Belaj A., León L., Besnard G. et Jose M. (2020). SILVOLIVE, a Germplasm Collection of Wild Subspecies with High Genetic Variability as a Source of Rootstocks and Resistance Genes for Olive Breeding. Colmenero-Flores *Frontiers in Plant Science*. P 82.

Références bibliographiques

Di Giovacchino L., Costantini N., Ferrante M.L. et Serraiocco A. (2002). Influence of malaxation time of olive paste on oil extraction yields and chemical and organoleptic characteristics of virgin olive oil obtained by a centrifugal decanter at water saving. *Grasas y Aceites* Vol. 53 pp 179-186

Di Mascio, P., Murphy, M. E. et Sies, H. (1991). Antioxidant defense systems: the role of carotenoids, tocopherols, and thiols. *The American journal of clinical nutrition*, 53(1), 194S-200S.

Djelloul M., Amrani S., Rovellini P. et Chenoune R. (2020). Phenolic compounds and fatty acids content of some West Algerian olive oils. *Comunicata Scientiae*, v. 11: e3247.

Draper H.H., Hadley M. (1990). Malondialdehyde determination as index of lipid Peroxidation, *Methods in Enzymology*, Academic Press, Volume 186, Pages 421-431.

Douzane M., Tamendjari A., Abdi A.K., Daas M.S., Mehdi F. et Bellal M.M. (2013). Phenolic compounds in mono-cultivar extra virgin olive oils from Algeria. *grasas y aceites*, 64 (3), 285-294.

Douzane M., Tamendjari A. et Abdi A. (2015). Phenolic compounds in mono-cultivar extra virgin olive oils from Algeria. *Grasas y Aceites*, 66(1), e072212.

Dugo G., Lo Turco V., Pollicino D., Mavrogeni E. et Pipitone F. (2004). Caractérisation d'huiles d'olive vierges siciliennes. Variation qualitative des huiles des fruits des cultivars « Biancolilla, Nocellara del Belice, Cerasuola, Tonda Iblea et Crastu » en fonction des techniques et de l'époque de récolte des olives. *Olivae*, 101: 44-52.

E

El-Waseif, M., Saed, B., Fahmy, H. M., Sabry, A., Shaaban, H., Abdelgawad, M., Amin, A., et Farouk, A. (2022). Mayonnaise enriched with flaxseed oil: Omega-3 fatty acids content, sensory quality and stability during storage. *Foods*, 11(15), 2288.

F

Faci M., Douzane M., Hedjal M., Daas M. S., Fougere L. et Lesellier, E. (2021). Changes in secoiridoids content and chemical characteristics of cultivated and wild Algerian olive oil, in terms of fruit maturation. *PLOS ONE*, 16(11), e0260182.

Références bibliographiques

Fanelli, V. Mascio, I., Falek, W., Miazzi, M.M. et Montemurro, C. (2022) Current Status of Biodiversity Assessment and Conservation of Wild Olive (*Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *sylvestris*). *Plants*, 11, 480.

FAO (2018). (Food and agricultural organization). <https://www.fao.org/faostat/>. Consulté le 28 Avril 2025.

Fardin-Kia A. R., Karunathilaka S. R., Yakes B. J., Lee K., Ellsworth Z., Brückner L., et Mossoba M. M (2019). A Rapid, Univariate FT-NIR Procedure to Determine Moisture Concentration in Olive Oil. *journal. Oleo Sci.* 68, (11) 1105-1112.

Flamminii F., Di Mattia C. D., Sacchetti G., Neri L., Mastrocola D. et Pittia P. (2020). Physical and sensory properties of mayonnaise enriched with encapsulated olive leaf phenolic extracts. *Foods*, 9(8), 997.

Foscolou A., Critselis E., Panagiotakos D. (2018). Olive oil consumption and human health: A narrative review. *Maturitas*, 118, 60–66.

Fourati H., Khlif M. et Cossentini M., (2003), International Olive Oil Council, Comparative study of the pomological and physico-chemical characteristics of thirty cultivars of olive. *Olivæ*, (33–37), (No.96).

François L. (2008). Introduction acides gras. Chapitre I. Faculté de medecine de Grenoble (UJF), France.p19.

Frumuzachi O., Gavrilas L. I., Vodnar D. C., Rohn, S., & Mocan, A. (2024). Systemic Health Effects of Oleuropein and Hydroxytyrosol Supplementation: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Antioxidants*, 13(9), 1040.

G

Gagour J., Hallouch O., Asbbane A., Bijla L., Laknifli A., Lee L., Zengin G., Bouyahya, A., Sakar E. et Gharby S. (2024). A Review of Recent Progresses on Olive Oil Chemical Profiling, Extraction Technology, Shelf-life, and Quality Control. *Chemistry & Biodiversity*, pp 1:19.

Gandul-Rojas B. et Mínguez-Mosquera M.I. (1996). Chlorophyll and carotenoid composition in virgin olive oils from various spanish olive varieties. *J. Sci. Food Agric.* 72, 31-39.

Références bibliographiques

Gardés-Albert M., Bonnefont-Rousselot D., Abedinzadeh Z. et Jore D. (2003). Espèces réactives de l'oxygène. L'actualité Chimique, 91 -96.

Garrido-Fernández A., Fernández-Díez M. J. et Adams M. R. (1997). Table olives : Production and processing, In Olives and table olives (pp, 10–21), Chapman and Hall, London, UK.

Georgé S., Brat P., Alter P. et Amiot M. J. (2005). Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol 53 p5.

Geromichalou E. G. et Geromichalos G. D. (2022). In silico approach for the evaluation of the potential antiviral activity of extra virgin olive oil (EVOO) bioactive constituents oleuropein and oleocanthal on spike therapeutic drug target of SARS-CoV-2. Molecules, 27(21), 7572.

