

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE MOULOU D MAMMERE DE TIZ1-0UZ0U**

**Faculté des Sciences biologiques et Sciences Agronomiques**

**Département des Sciences Agronomiques**

# ***Mémoire de fin de cycle***

En vue de l'obtention diplôme de Master

En Sciences Alimentaires

**Option :** Agroalimentaire et contrôle de qualité

**ETUDE DE L'EFFET ANTIOXYDANT  
DES FEUILLES D'OLIVIER SUR  
L'HUILE D'OLIVE AU COURS DE LA  
FRITURE**

**Présenté par :** M<sup>lle</sup> Houari Siham

**Devant le jury :**

**Présidente :** M<sup>me</sup> REMANE Y.      MCB      UMMTO

**Examinatrice** M<sup>me</sup> CHENAH M.      MCB      UMMTO

**Promotrice :** M<sup>me</sup> BOUDAUD. S      MCB      UMMTO

**Promotion : 2023-2024**

# Remerciements



*D'abord, avec la grâce et l'aide de Dieu, cette thèse a été accomplie,  
qui est plus digne de remerciements que lui ?*

*Et puis, je tiens à remercier sincèrement mes parents et toute ma  
famille pour m'avoir toujours encouragé tout au long de mon parcours  
universitaire.*

*Et j'exprime mes remerciements et ma gratitude aux personnes dont  
les noms sont mentionnés ci-dessous, selon leurs différentes fonctions  
et titres,*

*D'abord, M<sup>me</sup> Boudaoud Sonia, qui était encadrante pour accomplir  
ce travail.*

*Suivi par tous les travailleurs du laboratoire d'analyses physico-  
chimiques de l'Université Mouloud Mammeri pour leur soutien  
continu tout au long de la mise en œuvre de la partie expérimentale  
de ce mémoire.*

*J'exprime également mes sincères remerciements et ma gratitude aux  
membres de jurys pour leur acceptation de soutenir mon travail à leur  
tête :*

*M<sup>me</sup> REMANE.Y : comme présidente ;*

*M<sup>me</sup> CHENNAH. M: comme examinatrice.*

*Et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à accomplir ce  
travail simple.*



# *Dédicace*

*La locomotive de recherche a traversé de nombreux obstacles, mais j'ai essayé de les surmonter régulièrement, grâce à Dieu. Je dédie le fruit de mes 18 ans d'études à Mes parents, frères et amis, qui étaient le soutien absolu dans mon cheminement pour terminer cette recherche.*

*Et je ne dois pas oublier mes professeurs qui ont eu le plus grand rôle pour me soutenir. Surtout l'enseignante encadrante qui m'a guidé tout au long de ce parcours.*

**Et à toute la communauté de l'université  
MOULOUD MAMMERI.**



**Siham**



# Table des matières

Liste des figures

Liste des

tableaux

Liste des abréviations

**Introduction.....1**

## *Partie Bibliographique*

### **Chapitre I : De l'olivier à l'huile d'olive**

<i>I.1</i> Historique.....	3
<i>I.2</i> Répartition géographique de l'Olivier.....	4
<i>I.3</i> Les variétés d'oliviers cultivés en Algérie.....	5
<i>I.4</i> Classification et description botanique de l'olivier.....	6
<i>I.5</i> Les feuilles d'olivier.....	7
<i>I.6</i> Les composés phénoliques.....	9
<i>I.7</i> Composition de feuilles d'olivier en composés phénoliques.....	12
<i>I.8</i> L'huile d'olive.....	13
<i>I.9</i> Méthodes et processus d'extraction de l'huile d'olive.....	14
<i>I.10</i> Composition chimique de l'huile d'olive.....	19

### **Chapitre II : La qualité de l'huile d'olive**

<i>II.1</i> Définition de la qualité.....	22
<i>II.2</i> Facteurs influençant sur la qualité de l'huile d'olive.....	22
<i>II.3</i> Les bienfaits de l'huile d'olive sur la santé humaine.....	26

### **Chapitre III : L'oxydation et Antioxydants**

<i>III.1</i> L'oxydation.....	28
-------------------------------	----

III.2 Les antioxydants.....	31
-----------------------------	----

**Partie pratique:**

**Matériels et methods:**

1. Objectif d'étude.....	35
2. Matériels et methods.....	35
2.1 Méthodes et protocoles d'analyses.....	37
a) Détermination de la concentration en polyphénols totaux.....	37
b) Indice d'acidité.....	39
c) Indic de peroxyde.....	40
d) Indice d'iode.....	41
e) La viscosité.....	42
f) Coefficient d'extinction spécifique.....	43
3. Incorporation de la poudre et analyses après fritur.....	44
4. Analyses statistiques.....	44

**Résultats et discussions:**

1. Teneur de la poudre de feuilles d'olivier en polyphénols totaux.....	45
2. Résultats des analyses physico-chimiques sur les huiles avant friture.....	45
3. Résultats des analyses physico-chimiques sur les huiles après friture.....	52

<b>Conclusion.....</b>	<b>62</b>
------------------------	-----------

**Références bibliographiques**

**Les annexes**

**Résumé**

## Liste des figures :

Figure	Titre	Pages
1	Branche d'olivier dans la main d'Akhenaton	3
2	La répartition de l'olivier autour du bassin méditerranéen	4
3	Répartition des zones géographiques de l'oléiculture en Algérie	5
4	L'olivier ( <i>olea Europaea</i> L)	6
5	Feuilles d'olivier	7
6	Structure chimique des composés phénoliques	10
7	Structure de base des flavonoïdes	11
8	Exemples de quelques acides phénoliques	11
9	Les tannins et leurs structures de base	12
10	La récolte manuelle des olives en Kabylie	14
11	La récolte mécanique des olives	15
12	La réception des olives	15
13	Différentes méthodes de stockage des olives dans les huileries	16
14	Lavage et effeuillage des olives	16
15	Broyage des olives dans un moulin traditionnel	17
16	Presse hydraulique de l'huile d'olive	17
17	Stockage et conservation de l'huile d'olive	18
18	Schéma général du procédé d'extraction de l'huile d'olive	18
19	Olive mure	22
20	Stockage des olives après récolte	23
21	Moulin traditionnel pour extraction de l'huile d'olive	23
22	Conservation de l'huile d'olive	24
23	Un bateau rouille	27
24	Impacts d'oxydation sur les produits alimentaires	28
25	Les différentes phases de l'oxydation lipidiques	30
26	Mécanismes d'action des antioxydants	33
27	Feuilles d'olivier après récolte	35
28	Poudre d'olivier obtenue	35

<b>29</b>	Huile avant et après titrage	40
<b>30</b>	Huile avant et après titrage	41
<b>31</b>	Les valeurs d'acidité de nos échantillons d'huile d'olive vierge et d'huile commerciale	46
<b>32</b>	Les valeurs d'indice de peroxyde de l'huile d'olive vierge et l'huile commerciale	47
<b>33</b>	Les valeurs d'indice d'iode de nos échantillons d'huile d'olive vierge et huile commerciale	48
<b>34</b>	Les valeurs de viscosités de nos échantillons d'huile d'olive vierge et huile commerciale	49
<b>35</b>	Les valeurs de coefficient d'extinction spécifique à 270 nm et 232 nm de nos d'huile d'olive vierge et huile commerciale	50
<b>35</b>	Les valeurs d'indice d'acidité de nos échantillons d'huiles après Friture	52
<b>37</b>	Les valeurs d'indice de peroxyde de nos échantillons d'huiles après friture	53
<b>38</b>	Les valeurs d'indice d'iode de nos échantillons d'huiles après Friture	54
<b>39</b>	Les valeurs d'indice de viscosité de nos échantillons d'huiles après friture	55
<b>40</b>	Les valeurs de coefficient d'extinction spécifique à 270nm (A) et à 232 nm(B)	57