Gharby S., Harhar H., El Monfalouti H., Kartah B., Maata N., Guillaume D. et Charrouf Z. (2011) Chemical and oxidative properties of Solive and argan oils sold on the Moroccan market. A comparative study Mediterranean. Journal of Nutrition and Metabolism 44: 1-8.

Goldsmith C. D., Stathopoulos C., Golding J. B. et Roach P. D. (2014). Fate of the paorlic compounds during olive oil production with the traditional press method. International Food Research Journal, 21(1), 101–109.

Goli S.A.H., Keramat S., Soleimanian-Zad S. et Ghasemi Baghabrishami R. (2022). Antioxidant and antimicrobial efficacy of microencapsulated mustard essential oil against Escherichia coli and Salmonella Enteritidis in mayonnaise. Int J Food Microbiol. Jan 30; 410:110484.

Gorinstein S., Martin-Belloso O., Katrich E., Lojek A., Číž M., Gligelmo-Miguel N. et Trakhtenberg S. (2003). Comparison of the contents of the main biochemical compounds and the antioxidant activity of some Spanish olive oils as determined by four different radical scavenging tests. The Journal of nutritional biochemistry, 14(3), 154-159.

Gorji S.G., Smyth H.E., Sharma M. et Fitzgerald M. (2016). Lipid oxidation in mayonnaise and the role of natural antioxidants: A review. Trends Food Sci. Technol. 56:88–102.

Références bibliographiques

Gracia-Gonzalez D.L., Aparicio R.R., Asparcio R. (2008). Virgin olive oil chemical implication on quality and health. *European Journal of Lipid Science and Technology*.110(7).

Green P.S (2002). A revision of *Olea L.* (Oleaceae). *Kew Bull.*, 57, 91–140

Grigoriadou D., Androulaki A., Psomiadou E., Tsimidou M. (2007). Solid Phase Extraction in the Analysis of Squalene and Tocopherols in Olive Oil. *Food Chemistry*, 105(2), p 675-680.

Gülçin İ., Oktay M., Küfrevioğlu İ. et Aslan A. (2002). Determination of antioxidant activity of lichens *Cetraria islandica* (L) Ach. *Journal of Ethnopharmacology* 79: 325-329.

Gunstone F.D et Harwood J.L. (2007). Occurrence and characterization of oils and fats. In the lipid handbook with CD-ROM. CRC press. pp. 51-156.

H

Haddam M., Chimi H. et Amine A. (2014). Formulation d'une huile d'olive de bonne qualité. *OCL*, 21(5) 507.

Hadj Sadok T., Rebiha K. et Terki D. (2018). Caractérisation physico-chimique et organoleptique des huiles d'olives vierges de quelques variétés Algériennes. *Revue Agrobiologia*. 8(1): 706-718.

Hannachi H., Breton C., Msallem M., Ben El Hadj S., El Gazzah M. et Berville A. (2008). Differences between native and introduced olive cultivars as revealed by morphology of drupes, oil composition and SSR polymorphisms: A case study in Tunisia. *Scientia Horticulturae* 116 280–290.

Harrison, L. J., & Cunningham, F. E. (1985). Factors influencing the quality of mayonnaise. *Journal of Food Quality*, 8, 1–20.

Heim K. E., Tagliaferro A. R. et Bobilya D. J. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of nutritional biochemistry*, 13(10), 572-584.

Huang Z. R., Lin Y. K. et Fang J. Y. (2009). Biological and pharmacological activities of squalene and related compounds: potential uses in cosmetic dermatology. *Molecules*, 14(1), 540-554.

Références bibliographiques

I

International Standard Organization (1996). Méthode ISO/3961. Corps gras d'origines animale et végétale- détermination de l'indice d'iode. Ed.3.

Irfan S., Murtaza M. A., Mueen ud Din G., Hafiz I., Murtaza M. S., Rafique S., Ameer K., Ranjha M. M. A. N., Abrar M. et Mohamed Ahmed I. A. (2023). Physicochemical, microbial, and functional attributes of processed Cheddar cheese fortified with olive oil–whey protein isolate emulsion. Food Science & Nutrition, 11(3), 1247–1256.

ISO 661. (2003). Corps gras d'origine animale et végétale. Préparation de l'échantillon pour essai.

ISO 3961. (1996). Corps gras d'origines animale et végétale- détermination de l'indice d'iode. Ed.3. International Standard Organization.

ISO 885. (2004). Corps gras d'origines animale et végétale. International Standard Organization.

ITAFV. (2019) : Institut technique d'arboriculture fruitée et de la vigne, (Catalogue des variétés algérienne de l'olivier.

ITAFV. (2023) : Institut technique d'arboriculture fruitée et de la vigne, (Catalogue des variétés algérienne de l'olivier.

Ivanova M., Balabanova T., Kostov G. et Uzunova G. (2020). Comparative study on different incorporation of olive oil and dill extract in fresh cheese. Food Research 4 (6) : 2233- 2240.

J

Jaeger J. Produção de Maionese. (2012). 160 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Curso de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau.

Jimenez-Lopez C., Carpena M., Lourenço-Lopes C., Gallardo-Gomez M., Lorenzo J. Barba M., Prieto F. J. et Simal-Gandara, J. (2020). Bioactive Compounds and Quality of Extra Virgin Olive Oil. Foods, 9(8), 1014.

Références bibliographiques

K

Kahkonen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J-P., Pihlaja K., Kujala T.S., Kim D-O., Chun O.K., Kim Y.J. Moon H-Y et Lee C.Y. (1999). Quantification of Polyphenolics and Their Antioxidants Capacity in Fresh Plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 6509-6515.