## Liste des tableaux :

Nu méro	Titre	Pages
1	Composition chimique des feuilles d'olivier	9
2	Composition des feuilles d'olivier en éléments minéraux	9
3	Taux d'acidité des différents types d'huile d'olive	14
4	Les acides gras dans l'huile d'olive	19
5	Sous-classes des composants polaires mineurs dans l'huile d'olive vierge	19
6	Composition de l'huile d'olive en vitamine	20
7	Apport journalier des antioxydants	30
8	Les différentes sources des antioxydants	31
9	Matériels utilisés dans la partie expérimentale	34

### Liste des abréviations :

**HOEV:** Huile d'Olive Extra Vierge.

**HOV:** Huile d'Olive Vierge.

**XVI<sup>ème</sup>:** 16<sup>ème</sup> siècle.

**ISO:** International Organization for Standardization.

**AGMIs:** Acides Gras Mono-Insaturés.

**LDL:** Low-density lipoproteins.

**BHA:** Butylhydroxyanisole.

**BHT:** Butylhydroxytoluène.

**UV :** Ultra-Violet.

**nm :** Nanomètre.

**SM :** Solution

mère.

**µL :** Microlitre.

**ED :** Eau distillée.

**N :** Normalité.

**EAG :** Equivalent d'Acide Gallique.

**KOH :** Hydroxyde de potassium.

**COI :** Conseil oléicole international.

**HC :** Huile commerciale.

**FR :** Friture.

**IFHVP:** Institut Français des Huiles Végétales Pures.

# *Introduction*

La culture de l'olivier est l'activité des régions méditerranéennes par excellence depuis des milliers d'années. Il est largement utilisé pour produire de l'huile d'olive, un ingrédient essentiel dans la cuisine locale (Fraga et al., 2020).

L'huile d'olive est un moteur économique important pour les régions méditerranéennes (Pouyet & Ollivier, 2014) grâce à ses vertus bénéfiques pour la santé. De nombreuses études ont démontré que la consommation d'huile d'olive, en particulier de l'huile d'olive extra-vierge, peut aider à prévenir et gérer plusieurs maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, inflammatoires, et le cancer (Gavahian et al., 2019).

La qualité de l'huile d'olive dépend de plusieurs facteurs, notamment la variété d'olives utilisée, le climat, la méthode de récolte, le processus de production, et enfin les méthodes de stockage (Douzane et al., 2023).

Les feuilles d'olivier, considérées comme des sous-produits de l'industrie oléicole, sont une source riche en polyphénols. Ces derniers sont des métabolites secondaires des plantes ayant des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires bénéfiques pour la santé humaine (Clodoveo et al., 2021), tel que la lutte contre le cancer, la régulation du glucose sanguin, la réduction de l'inflammation (Duda-Chodak & Tarko, 2023), ainsi que la diminution ou l'arrêt de processus de l'oxydation des composés importants, comme l'oxydation des corps gras.

L'oxydation des lipides est un processus naturel qui se produit lorsque les graisses sont exposées à l'oxygène de l'air. Cela peut conduire à la formation de radicaux libres qui peuvent endommager les cellules et les tissus du corps. Elle se produit en trois étapes essentielles qui sont initiation, propagation, et terminaison (Domínguez et al., 2019).

Cette oxydation peut être thermique et se produit lorsque les lipides sont chauffés à des hautes températures. Cette oxydation peut provoquer la formation de composés toxiques, tels que les acides gras trans et les aldéhydes (Rotich et al., 2020).

L'utilisation des antioxydants peut diminuer ou arrêter ce phénomène de l'oxydation et protéger ainsi les composés cellulaires et la santé humaine. Les antioxydants sont des molécules de nature variée, produits d'une manière synthétique via la synthèse chimique ou naturel par extraction des plantes, comme le cas des polyphénols.

L'incorporation de poudre des feuilles d'olivier dans l'huile d'olive est une nouvelle piste d'étude pour différents objectifs selon le contexte et les usages prévus tels que l'augmentation de la teneur en polyphénols dans l'huile, l'amélioration de sa stabilité, l'ajout de saveurs et d'arômes (Marxet et al., 2022).

C'est dans ce cadre que s'inscrit cette présente étude. L'objectif principale de cette étude est de chercher l'effet des composés phénoliques des feuilles d'olivier sur la stabilité oxydative

de l'huile d'olive lorsqu'elle est exposée à une haute température. L'évaluation de la qualité des huiles analysées (sans et avec poudre des feuilles d'olivier) pendant le processus de friture était déterminée par la mesure de différents indices physico-chimiques liés au phénomène de l'oxydation thermique de l'huile d'olive.

Ainsi, cette étude est subdivisée en deux parties :

**I.** La première partie expose une synthèse bibliographique sur l'olivier, l'huile d'olive, les facteurs influençant sur sa qualité de l'huile d'olive, le phénomène d'oxydation lipidique, les antioxydants et les composés phénoliques.

**II.** La deuxième partie, consiste en une étude expérimentale consacrée au suivi de la qualité physico-chimiques entre une huile d'olive naturelle et autre incorporée avec poudre des feuilles d'olivier à des différentes concentrations, avant et après processus de friture.

*Synthèse*

*Bibliographique*

# *Chapitre I*

*De l'olivier à l'huile d'olive*

### **Historique**

L'olivier a une histoire millénaire, sa culture remonte à l'Antiquité. Les Grecs et les Romains le considéraient comme un arbre sacré, symbole de paix, de sagesse et de victoire. Au Moyen Âge, l'olivier a été introduit en Espagne et en Italie, où il est devenu un élément clé de l'économie. Au fil des siècles, sa culture s'est étendue à travers toute la Méditerranée, de l'Afrique du Nord jusqu'à la Turquie, en passant par la France et le Portugal (Lanza, 2012).

Au XVI<sup>ème</sup> siècle, les explorateurs espagnols ont apporté l'olivier en Amérique latine, où il est devenu un symbole de la culture et de la cuisine méditerranéenne. L'olivier a également été introduit en Afrique du Nord et au Moyen-Orient (Angles, 2000).

L'olivier est aussi associé aux religions de différentes manières. Dans les religions chrétienne et juive, il est symbole de la paix et de l'espérance. Dans la religion islamique, il est mentionné dans le Coran comme un arbre béni et il est souvent associé à la miséricorde de Dieu (Angles, 2016).

Aujourd'hui, l'olivier est toujours une culture importante dans de nombreuses régions du monde. L'huile d'olive est considérée comme l'une des huiles les plus saines et est largement utilisée dans la cuisine et la cosmétique. L'olivier est également apprécié pour son rôle dans la production de bois d'œuvre et de produits artisanaux (Dubur-Jarrige, 1999).