Katalinic V., Milos M., Kulisic T. et Jukic M. (2006). Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*, vol. 94 (4). Pp : 550–557.

Kejík Z., Kaplánek R., Masařík M., Babula P., Matkowski A., Filipenský P. et Jakubek M. (2021). Iron complexes of flavonoids-antioxidant capacity and beyond. *International journal of molecular sciences*, 22(2), 646.

Khamkhoum S. et Boukhalfa H. (2024). Characterization of olive cultivation in arid environments: A case study of Biskra.

Kim D-O., Chun O.K., Kim Y.J. Moon H-Y. et Lee C.Y. (2003). Quantification of Polyphenolics and Their Antioxidants Capacity in Fresh Plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 6509-6515.

Kiritsakis A. et Markakis P. (1988). Olive oil: a review. *Advances in food Research*, 31, 453-482.

Khelouf I., Karoui I. J., Lakoud A., Hammami M. et Abderrabba M. Comparative chemical composition and antioxidant activity of olive leaves *Olea europaea* L. of Tunisian and Algerian Varieties. *Heliyon*. V9 e22217.

Khoshtinat K., Koohy-Kamaly P., Komeili-Fanood R., Sohrabvandi S., Khosravi-Darani K., Mohammadi M., Zand-Rajabi H., Tavakoli E., Salehi M., Bahramian G. et Vosoughi Z. (2021). Comparative study of salt, total fat and sugar contents of mayonnaise and salad dressings from the Iranian market. *East Mediterr Health J.* May 27;27(5):452-458.

Koleva I. I., van Beek T. A., Linssen J. P. H., De Groot A. et Evstatieva L. N. (2002). Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. *Phytochemical Analysis*, 13(1), 8–17.

Kurniawati M., Jufriadi A. et Subandi Rumhayati B. (2016). Potensi Xanton Sebagai Anti Radikal Oxygen Species (ROS) pada Diabetes Mellitus. 24.

Références bibliographiques

L

Labdaoui D. (2017). Impact socio-économique et environnemental du modèle d'extraction des huiles d'olives à deux phases et possibilités de sa diffusion dans la région de Bouira (Algérie). Thèse doctorat, université de Mostaghanem.

Laincer F., Laribi R., Tamendjari A., Arrar L., Rovellini P., Venturini S. (2014). Olive oils from Algeria: Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activities. *Grasas y Aceites*, 65(1), 0017-3495.

Langton M., Jordansson E., Altskär A., Sorensen C. et Hermansson A.M. (1999). Microstructure and image analysis of mayonnaises. *Food Hydrocolloids*, 13, 113-125.

Laribi R. (2015). Les composés phénoliques de quelques variétés de l'huile d'olive algérienne : identification et propriétés. Thèse de doctorat biochimie. Université Ferhat Abbas Sétif 1. P : 57-58.

Li Y., Zhou C., Zhou X., Li L. (2013). Egg consumption and risk of cardiovascular diseases and diabetes: A meta-analysis. *Atherosclerosis*, 229:524–530.

Liu S., Wang X., Liu M. et Zhu J. (2017). Towards better analysis of machine learning models: A visual analytics perspective. *Visual Informatics*, 1(1), 48-56.

Liva K., Panagiotopoulos A. A., Foscolou A., Amerikanou C., Vitali A., Zioulis S. et Gioxari A. (2025). High Polyphenol Extra Virgin Olive Oil and Metabolically Unhealthy Obesity: A Scoping Review of Preclinical Data and Clinical Trials. *Clinics and Practice*, 15(3), 54.

Loizzo M. R., Di Lecce G., Boselli E., Menichini F. et Frega N. G. (2012). Radical scavenging, total antioxidant capacity and antiproliferative activity of phenolic extracts from extra virgin olive oil by cultivar 'Frantoio'. *International Journal of Food Properties*, 15(6), 1345–1357.

Lopes de Souza P. A., Aline Marcadenti. et Portal V. L. (2017). Effects of Olive Oil Phenolic Compounds on Inflammation in the Prevention and Treatment of Coronary Artery Disease. *Nutrients*, 9, 1087.

Lopez S., Bermudez B., Montserrat-de la Paz S., Jaramillo S., Varela L. M., Ortega-Gomez A., Abia R. et Muriana, F. J.G (2014). Membrane composition and dynamics: A

Références bibliographiques

target of bioactive virgin olive oil constituents. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1838 1638 1656.

M

Mailer R. J. et Gafner S. (2021). Olive oil Laboratory Guidance.

Markellos, C., Ourailidou, M. E., Gavriatopoulou, M., Halvatsiotis, P., Sergentanis, T. N. et Psaltopoulou, T. (2022). Olive oil intake and cancer risk: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 17(1).

Martysiak-Żurowska D., Wenta W. (2012). A comparison of ABTS and DPPH methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 1(11), 83-89.

McDonald S., Prenzler P. D., Antolovich M. et Robards K. (2001). Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chemistry*, 73, 73-84.

McGee H. (2004). *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen* (2nd ed.). New York: Scribner. p. 633.

McMahon M. A. S., Ye J., Munro J. et Gorris L. G. M. (2017). Control of Salmonella and Listeria in low-pH and high-fat mayonnaise-based products. *Food Control*, 79, 30–36.

Merouane A., Noui A., Medjahed H., Nedjari Benhadj Ali K. et Saadi A. (2014). Activité antioxydante des composés phénoliques d'huile d'olive extraite par méthode traditionnelle. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 8(4): 1865-1870.

Metlef S., Dilmi-Bouras A., Azdinia Z. et Benali A. (2017). Antioxydant Activity of Some Algerian Olive Oil Samples in the Eastern and Center of Algeria. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 5 (2017) 885-890.