**Figure 1.** Branche d'olivier dans la main d'Akhenaton (anonyme 1).

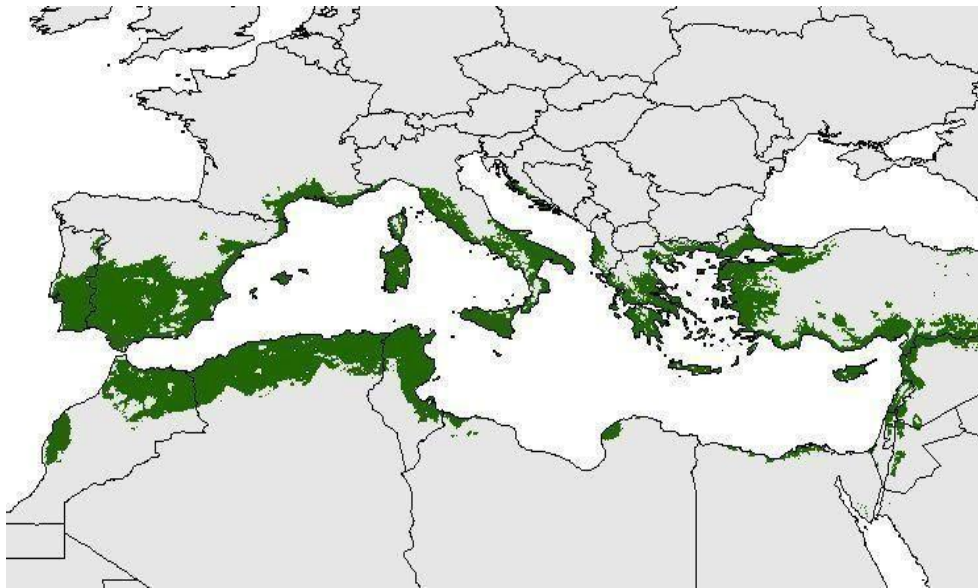
## **1. Répartition géographique de l'Olivier**

### **1.1. Dans le monde**

L'olivier est principalement cultivé dans les régions méditerranéennes grâce au climat doux et la quantité suffisante d'eau. Les principaux pays producteurs d'huile d'olive sont l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la Tunisie (Angles, 2012).

En dehors du bassin méditerranéen, l'olivier est également cultivé dans d'autres régions du monde, notamment en Australie, en Afrique du Sud, en Californie et en Amérique du Sud (Guerra et al., 2015).

La production d'huile d'olive au niveau mondial est dominée par l'Espagne, l'Italie et la Grèce, qui produisent environ 75% de l'huile d'olive totale dans le monde (COI, 2022).



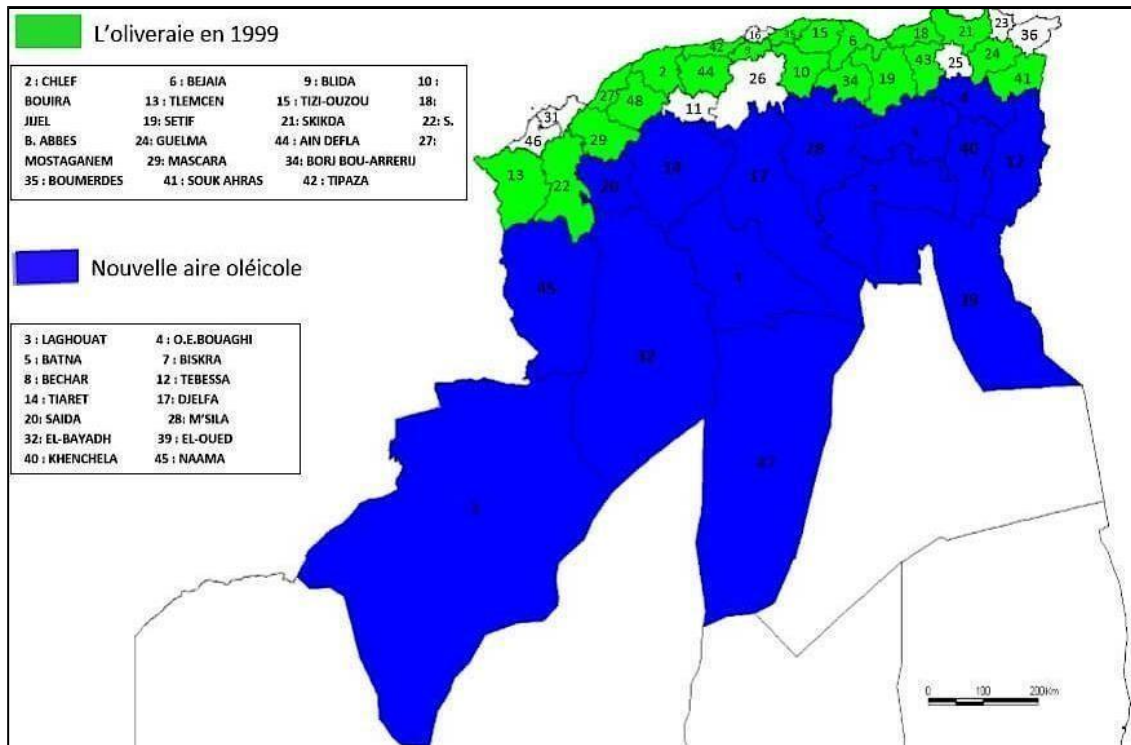
**Figure 2.** La répartition de l'Olivier (en vert) autour du bassin méditerranéen (Oteros, 2014).

### **1.2. En Algérie**

L'Algérie est parmi les grands pays producteurs d'olives et d'huile d'olive. L'oléiculture est une pratique traditionnelle dans le pays, qui dispose d'une longue histoire dans la production d'huile d'olive de haute qualité (Sais et al., 2020).

Le verger oléicole national couvre une superficie de plus 450 mille hectares avec un nombre d'olivier atteignant les 6.200.000 arbres (Sais et al., 2020)

Environ 70% de la production d'huile d'olive en Algérie est destinée à la consommation intérieure, tandis que le reste est exporté vers des pays tels que la France, l'Italie, l'Espagne et les États-Unis (Lamani & Ilbert, 2016).



**Figure 3.** Répartition des zones géographiques de l'oléiculture en Algérie (Anonyme 2).

### 1.3. Dans la wilaya de Tizi-Ouzou

L'oléiculture est l'activité la plus fréquente dans la région de la Kabylie, en général, et dans la wilaya de Tizi-Ouzou en particulier, en raison de sa situation géographique sur les côtes de la Méditerranée.

Les oliviers sont cultivés dans la wilaya sur de grandes superficies, et ils sont disséminés dans certaines régions montagneuses. La région est connue pour sa production de l'huile d'olive de la haute qualité, qui joue un grand rôle dans l'économie locale (Choukache & Aknine Souidi, 2022). La consommation locale d'huile d'olive au niveau régionale est estimée à 12 litres par habitant et par an, vu son incorporation dans de nombreux plats et recettes locaux (Bendi Djelloul & Belkherroubi, 2022).

### 2. Les variétés d'olivier cultivés en Algérie

Plusieurs variétés d'Oliviers sont cultivées en Algérie. Chacune diffère de l'autre par ses caractéristiques et utilisations. Les plus connues sont :

- **Chemlal** : Elle est parmi les variétés les plus répandues en Algérie. Les olives sont de taille moyenne et donnent une huile d'olive douce et fruitée (Lachibi et al., 2019).
- **Azzeradj** : Cette variété est cultivée principalement dans la région de la Kabylie. Les olives sont petites et donnent une huile d'olive légèrement fruitée (Zaroual et al., 2019).

- **Sigoise** : Cette variété est cultivée principalement dans la région de Sidi Bel Abbès. Les olives sont de taille moyenne à grande et donnent une huile d'olive douce et fruitée (Lachibi et al., 2019)

- **Bouchouk** : Cette variété est cultivée dans la région de Tlemcen. Les olives sont de taille moyenne et donnent une huile d'olive douce et fruitée (TAMENDJARI et al., 2019).

### 3. Classification et description botanique de l'olivier

L'olivier (*Olea europaea L*) est un arbre fruitier de la famille des Oléacées, originaire de la Méditerranée. Il est caractérisé par son feuillage persistant, de petites feuilles coriaces et une écorce grise et fissurée. L'olivier peut atteindre une hauteur de 15 mètres (Rapoport et al., 2016).

Les fleurs de l'olivier sont petites, blanches et odorantes, et apparaissent au printemps (Boucher et al., 2011). Les fruits, les olives, sont de petites baies charnues, de couleur verte à noire en mûrissant, et contiennent une graine (Gigon & Le Jeune, 2010). Les olives sont récoltées à l'automne et utilisées pour produire de l'huile d'olive ou pour être consommées directement.