Metlef S. (2021). *Caractérisation et étude des activités antioxydantes et antibactériennes de l'huile d'olive algérienne*. Thèse de doctorat science alimentaire. Université Djillali Liabes Sidi Bel Abbes. P9-11 ; P 28-31 ; P 80 ; P 85.

Micera M., Botto A., Geddo F., Antoniotti S., Berteà C. M., Levi R. et Querio, G. (2020). Squalene: more than a step toward sterols. *Antioxidants*, 9(8), 688.

Références bibliographiques

Middleton Jr, E., Kandaswami C. et Theoharides T. C. (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological reviews*, 52(4), 673-751.

Minguez-Mosquera M. I., Gandul-Rojas B., Garrido-Fernandez J. et Gallardo Guerrero L. (1990). Pigments present in virgin olive oil. *Journal of American Oil Chemistry Society*. 67, 192-196.

Mirhosseini H, Tan C.P., Hamid N.S., Yusof S. (2008). Effect of Arabic gum, xanthan gum and orange oil contents on f-potential, conductivity, stability, size index and pH of orange beverage emulsion. *Colloids Surf A* 315:47–56.

Molyneux P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. sci. technol*, 26(2), 211-219.

Muflihah Y.M., Gollavelli G., Ling Y.C. (2021). Correlation Study of Antioxidant Activity with Phenolic and Flavonoid Compounds in 12 Indonesian Indigenous Herbs. *Antioxidants* 10, 1530.

Mushtaq A., Hanif M. A., Ayub M. A., Bhatti I. A. et Romdhane M. (2020). Olive. In *Medicinal plants of south asia*. Elsevier. (pp. 541–555).

Muzzalupo I. (2012). Olive Germplasm - The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy. *IntechOpen*. Croatia. pp. 25-30.

N

Naili M. B., Hamdi A., Djabou N. et Bendimerad N. (2020). Phenolic Compounds Characterization and Antioxidant Properties of Monocultivar Olive Oils from Northeast Algeria. *Agriculture*, 10(11), 494.

Nakajima A. (1979). International union of pure and applied chemistry, *Macromolecular Chemistry*, Pergamon.

Naznin T., Maeda T. et Morita N. (2010). Stability of E- and Z-Ajoene in Home-Made Mayonnaise, *International Journal of Food Properties*. 13(2), 317-327.

O

Ocakoğlu D. (2008). Classification of Turkish virgin olive oils based on their phenolic profiles. Master's thesis, *Izmir Institute of Technology (Turkey)*.

Références bibliographiques

Okvenda A. Z., Yerizel E., Yerizel R., et Yerizel A. (2023). Antioxidant Effectiveness Test of Olive Oil on Malondialdehyde in Hyperglycemic Rats. *Jurnal Biomedika dan Kesehatan*, 6(2), 158-169.

Oliveras-Lopez M., Innocenti M., Giaccherini C., Ieri F., Romani A., Mulinacci N. (2007). Study of the phenolic composition of spanish and italian monocultivar extra virgin olive oils: Distribution of lignans, secoiridoidic, simple phenols and flavonoids. *Talanta* 73 726–732.

Ollivier D., Boubault E., Pinatel C., Souillol S., Guérère M.ET Arnaud J. (2004). Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierges. *Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique*, 2^{ème} Semestre N°965 pp 169-196.

Önder, D., Erdoğan, Ü., et Önder, S. (2023). Comparison of biochemical and antioxidant activities of ultrasonic-assisted extraction with different solvents in olive leaf. *Biotech Studies*, 32(1), 31-40.

P

Parente ME., Gámbaro A., Boinbaser L. et Roascio A. (2013). Sensory characterization of virgin olive oil-based cosmetic creams. *J Cosmet Sci.* 64(5): 371-80.

Papadaki A., Kopsahelis N., Freire M. G. D., Mandala I. et Koutinas A. A. (2020). Olive oil oleogel formulation using wax esters derived from soybean fatty acid distillate. *Biomolecules*, 10(1), 106.

Pazos M., Gallardo J. M., Torres J. L. et Medina I. (2005). Activity of grape polyphenols as inhibitors of the oxidation of fish lipids and fish muscle. *Food Chemistry*, 92, 547–557.

Poljuha D., Sladonja B., Brkić Bubola K., Radulović M., Brščić K., Šetić E., Krapac M. et Milotić A. (2008). A multidisciplinary approach to the characterisation of autochthonous istrian olive (*olea europaea* l.) varieties. *Food Technology and Biotechnology*, 46(4), 347–354.

Psomiadou E., Tsimidou M., et Boskou D. (2000). α tocophérol content of greek virgin olive oils. *Journal of agriculture and food chemistry*. 48(5). 1770-1775.

Q

Références bibliographiques

R

Re p., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M. et Rice-Evans C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. Volume 26(9–10), Pages 1231-1237.

Richter G. (1993). Métabolisme des végétaux : physiologie et biochimie. In *Composés phénoliques*. Ed : presses polytechniques et universitaires romandes.

Rice-Evans C.A., Miller N.J. et Paganga G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(7).

Romero N., Saavedra J., Tapia F., Sepúlveda B. et Aparicio R. (2016). Influence of agroclimatic parameters on phenolic and volatile compounds of Chilean virgin olive oils and characterization based on geographical origin, cultivar and ripening stage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(2), 583-592.

Rózanska A., Russo M., Cacciola F., Salafia F., Polkowska Z., P. Dugo. et Mondello L. (2020). Concentration of Potentially Bioactive Compounds in Italian Extra Virgin Olive Oils from Various Sources by Using LC-MS and Multivariate Data Analysis. *Foods*, 9, 1120.