Le système racinaire de l'olivier est très étendu et profond. Les racines peuvent s'étendre jusqu'à une distance équivalente à la hauteur de l'arbre. Elles sont capables de chercher l'humidité et les nutriments dans le sol en profondeur, ce qui permet à l'olivier de supporter des périodes de sécheresse prolongées (Masmoudi-Charfi et al., 2011).



**Figure 4.** L'Olivier (*Olea Europaea L.*) (Anonyme 3).

#### **4. Feuilles d'olivier**

Les feuilles d'olivier sont parmi les sous-produits du processus d'extraction de l'huile d'olive et sont, pour longtemps, considérées comme déchet (jetées ou brûlées). Cependant, nos ancêtres les utilisent depuis des siècles pour leurs bienfaits sur la santé.

Elles étaient aussi utilisées comme aliments de bétails, en particulier pour les ruminants comme les vaches et les chèvres, grâce à leur richesse en fibres et en nutriments tels que les protéines, les vitamines et les minéraux (Cho et al., 2020).

A l'ère actuelle, les recherches ont révélé la richesse de ces feuilles en composés phénoliques et en flavonoïdes, et qui sont des composés dotés de fortes propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes. Les feuilles d'olivier sont consommées sous forme de tisane, de capsule, de poudre ou de teinture (Lama-Muñoz et al., 2020).

##### **4.1. Description des feuilles d'olivier**

Les feuilles vertes des oliviers leur confèrent une persistance et une résistance durant les différentes saisons de l'année. Ces feuilles ont généralement la forme ovale et mesurent environ 4 à 10 centimètres de longueur. Elles ont un bord lisse et peuvent être vert foncé ou argentées, selon la variété de l'olivier. La surface des feuilles est lisse et légèrement brillante, et possède de petites veines pour transporter l'eau et les nutriments à travers la plante (Borjan et al., 2020).



**Figure 5.** Feuilles d'olivier (anonyme4)

### **4.2. Intérêts des feuilles d'olivier sur la santé humaine**

Les effets positifs de la consommation des feuilles d'oliviers sur la santé humaine sont nombreux, et parmi eux :

- **Effets hypoglycémisants** : Les feuilles d'olivier peuvent aider à réguler les taux de sucre dans le sang. Plusieurs études ont démontré que la consommation de feuilles d'olivier peut réduire les niveaux du glucose chez les patients atteints de diabète de type 2 (Meireles et al., 2023).

- **Effets antioxydants** : Les feuilles d'olivier contiennent des composés phénoliques qui ont des propriétés antioxydantes. Des études ont démontré que ces composés peuvent aider à protéger contre les maladies cardiovasculaires, le vieillissement prématuré, et certains types de cancer (Clarke & Armitage, 2002).

- **Effets anti-inflammatoires** : Certains composés présents dans les feuilles d'olivier ont des propriétés anti-inflammatoires. Ils peuvent aider à réduire l'inflammation dans le corps et à prévenir les maladies associées à l'inflammation chronique, telles que les maladies cardiaques, l'arthrite et le cancer (Quiñones et al., 2013).

- **Effets antibactériens et antiviraux** : Certains composés dans les feuilles d'olivier ont démontré des propriétés antibactériennes et antivirales. Ces propriétés peuvent aider à prévenir ou à traiter les infections bactériennes et virales, comme le rhume, la grippe et les infections urinaires (Omar, 2010).

### **4.3. Composition chimique des feuilles d'olivier**

Les feuilles d'olivier contiennent de nombreux ingrédients nutritifs, vitamines et composés phytosanitaires bénéfiques pour la santé (Clodoveo et al., 2022) :

- Elles contiennent des composés antioxydants tels que les phénols, polyphénols, triterpinoïdes, flavonoïdes et acides organiques (Espeso et al., 2021)

- Elles contiennent les vitamines A, C, E, K, B6, B12, acide folique, niacine, thiamine, riboflavine et pantothénique (Özdemir & Azman, 2016).

- Elles contiennent des fibres alimentaires qui aident à améliorer le fonctionnement du système digestif et à réduire le taux de cholestérol (Naziha et al., 2019).

- Elles contiennent aussi beaucoup d'autres éléments nutritifs comme le calcium, le fer, le magnésium, le potassium, le zinc, le cuivre et le manganèse (Şahin & Bilgin, 2018).

**Tableau 1.** Composition chimique des feuilles d'olivier (Boudhioua et al., 2009)

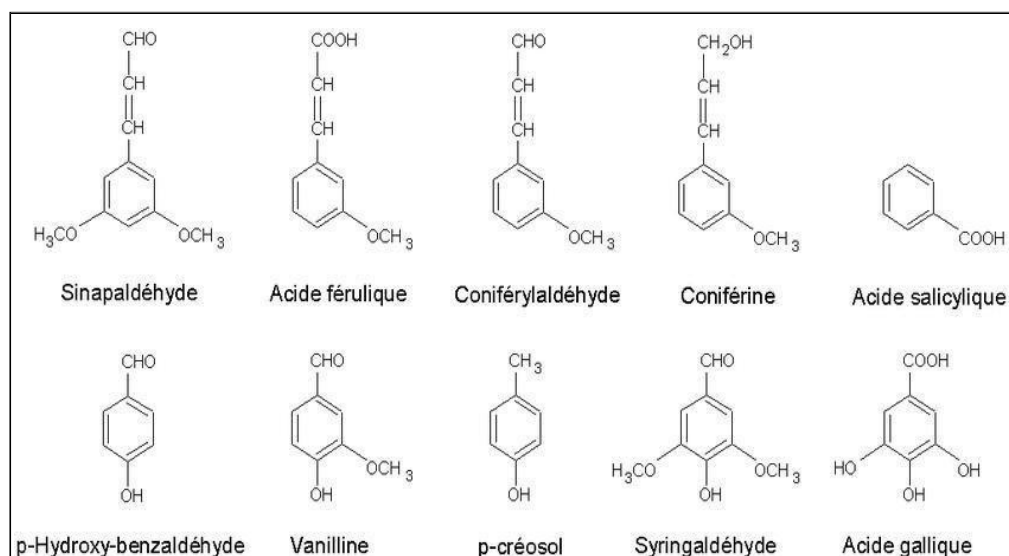
<i>Compositions</i>	<i>Teneur (% par rapport à la matière fraîche)</i>
<i>Eau</i>	49,75
<i>Lipides</i>	1,05
<i>Protéines</i>	7,61
<i>Cendres</i>	4,45
<i>Polyphénols totaux</i>	1,38 g /100g de MS

**Tableau 2.** Composition des feuilles d'olivier en éléments minéraux (Bahloul et al., 2009)

<i>Composition</i>	<i>Teneur (mg/g de poudre de feuilles d'olivier)</i>
<i>Calcium</i>	10,39
<i>Magnesium</i>	1,501
<i>Sodium</i>	0,817
<i>Zink</i>	0,001
<i>Fer</i>	0,009
<i>Potassium</i>	7,866

### **5. Composés phénoliques**

Les composés phénoliques sont une famille de molécules que l'on peut trouver dans une grande variété de plantes, notamment les fruits, les légumes, les céréales et les herbes. On estime qu'il existe plus de 8 000 composés phénoliques différents dans la nature. Les composés phénoliques sont connus pour leurs propriétés antioxydantes, qui peuvent aider à protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres (Kabran et al., 2014).



**Figure 6.** Structure chimique des composés phénoliques simples (Candelier, 2013)

### 5.1. Classification des composés phénoliques

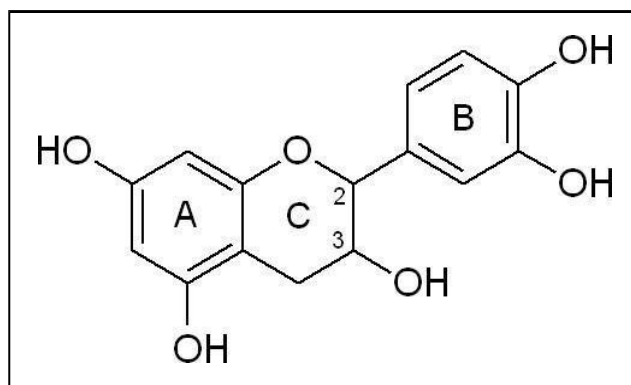
Il existe de nombreuses catégories de composés phénoliques, chacun avec ses propres propriétés et avantages pour la santé (Verdu, 2013).

#### a. Flavonoïdes

Ils sont un groupe important de composés phénoliques présents dans la plupart des plantes, notamment les fruits, les légumes, les herbes, les épices, les noix et les grains entiers. Ce sont des pigments polyphénoliques qui contribuent, entre autres, à colorer les fruits et les fleurs en jaune ou en blanc (COSTE, 2015; Pandey & Rizvi, 2009).

Les flavonoïdes sont caractérisés par une structure de base de flavane, constitué de deux noyaux de benzène reliés par un cycle pyrane. Les différentes classes de flavonoïdes sont déterminées par les types et les positions des groupes substituants sur les anneaux benzéniques (Emeraux, 2019).

Les flavonoïdes ont été étudiés pour leurs nombreuses vertus médicinales. Les principales actions des flavonoïdes sont des effets antioxydants avec un effet sur la circulation sanguine, des effets anti-inflammatoires et antiviraux, ou encore des effets protecteurs sur le foie (COSTE, 2015; Pandey & Rizvi, 2009).

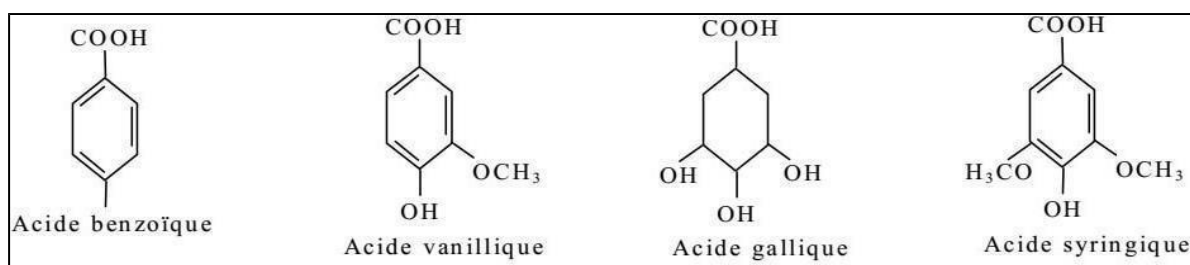


**Figure 7.** Structure de base des flavonoïdes (COSTE, 2015).

### *b. Acides phénoliques*

Ils sont un autre groupe important de composés phénoliques qui se trouvent dans de nombreux aliments végétaux, notamment les fruits, les légumes, les céréales et les herbes. Les acides phénoliques ont été étudiés pour leurs propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, anti-cancéreuses et neuroprotectrices (Tao et al., 2019).

Les acides phénoliques comprennent un groupe phénolique (ou hydroxyphényle) et une fonction acide carboxylique. La structure générale des acides phénoliques comprend donc un noyau aromatique (généralement un noyau benzénique) avec un ou plusieurs groupes substituants hydroxyles (-OH) et un groupe acide carboxylique (-COOH) attaché à ce noyau. Cette structure de base peut être modifiée par des groupes substituants variés, tels que des groupes méthyles, éthyles, glucosyles, galliques, vanilliques, etc., donnant ainsi une grande variété d'acides phénoliques différents (Laguna, 2019).



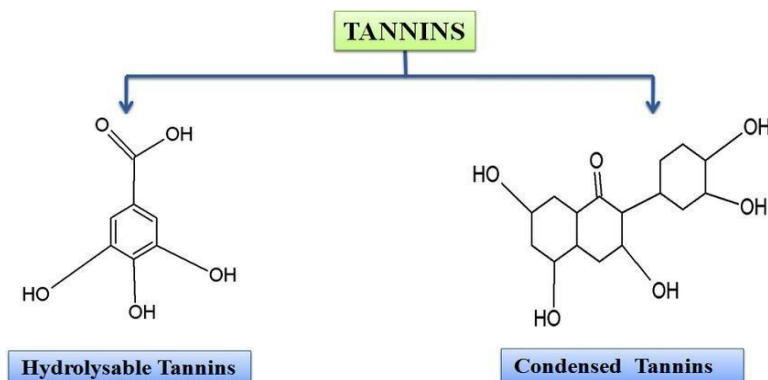
**Figure 8.** Exemples de quelques acides phénoliques (Candelier, 2013).

### *c. Tannins*

Les tannins sont des composés phénoliques naturels qui ont une structure complexe et variée. Ils contiennent des groupements hydroxyles phénoliques qui peuvent se lier à différentes molécules organiques et inorganiques, notamment les protéines, les glucides, les lipides et les minéraux (Aboagye & Beauchemin, 2019).

La structure des tannins peut être divisée en deux grandes classes : les tannins hydrolysables et les tannins condensés (Gérardin et al., 2020). Les tannins hydrolysables sont des composés polyphénoliques qui peuvent être hydrolysés en acides phénoliques et en sucres

par les acides ou les enzymes (Rira, 2019). Les tannins condensés, sont des polymères de flavonoïdes ou de leurs dérivés, obtenus par condensation des groupes phénoliques (Bule et al., 2020).



**Figure 9.** Les tanins et leurs structures de base (Ghosh, 2015).

## 6. Composition de feuilles d'olivier en composés phénoliques

Les feuilles d'olivier sont riches en composés phénoliques, notamment en hydroxytyrosol, en oleuropéine, en tyrosol et en flavonoïdes tels que la lutéoline et l'apigénine. Ces composés possèdent des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antivirales et anticancéreuses (Lakache et al., 2021).

a. **Hydroxytyrosol** : il s'agit du composé phénolique le plus abondant dans les feuilles d'olivier. Il est très apprécié pour ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. L'hydroxytyrosol a également montré une activité antitumorale in vitro et in vivo.

b. **Oleuropéine** : cette molécule est particulièrement abondante dans les feuilles d'olivier, mais aussi dans les fruits et le jus d'olive. Elle possède des propriétés hypoglycémiantes, anti-inflammatoires et antioxydantes. L'oleuropéine est également connue pour son activité antimicrobienne.

c. **Tyrosol** : cette molécule est présente dans de nombreux aliments, notamment dans le vin et les olives. Elle possède des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antitumorales.

d. **Flavonoïdes** : la lutéoline et l'apigénine sont les flavonoïdes les plus abondants dans les feuilles d'olivier. Ils possèdent des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et anticancéreuses (ADDAB et al., 2020).

### **7. Huile d'olive**

L'huile d'olive est produite depuis des millénaires dans la région méditerranéenne, où elle est largement utilisée dans la cuisine et comme remède naturel pour divers maux. Elle est aujourd'hui exportée et consommée partout dans le monde (Gaforio et al., 2019).

#### **7.1. Définition**

L'huile d'olive est une huile végétale obtenue à partir des fruits de l'olivier, un arbre méditerranéen. Cette huile est considérée comme l'une des plus saines et bénéfiques pour la santé, grâce à sa richesse en acides gras monoinsaturés et en antioxydants (Jimenez-Lopez et al., 2020).