Ruiz-Canela M. et Martínez-González M.A. (2011). Olive oil in the primary prevention of cardiovascular disease. *Maturitas* 2011, 68, 245–250.

S

Saoudi B., Tichati L., Lachraf A., Kuddus M., Touarfia M. et Haberra S. (2024). Physicochemical Characteristics and Antioxidant Activity of Some Algerian Extra Virgin Olive Oils (*Olea europaea* L.) *Current Nutrition & Food Science*, 20, pp 893-903

Scott Smith J. et Hui Y. H. (2004). Food processing: principles and applications. ISBN 0-8138-1942-3. USA.

Shaygannia S., Eshaghi M.R., Fazel M. et Hashemiravan M. (2021). The effect of microencapsulation of phenolic compounds from lemon waste by Persian and basil seed gums on the chemical and microbiological properties of mayonnaise. *Prev. Nutr. Food Sci* ; 26(1): 82-91.

Références bibliographiques

Shen N., Wang T., Gan Q., Liu S., Wang L. et Jin B. (2022). Plant flavonoids: Classification, distribution, biosynthesis, and antioxidant activity. Food Chemistry. Volume 383, 30 July, 132531.

Slaimia, A. (2018). Etude de la pollinisation croisée des variétés d'olivier en Algérie : Cas de la variétés Chemlal et ses pollinisateurs.

Smittle RB. (2000). Microbiological safety of mayonnaise, salad dressings, and sauces produced in the United States: a review. J Food Prot. Aug ;63(8) :1144-53.

Soufi O., Romero C et Louaileche H. (2014). Ortho-diphenol profile and antioxidant activity of Algerian black olive cultivars: Effect of dry salting process. / Food Chemistry. 157. 504–510.

Soufi O., Romero C., Hadid M., Hamoumraoui K. et Louaileche H. (2018). Caractérisation du profil phénolique et du potentiel antioxydant de quelques cultivars d'huiles d'olive algériennes journal of food quality and hazards control 5 (2), 49-53.

Soufi O., Romero C., Motilva M.J., Borrás Gaya X et Louaileche H. (2016). Effect of dry salting on flavonoid profile and antioxidant capacity of Algerian olive cultivars.

Soufi- Maddi O., Genovese A., Medouni- Haroune L., Brahmi F., Medouni- Adrar S., Mekhoukhe A. et Bachir- Bey M. (2025). Characterization of volatile compounds and biological activities of olive and oleaster oils from different Algerian altitudinal localities. Journal of the American Oil Chemists' Society.

Štern P., Mikova K., Pokorný J. et Valentova H. (2007). Effect of oil content on the rheological and textural properties of mayonnaise. Journal of Food and Nutrition Research. 46. 1-8.

Suhag R., Ferrentino G., Morozova K., Zatelli D., Scampicchio M. et Amorati R. (2024). Antioxidant efficiency and oxidizability of mayonnaise by oximetry and isothermal calorimetry, Food Chemistry. Volume 433,137274.

Symoniuk E., Wroniak M., Napiórkowska K., Brzezińska R. et Ratusz K. (2022). Oxidative Stability and Antioxidant Activity of Selected Cold-Pressed Oils and Oils Mixtures. *Foods*, 11(11), 1597.

Références bibliographiques

T

Talhaoui N., Gómez-Caravaca A N., León L., De la Rosa R., Fernández-Gutiérrez A. et Segura-Carretero A. (2016). From Olive Fruits to Olive Oil: Phenolic Compound Transfer in Six Different Olive Cultivars Grown under the Same Agronomical Conditions. *International journal of molecular sciences*. 17, 337.

Tamburini B., Di Liberto D., Pratelli G., Rizzo C., Barbera L., Lauricella M., Carlisi D., Maggio A., Palumbo Piccionello A., D'Anneo A., Caccamo N. et Guggino G. (2025). Extra Virgin Olive Oil Polyphenol-Enriched Extracts Exert Antioxidant and Anti-Inflammatory Effects on Peripheral Blood Mononuclear Cells from Rheumatoid Arthritis Patients. *Antioxidants* (Basel).

Tanouti K., Serghini-ciad H., Chaieb E., Benali A., Harkous M. et Etelamrani A. (2011). Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. *Les technologies de laboratoire*, volume 6 n°22. P2-9.

Tarchoune I., Sgherri C., Eddouzi J., Zinnai A., Quartacci M. F. et Zarrouk M. (2019). Olive Leaf Addition Increases Olive Oil Nutraceutical Properties. *Molecules* 2019, 24, 545.

Taslikh M., Mollakhalili-Meybodi N., Alizadeh A. M., Mousavi M.-M., Nayebzadeh K. et Mortazavian A. M. (2022). Mayonnaise main ingredients influence on its structure as an emulsion. *Journal of Food Science and Technology*, 59(6), 2108-2116.

Titouh K., Mazari A. et Aït Meziane MZ. (2020). Contribution to improvement of the traditional extraction of olive oil by pressure from whole and stoned olives by addition of a co-adjuvant (talc). *OCL* 27: 23.

Tovar M.J., Paz Romero M., Girona J. and Motilva M.J. (2002). L-phenylalanine ammonia-lyase activity and concentration of phenolics in developing olive (*Olea europaea* Lcv Arbequina) fruit grown under different irrigation regimes. *Journal of Science of food and Agriculture*, 82:892-898.

Tura D., Gigliotti C., Pedo S., Failla O., Bassi D. et Serraiocco A. (2007). Influence of cultivar and site of cultivation on levels of lipophilic and hydrophilic antioxidants in virgin olive oils (*Olea europaea* L.) and correlations with oxidative stability. *Scientia Horticulturae*; 112: 108-119.