#### **7.2. Types de l'huile d'olive**

L'huile d'olive est classée en plusieurs types en fonction de ses caractéristiques et de ses méthodes de production (COI, 2019).

**a. Huile d'olive extra vierge** : C'est l'huile d'olive de la plus haute qualité, obtenue à partir de la première pression des olives. Elle est considérée comme la plus saine et la plus savoureuse. Elle a une acidité inférieure à 0,8 % et est riche en antioxydants et en acides gras monoinsaturés.

**b. Huile d'olive vierge** : Elle est obtenue à partir de la première pression des olives, comme l'huile d'olive extra vierge, mais elle a une acidité supérieure à 0,8 %. Elle est moins chère que l'huile d'olive extra vierge, mais a un goût moins prononcé.

**c. Huile d'olive pure** : Cette huile est un mélange d'huile d'olive extra vierge et d'huile d'olive raffinée. Elle a une acidité inférieure à 1 % et a un goût plus neutre que l'huile d'olive extra vierge.

**d. Huile d'olive raffinée** : Cette huile est obtenue à partir d'olives de qualité inférieure ou d'olives ayant un taux d'acidité élevé. Elle subit des processus de raffinage, de neutralisation et de blanchiment pour enlever les impuretés et les composés indésirables. Elle a un goût neutre et est souvent utilisée dans la cuisine industrielle.

**e. Huile d'olive légère** : Cette huile est un mélange d'huile d'olive raffinée et d'autres huiles végétales. Elle a un goût très léger et est souvent utilisée dans la cuisine industrielle pour sa haute performance à haute température.

Il est important de noter que l'huile d'olive extra vierge est le type d'huile d'olive le plus bénéfique pour la santé (Capogna & Gómez, 2016), en raison de sa teneur élevée en antioxydants et en acides gras mono insaturés (Inglese et al., 2011).

**Tableau 3.** Taux d'acidité des différents types d'huiles d'olive (COI, 2019)

<i>Types de l'huile d'olive</i>	<i>Taux d'acidité (%)</i>
<i>Huile Vierge</i>	2
<i>Huile Extra Vierge</i>	0.8
<i>Huile Vierge Courante</i>	3.3
<i>Huile Vierge Lampante</i>	> 3.3
<i>Huile Raffinée</i>	0.3
<i>Huile d'Olive</i>	1
<i>Huile de Grignons d'olive</i>	1
<i>Huile de Grignons d'olive raffinée</i>	0.3

## **8. Méthodes et processus d'extraction de l'huile d'olive**

### **8.1. Récolte**

La récolte des olives est une étape cruciale dans la production d'huile d'olive. Elle peut être manuelle ou mécanique.

La méthode manuelle consiste à secouer les branches pour faire tomber les olives sur des filets posés au sol, qui sont ensuite ramassées à la main. Cette méthode est plus laborieuse mais elle préserve la qualité des olives.



**Figure 10.** La récolte manuelle des olives en Kabylie (anonyme5)

La méthode mécanique, quant à elle, utilise des machines qui secouent les branches et récoltent les fruits. Cette méthode est plus rapide et efficace, mais elle peut abîmer les olives et altérer leur qualité (Florenza, 2021).



**Figure 11.** La récolte mécanique des olives (anonyme 6)

### **Réception**

La réception des olives est une étape clé dans le processus de production d'huile d'olive. Elle consiste à trier, laver et broyer les olives afin de les transformer en une pâte homogène prête à être pressée pour extraire l'huile. Cette étape est cruciale pour garantir la qualité de l'huile d'olive produite. Plusieurs études ont été menées sur les différentes techniques de réception des olives et leur impact sur la qualité de l'huile d'olive (Valta et al., 2015).



**Figure 12.** La réception des olives (anonyme 7)

## 8.2. Stockage

Le stockage des olives est une étape importante pour assurer une bonne conservation et éviter leur détérioration. Il existe plusieurs méthodes de stockage des olives : le stockage en saumure où les olives sont conservées dans de l'eau salée, la réfrigération à une température comprise entre 0 °C et 5 °C, le stockage sous vide pour une durée plus longue (Gharbi et al., 2015).



**Figure 13.** Différentes méthodes de stockage des olives dans les huileries (anonyme 8)

## 8.3. Procédés d'extraction de l'huile d'olive

L'extraction de l'huile d'olive est un processus qui consiste à extraire l'huile des olives en les pressant ou en les broyant. Ce processus se déroule en plusieurs étapes :

### *a. Effeillage et lavage*

Le lavage et l'effeuillage des olives sont des étapes importantes du processus de préparation des olives pour la production d'huile d'olive. Ces étapes permettent de garantir la qualité et l'authenticité de l'huile d'olive produite ainsi que la sécurité alimentaire des consommateurs (Aparicio & Harwood, 2013).

L'effeuillage permet de retirer les feuilles et les brindilles qui pourraient altérer la qualité de l'huile d'olive, tandis que le lavage permet de retirer les impuretés et les particules de terre qui peuvent adhérer aux olives (Gharbi et al., 2015).



**Figure 14.** Lavage et effeuillage des olives (anonyme9)

***b. Broyage et malaxage***

Les olives sont broyées pour libérer l'huile. Cette étape peut être réalisée à l'aide d'un moulin à huile traditionnel ou d'une presse à huile moderne (Autret, 2020). La pâte obtenue après le broyage est malaxée pour permettre à l'huile de se séparer de la pulpe (Veillet, 2010a).



**Figure 15.** Broyage des olives dans un moulin traditionnel (anonyme10)

***c. Séparation***

La séparation des phases est un processus important dans l'extraction de l'huile d'olive car elle permet de séparer l'huile du reste des matières solides et liquides.

Il existe différentes méthodes pour séparer les phases, notamment la centrifugation, la décantation, la filtration, la flottation et la pression. Chaque méthode a ses avantages et ses limitations en termes de coûts, de temps de traitement, de rendement et de qualité de l'huile obtenue (Clodoveo et al., 2015).



**Figure 16.** Presse hydraulique de l'huile d'olive (anonyme 11)

### d. Conditionnement et stockage de l'huile d'olive

Le conditionnement et le stockage de l'huile d'olive influencent la qualité et la durée de conservation du produit. Il est recommandé de stocker l'huile d'olive dans un endroit frais, sec et à l'abri de la lumière directe du soleil (Dabbou et al., 2011). Cela peut se faire dans différents types de contenants, tels que des bouteilles en verre opaques, des bidons en métal ou des sacs en plastique. Il est important de choisir un matériau de qualité alimentaire qui ne réagira pas avec l'huile et qui protégera l'huile de la lumière et de l'oxygène (Rizzo et al., 2014).



Figure 17. Stockage et conservation de l'huile d'olive (anonyme 12)



Figure 18. Schéma général du procédé d'extraction de l'huile d'olive (anonyme 13)

### **Composition chimique de l'huile d'olive**

L'huile d'olive est une source importante de nutriments bénéfiques pour la santé (Veillet, 2010b), et sa consommation régulière est recommandée dans le cadre d'une alimentation équilibrée (Saillard, 2014).

#### **10.1. Acides gras**

L'huile d'olive est composée principalement d'acides gras mono insaturés (environ 70 %), principalement l'acide oléique, ainsi que d'acides gras saturés et polyinsaturés (Montpellier, 2019).