Références bibliographiques

Turkmen N., Sari F. and Velioglu Y.S. (2006). Effect of extraction solvents concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenol determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. Food Chemistry 99: 835- 841.

Turrill W.B. (1951). Wild and cultivated olives. Kew Bull. 6: 437–442.

U

Ussia, S., Ritorto, G., Mollace, R., Serra, M., Tavernese, A., Altomare, C. et Macrì, R. (2025). Exploring the Benefits of Extra Virgin Olive Oil on Cardiovascular Health Enhancement and Disease Prevention: A Systematic Review. Nutrients, 17(11), 1843.

V

Veillet S., Tomao V. et Chemat F. (2010). Ultrasound assisted maceration: An original procedure for direct aromatisation of olive oil with basil. Food Chem, 123(3), 905-911.

Villaño D., Fernández-Pachón M. S., Moyá M. L., Troncoso A. M. et García-Parrilla M. C. (2007). Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. Talanta. 71(1), 230-235.

Virruso C., Accardi G., Colonna-Romano G., Candore G., Vasto S. et Caruso C. (2014). Nutraceutical Properties of Extra-Virgin Olive Oil: A Natural Remedy for Age-Related Disease. Rejuvenation Research, 17 (2): 217-220.

W

Wang H., Dong Gao X. D., Zhou G. C., Cai L. et Yao W. B. (2008). In vitro and in vivo antioxidant activity of aqueous extract from Choerospondias axillaris fruit Food Chemistry, 106(3), 888-895.

Wang W., Hu C., Sun H., Zhao J., Xu C., Ma Y., Ma J., Jiang L. et Hou J. (2022). Physicochemical Properties, Stability and Texture of Soybean-Oil-Body-Substituted Low-Fat Mayonnaise: Effects of Thickeners and Storage Temperatures. Foods, 11(15), 2201.

Williams W.B., Cuvelier M.E. et Berset C. (1995). Use of free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. Lebensm-Wiss. Technology, 28: 25-30.

Włodarczyk K., Zienkiewicz A. et Szydłowska-Czerniak A. (2022). Radical Scavenging Activity and Physicochemical Properties of Aquafaba-Based Mayonnaises and Their Functional Ingredients. Foods Apr 14;11(8):1129.

Références bibliographiques

Wu J. (2014). Eggs and egg products processing in Clark S Food processing: principles and applications. Wiley, Hoboken.

Y

Yolmeh M., Najafi M.B.H., Farhoosh R., Salehi F. (2014). Modeling of antibacterial activity of annatto dye on *Escherichia coli* in mayonnaise. *Food Biosci*, 8, 8–13.

Yorulmaz A., Tekin A. et Turan S. (2011). Improving olive oil quality with double protection: Destoning and malaxation in nitrogen atmosphere. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(9), 1063–1071.

Yousfi K., Cert R. M. et Gracia J.M. (2006). Changes in quality and phenolic compounds of virgin olive oils during objectively described fruit maturation. *European Food Research and Technology*, 223, 117-124.

X

Z

Zaidi H., Meradi O. et Bouznit M. (2023). Développement d'activité des huileries au sein de la wilaya de Bejaia : Quelle contraintes qui entravent leurs épanouissements. *Revue du développement économique*. Volume 08 (1) p 2543-3490.

Zertal H. et Zliada M.I. (2020). Huile d'olive d'Algérie : Etude des propriétés antioxydantes et anti-Alzheimer. Mémoire master. Biochimie Appliquée. Université des Frères Mentouri Constantine 1. P : 46-47.

Zhao Y., Zhong Q. et Jin Y. (2020). Influence of acid type and pH on emulsion and microbial stability of egg-based mayonnaise. *Journal of Food Protection*. 83(6), 1013–1021.

Zoric N., Horvat I., Kopjar N., Vucemilovic A., Kremer D., Tomic S. et Kosalec I. (2013). Hydroxytyrosol expresses antifungal activity in vitro. *Current drug targets*. 14(9), 992-998.

ANNEXES

Annexe 1

Tableau I : principaux triglycérides d'huile d'olive (Gracia-Gonzalez *et al.*, 2008).

Type du triglycéride	Pourcentage des triglycérides (%)
OOO (trioléine)	27,53 - 59,34 %
POO (palmitodioléine)	12,42 - 30,57 %
OOL (Linoleodioléine)	4,14–17,46%
POL (palmitooléolinoléine)	2,69 – 12,31%
SOO (dioléostéarine)	3,17–8,39%

Tableau II : composition en acides gras de l'huile d'olive (COI, 2019).

Nom de l'acide gras	Formule	Pourcentage d'acide gras
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 linolénique	C18 : 3	< 1,00
Acide arachidique	C20 : 0	< 0,60
Acide gadoléique (eïcosénoïque)	C20 : 1	< 0,50
Acide béhénique	C22 : 0	< 0,20
Acide lignocérique	C24 : 0	< 0,20

Annexe 2

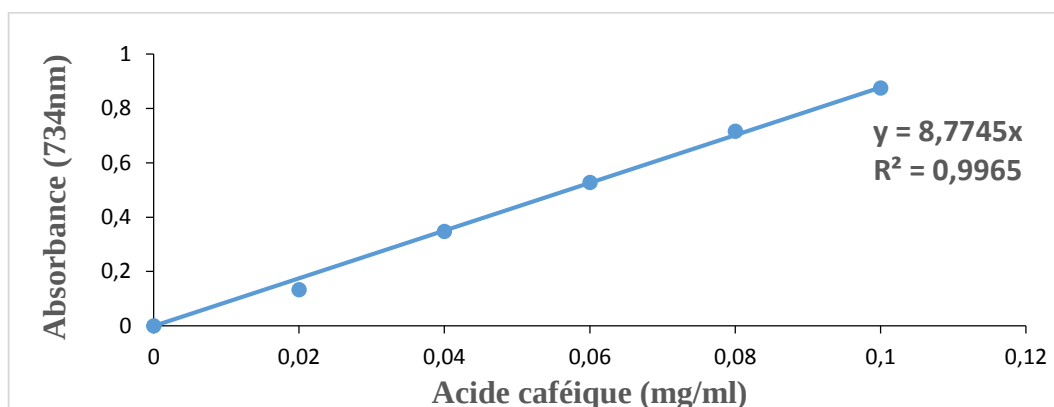


Figure 1 : Courbe d'étalonnage des polyphénols.