**Tableau 4.** Les acides gras dans l'huile d'olive (Manai et al., 2006)

<i>Acides Gras</i>	<i>Teneurs (%)</i>
<i>Acides Gras Insaturés</i>	82
<i>Acides Gras Mono Insaturés</i>	75
<i>Acide Palmitique</i>	7.8 – 21.4
<i>Acide Oléique</i>	39.7 – 77.4
<i>Acide Linoléique</i>	4 – 34

#### **10.2. Composés phénoliques**

L'huile d'olive est riche en composés phénoliques tel que l'hydroxytyrosol, la tyrosol, l'oleuropéine, l'oleocanthal, l'oleuropein aglycone, le ligstroside aglycone et la verbascoside. L'hydroxytyrosol est considéré comme l'un des antioxydants les plus puissants de l'huile d'olive (Ollivier et al., 2004).

Les composés phénoliques de l'huile d'olive ont été associés à de nombreux bienfaits pour la santé, notamment la réduction du risque de maladies cardiovasculaires, de certains cancers, de l'ostéoporose et de la maladie d'Alzheimer. Ils ont également des propriétés anti-inflammatoires et antimicrobiennes (Calahorra et al., 2019).

**Tableau 5.** Sous-classes de composants polaires mineurs dans l'huile d'olive extra vierge (Romani et al., 2019)

<i>Phénoliques</i>	Hydroxytyrosol Tyrosol Hydroxytyrosol glycol
--------------------	--

<i>Acides phénoliques</i>	Acide gallique Acide protocatéchique Acide p-hydroxy benzoïque Acide vanillique Acide caféique Acide syringique Acide p- et o-coumarique Acide férulique Acide cinnamique
<i>Les secoiridoides</i>	Aglycone d'oleuropéine Désacétoxy oleuropéine Oléocanthal et oléacine Ligstroside aglycone
<i>Flavonoïdes</i>	Lutéoléine Apigénine
<i>Lignanes</i>	Pinorésinol Acétoxypinorésinol

### **10.3. Vitamines**

L'huile d'olive est riche en vitamine E, un antioxydant qui aide à protéger les cellules du corps contre les dommages causés par les radicaux libres. Ainsi, que la vitamine K qui est importante pour la coagulation du sang et contribue également à la santé des os (Rébufa & Artaud, 2018).

En plus de ce qui précède, il convient de noter que l'huile d'olive contient des petites quantités de vitamine D qui est importante pour la santé des os et la prévention de certaines maladies (Goncalves et al., 2016).

**Tableau 6.** Composition de l'huile d'olive en vitamine (Saillard, 2014)

<i>Vitamines</i>	Teneurs
<i>Vitamine E</i>	25mg \100g de l'huile
<i>Vitamine K</i>	12.7- 82.1 µg\ 100g de l'huile
<i>Vitamine D</i>	< 0,25 µg

# *Chapitre II*

## *La qualité de l'huile d'olive*

### II.1 Définition de la qualité

La qualité est un terme issu de la langue latine « *qualitas* » qui signifie la méthode d'existence, elle désigne un ensemble de méthodes par lesquelles la chose se définit (*Définitions : Qualité - Dictionnaire de Français Larousse*, n.d.).

Et selon ISO 9000, la qualité est définie comme « la capacité d'un ensemble de caractéristiques de base à répondre à des exigences, en se conformant à des normes, des spécifications, etc. » (*ISO - ISO 9000 — Management de la qualité*, 2021)

La qualité est également l'un des critères qui aide les entreprises à développer et à améliorer leurs performances pour atteindre la satisfaction des clients et répondre à leurs exigences.

### II.2 Facteurs influençant sur la qualité de l'huile d'olive

De nombreux facteurs affectent la qualité de l'huile, son goût et son arôme, depuis les étapes d'élevage et d'entretien des arbres, en passant par les processus de pressage des olives, l'extraction de l'huile et les conditions de stockage :

#### 2.1 Facteurs agronomiques

Étant donné que la qualité de tous les produits issus d'olive est principalement liée aux caractéristiques des fruits extraits de celle-ci (la qualité de la matière première), tout ce qui concerne son développement ou ses effets pouvant avoir un impact direct sur ces produits, y compris l'huile.

Les facteurs agronomiques et les pratiques agricoles qui incluent principalement l'irrigation et le compostage, ainsi que la manière de traiter les risques qui menacent les arbres, comme les maladies, affectent directement les composés antioxydants contenus dans l'huile d'olive, ainsi que ses propriétés sensorielles, nutritionnelles, et sa stabilité oxydative (Malheiro et al., 2014).

#### 2.2 Facteurs pédoclimatiques

Les conditions climatiques peuvent interférer avec le changement de la qualité et de la composition chimique de l'huile d'olive d'une région à l'autre, ainsi qu'avec les différentes saisons. Les précipitations et les variations de température sont parmi les facteurs environnementaux les plus importants qui affectent les composants de l'huile au cours de la croissance et la maturation. Selon des recherches, la détermination de la zone géographique de culture de l'olivier est l'un des critères fiables pour vérifier la qualité de l'huile (El Qarnifa et al., 2019). Ainsi, la variation des conditions environnementales et les variétés d'olives conduisent à une différence dans les propriétés des huiles obtenues.

## Chapitre II : la qualité de l'huile d'olive

### 2.3 Facteurs technologiques

La qualité de l'huile d'olive est affectée aussi par les techniques utilisées pour l'extraire. La recherche sur les techniques les plus adéquats et qui protègent le mieux cette qualité est un critère primordial dans ce processus, comme l'utilisation de la technologie à ultrasons.

Ce processus d'extraction n'affecte pas la qualité de l'huile, car il facilite le processus de séparation des solides et permet la libération des composés efficaces de la pâte d'olive. Cette technologie protège ainsi la composition des olives et des huiles en composés d'intérêts. Selon une étude menée sur trois principales variétés italiennes sur lesquelles cette technologie était appliquée, il a été constaté que les propriétés nutritionnelles n'étaient pas affectées. Les olives dénoyautées ont montré une amélioration significative de la qualité de l'huile pour la composition phénolique et volatile, et les huiles ont également connu une amélioration des propriétés hygiéniques et organoleptiques (Manganiello et al., 2021).

### 2.4 Méthode de récolte, et période de maturation

Les olives sont récoltées en fonction de la teneur, la qualité et de la quantité d'huile à l'intérieur des fruits. Les olives sont transférés directement au pressoir, et sont stockés individuellement en fonction de leur degré de maturité et de leur état de santé. Cette période doit être la plus courte possible avant de procéder à son traitement. En effet, la période de stockage prolongée peut être la principale raison de la détérioration de la qualité de l'huile. Il a été conclu par des études et des recherches antérieures que la date de cueillette des olives a un effet sur la composition chimique de l'huile (Hilali et al., 2021).



**Figure 19.** Olive mure (*Les Olives*, n.d.)

### 2.5 Récolte et stockage des olives

La méthode de récolte mécanique peut causer des dommages internes à la plupart des olives, contrairement à la méthode manuelle. Par conséquent, les méthodes de stockage appropriées des fruits pendant plusieurs jours aident à maintenir les normes de qualité chimique et organoleptique de l'huile qui en est extraite. Une recherche a été menée sur des olives récoltées mécaniquement et stockées dans différentes conditions, a montré qu'un

## Chapitre II : la qualité de l'huile d'olive

stockage à 30°C pendant une durée allant jusqu'à 10 jours permis de maintenir le plus haut niveau commercial de qualité de l'huile (Rotondi et al., 2021). Donc, la durée du stockage affecte les propriétés chimiques et sensorielles de l'huile.