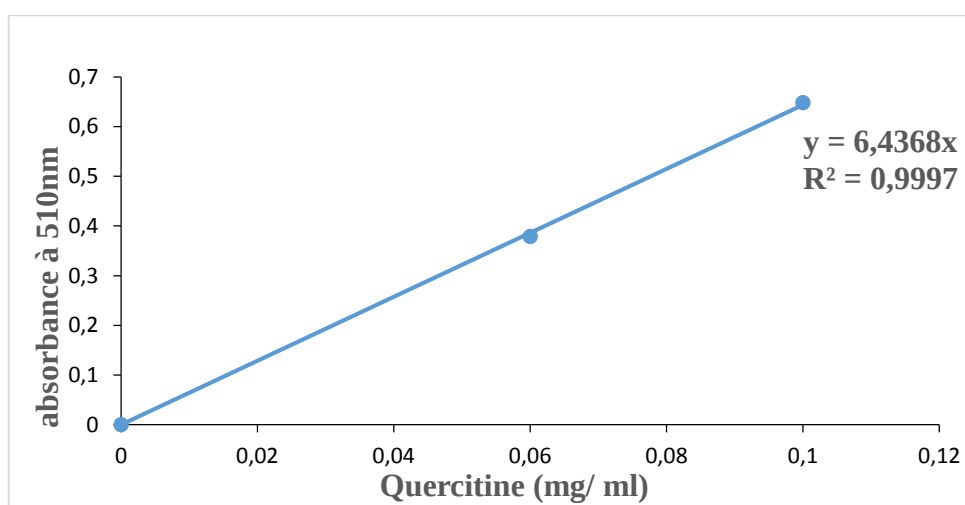


Figure 2 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes.

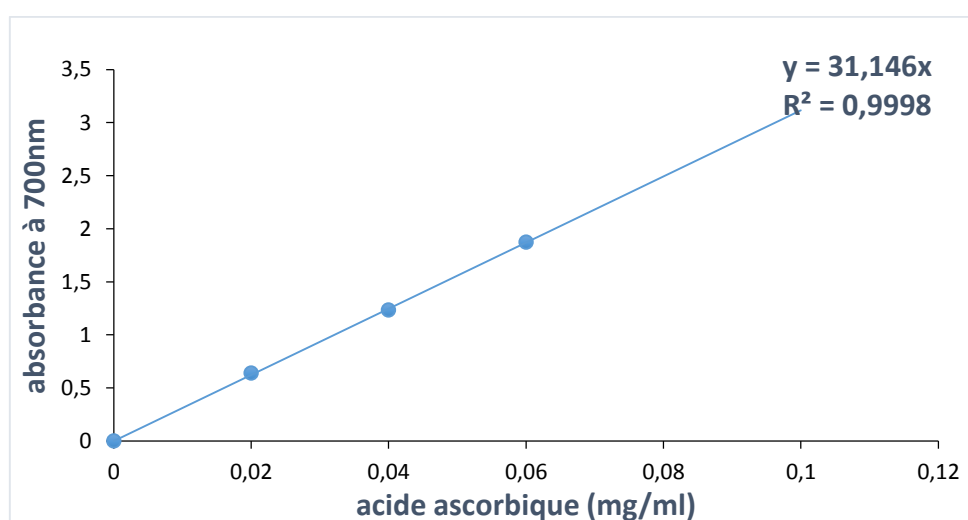


Figure 3 : Courbe d'étalonnage du pouvoir réducteur.

Annexe 3

Questionnaire pour l'Evaluation Sensorielle de Différentes Recettes de Mayonnaise

(Panel expert)

Nom et Prénom :

Age :

Sexe : H ☐ F ☐

Date :

Pour une analyse comparative entre différentes recettes de mayonnaise, dans ce questionnaire, vous procéderez à l'analyse sensorielle de cinq échantillons de mayonnaise préparés selon différentes recettes, identifiés par les codes 210, 104, 304, 705 et 202. Pour chaque échantillon, vous évalueriez les caractéristiques sensorielles en attribuant une note entre 1 et 5.

 **Remarque :** Pour une expérience de dégustation optimale, veuillez suivre l'ordre présenté, en commençant par l'échantillon le plus à gauche et en poursuivant de gauche à droite jusqu'à celui le plus à droite, sans tenir compte de l'ordre indiqué dans le tableau.

N.B : Veuillez rincer la bouche après chaque dégustation d'un échantillon.

1. Couleur

1. Très claire (blanchâtre)
2. Clair (crème pâle)
3. Moyenne (ni trop claire ni trop foncé)
4. Foncée (jaune prononcé)
5. Très foncée/ intense (jaune soutenu)

210	104	304	705	202

2. Appréciation de la couleur

1. Pas du tout appréciée
2. Peu appréciée
3. Moyennement appréciée
4. Bien appréciée
5. Très bien appréciée

210	104	304	705	202

3. Aspect (brillance)

1. Aucune brillance
2. Faiblement brillant
3. Moyennement brillant
4. Brillant
5. Très brillant

210	104	304	705	202

4. Odeur (sans gouter)

1. Très faible intensité.
2. Légère intensité.
3. Intensité modérée.
4. Forte intensité.
5. Très forte intensité.

210	104	304	705	202

5. Salinité (Goût salé)

1. Absence de goût salé.
2. Faiblement intense.
3. Moyennement intense.
4. Fortement intense.
5. Très fortement intense.

210	104	304	705	202

6. Arôme (Sensation en bouche)

1. Absence d'arôme.
2. Légère intensité.
3. Intensité équilibrée.
4. Forte intensité
5. Très forte intensité.

210	104	304	705	202

7. Acidité (sensation en bouche)

1. Aucune sensation acide.
2. Légèrement acide.
3. Agréablement acide.
4. Très acide.
5. Extrêmement acide.

210	104	304	705	202

8. Texture en bouche

La viscosité :

1. Très faible viscosité (texture très molle).
2. Faible viscosité (texture crémeuse légère).
3. Viscosité modérée (texture crémeuse).
4. Viscosité élevée (texture ferme).
5. Très forte viscosité (texture très ferme).

210	104	304	705	202

Appréciation de la viscosité :

1. Pas du tout appréciée.
2. Peu appréciée.
3. Moyennement appréciée
4. Bien appréciée.
5. Très bien appréciée.

210	104	304	705	202

Consistance (à la cuillère) :

1. Très faible consistance (consistance très légère).
2. Faible consistance (consistance crémeuse légère).
3. Consistance modérée (consistance crémeuse)
4. Consistance élevée (consistance ferme)
5. Très forte consistance (consistance très ferme).

210	104	304	705	202

Appréciation de la consistance (à la cuillère) :

1. Pas du tout appréciée
2. Peu appréciée
3. Moyennement appréciée
4. Bien appréciée
5. Très bien appréciée

210	104	304	705	202

8. Saveur ou arôme identifié

1. Aucune saveur détectée.
2. Moutarde.
3. Riz.
4. Vinaigre.
5. Impossible de déterminer.

210	104	304	705	202

➤ Préférence générale :

Vous pouvez attribuer une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence personnelle, en référence à l'échelle ci-dessous.

- 1 : Extrêmement désagréable
- 2 : Très désagréable
- 3 : Désagréable
- 4 : Assez désagréable
- 5 : Ni agréable ni désagréable
- 6 : Faiblement agréable
- 7 : Agréable
- 8 : Très agréable
- 9 : Extrêmement agréable

210	104	304	705	202

❖ Observation ou commentaire :

.....

.....

"Merci pour votre collaboration !"

Annexe 4**Tableau III :** Coefficients de corrélation entre les composés bioactifs et le activités antioxydante.

Corrélation entre	Coefficient de corrélation (R)	Equation
polyphénols-DPPH	0,96	$y = 5,8663x + 117,89$
polyphénols-ABTS	0,12	$y = 0,009x + 62,209$
polyphénols-pouvoir réducteur	0,99	$y = 0,6288x - 1,6237$
Flavonoïde-DPPH	0,95	$y = 20,886x - 150,77$
Flavonoïde-ABTS	0,37	$y = 0,1037x + 59,767$
Flavonoïde- pouvoir réducteur	0,94	$y = 2,1706x - 28,493$

Résumé

Ce travail s'inscrit dans une démarche de valorisation des huiles d'olive locales à travers l'étude de leurs propriétés physicochimiques, leur richesse en composés phénoliques et leur activité antioxydante. Quatre variétés d'huiles d'olive (Limli, Azeradj, Achemlal et Bouchouk) ont été analysées afin d'évaluer leur potentiel antioxydant et d'établir une corrélation entre leur composition phénolique et leur efficacité antioxydante. Les résultats ont montré une variation significative entre les variétés, où la variété Limli est la plus riche en composé phénolique 93,03 mg/Kg, avec une corrélation positive entre la teneur en composés phénoliques et l'activité antioxydante.

Ces huiles ont été incorporées dans des formulations de mayonnaise afin d'étudier leur impact sur les propriétés sensorielles et la stabilité oxydative du produit au cours du stockage. Les résultats sensoriels ont permis d'identifier les formulations les plus acceptées comme celle à base de l'huile Azeradj, tandis que le suivi de l'oxydation a confirmé l'effet protecteur des huiles les plus riches en antioxydants naturels. Ainsi, l'utilisation ciblée d'huiles d'olive à fort pouvoir antioxydant pourrait représenter une alternative naturelle pour améliorer la qualité et la durée de conservation des mayonnaises sans additifs synthétiques.

Mots clés : huile d'olive, variété, mayonnaise, activité antioxydante, stabilité.

Abstract

This work is part of an approach to enhance the value of local olive oils by studying their physicochemical properties, their richness in phenolic compounds and their antioxidant activity. Four olive oil varieties (Limli, Azeradj, Achemlal and Bouchouk) were analyzed to assess their antioxidant potential and establish a correlation between their phenolic composition and antioxidant efficacy. The results showed significant variation between varieties, with the Limli variety being the richest in phenolic compound 93.03 mg/Kg, with a positive correlation between phenolic compound content and antioxidant activity.

These oils were incorporated into mayonnaise formulations to evaluate their impact on sensory properties and oxidative stability during storage. Sensory analysis identified the most accepted formulations such as the Azeradj oil-based formulation, while oxidation monitoring confirmed the protective effect of oils with higher natural antioxidant content. These findings suggest that selecting olive oils with strong antioxidant potential could serve as a natural strategy to improve the quality and shelf life of mayonnaise without synthetic additives.

Key words: olive oil, variety, mayonnaise, antioxidant activity, stability.