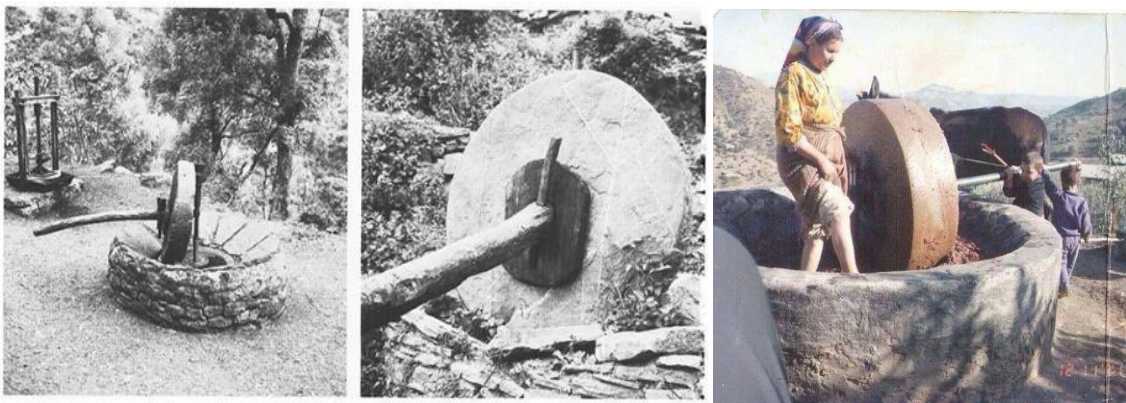


**Figure 20.** Stockage des olives après récolte (anonyme14)

### 2.6 Mode d'extraction de l'huile

Le mode d'extraction de l'huile d'olive a une influence significative sur sa qualité. En général, les méthodes d'extraction à froid sont considérées comme supérieures aux méthodes d'extraction à chaud, car elles produisent des huiles d'olive de haute qualité (Bodiang, 2023).

L'huile extraite par deux phases a les mêmes caractéristiques et est similaire à l'huile extraite par pression. Elle est également de meilleure qualité que l'huile triphasée et contient des quantités plus élevées de polyphénols et de composés volatils, par rapport au produit triphasé (Atta et al., 2020)



**Figure 21.** Moulin traditionnel pour extraction de l'huile d'olive (Laporte et al., 2013; tamezgha, n.d.)

## Chapitre II : la qualité de l'huile d'olive

### 2.7 Emballage de l'huile

L'emballage a toujours joué un rôle essentiel et important dans le maintien de la qualité des aliments, quels que soient leur type et leur état physique. Il travaille également au maintien des exigences sanitaires et à la prévention des maladies d'origine alimentaire (Coles et al., 2003). Par conséquent, il doit être fabriqué avec différentes sources jugées inertes telles que le verre, l'aluminium, papier, plastique...etc. (Debeaufort et al., 2022)

L'huile d'olive est souvent conservée et conditionnée dans des récipients en verre ou en plastique transparents, ce qui la rend exposée à la lumière et parce qu'elle est très concentrée en acides gras insaturés (acide oléique, acide linoléique et acide linolénique). Cela permet le processus d'oxydation pendant la phase de stockage. Malgré sa richesse en antioxydants (composés phénoliques), l'oxydation est considérée comme le principal agent qui affecte la qualité de l'huile de sorte qu'il produit des composés instables modifiant les propriétés sensorielles et nutritionnelles de l'huile.

En résumé, L'huile d'olive doit être conservée dans des récipients fermés et opaques permettant sa protection de la lumière et de l'oxygène (Farris et al., 2021).



Figure 22. Conservation de l'huile d'olive ( Anonyme15)

### **II.3 Bienfaits de l'huile d'olive sur la santé humaine**

L'huile d'olive est un produit disponible dans le monde et est utile pour la consommation naturelle. Ainsi, elle offre divers avantages à toutes les parties du corps et protège contre diverses maladies chroniques.

#### *3.1 Effet sur le cholestérol*

L'huile d'olive peut aider à contrôler le cholestérol car elle est riche en acides gras monoinsaturés (AGMIs). Ce dernier aide à réduire le cholestérol nocif (LDL) dans le sang et à augmenter le bon cholestérol (HDL) (Marie-Claire & CARRIERE François, 2013)

#### *3.2 Effet sur le diabète*

L'huile d'olive peut être bénéfique pour les diabétiques en raison de sa teneur en AGMIs. Elle peut aider à améliorer la sensibilité à l'insuline et à réduire l'inflammation dans le corps, ce qui peut contribuer à contrôler la glycémie et à réduire les triglycérides dans le sang (Benrachou, 2012).

#### *3.3 Effet sur les maladies cardiovasculaires*

La consommation régulière d'huile d'olive peut réduire le risque des maladies cardiovasculaires. La présence des niveaux élevés des AGMIs dans ce type d'huile aide à abaisser la tension artérielle, ainsi que la réduction des niveaux de cholestérol nocif (LDL) et à l'amélioration de la fonction endothéliale.

De plus, sa richesse en antioxydants et anti-inflammatoires, principalement les polyphénols et la vitamine E, peuvent aider à réduire les dommages oxydatifs dans le corps associés aux maladies cardiovasculaires (Torres et al., 2015).

#### *3.4 Effet sur le cancer*

L'huile d'olive peut avoir des propriétés anticancéreuses, en raison de sa richesse en acide oléique, polyphénols et antioxydants qui agissent pour réduire les dommages toxiques aux cellules, ce qui peut réduire l'incidence des cancers de toutes sortes (côlon, prostate, sein) (COI, 2023)

#### *3.5 Effet sur le système immunitaire*

L'huile d'olive extra vierge est également connue pour ses propriétés anti-inflammatoires. L'inflammation est une réponse naturelle du système immunitaire pour combattre les infections et les blessures, mais une inflammation chronique peut provoquer des maladies chroniques telles que l'arthrite, le diabète, les maladies cardiaques et certaines formes de cancer (Wetzel, 2021).

Les composés actifs de l'huile d'olive extra vierge, notamment les acides gras monoinsaturés et les polyphénols, sont considérés comme des agents anti-inflammatoires

## **Chapitre II : la qualité de l'huile d'olive**

---

naturels. Ils peuvent contribuer à réduire l'inflammation en bloquant les voies de signalisation des cytokines, des substances impliquées dans la régulation de l'inflammation (Marcelino et al., 2019).

### *3.6 Effet sur l'appareil digestif*

L'huile d'olive extra vierge peut également être bénéfique pour la santé des bactéries intestinales. Des études ont montré que l'huile d'olive extra vierge peut aider à augmenter la diversité et la richesse des bactéries intestinales bénéfiques, telles que les *Bifidobactéries* et les *Lactobacilles*. Ces bactéries ont des fonctions digestives et immunitaires importantes, et leur présence abondante dans l'intestin est associée à une meilleure santé générale (Millman et al., 2021).

### *3.7 Huile d'olive pour la friture*

Les huiles premiums telles que l'huile d'olive extra vierge se caractérisent par une saveur et un arôme délicat qui peuvent être modifiés lorsqu'ils sont chauffés à des températures élevées. C'est pourquoi il est recommandé d'utiliser des huiles moins chères telles que l'huile d'olive vierge ou l'huile pure pour la friture, puisqu'elles sont plus résistantes à la chaleur (Lozano-Castellón et al., 2020).

Il est également important de veiller à ne pas réutiliser l'huile d'olive pour plusieurs fritures ou la surchauffer, car cela peut entraîner la formation de composés toxiques et une altération de sa qualité (SABOT, 2014).

# *Chapitre III*

## *L'oxydation et antioxydants*

### III.1 Oxydation

L'oxygène a été libéré dans l'atmosphère de la Terre pour la première fois grâce à la photosynthèse des premières algues et plantes il y a environ 2,5 milliards d'années. Depuis lors, l'oxygène est devenu un élément crucial de notre atmosphère, permettant la respiration et la combustion (Lakhal, 2011).

Bien que l'oxygène soit un élément chimique indispensable pour tous les organismes vivants puisqu'il permet la production d'énergie, il peut aussi être à l'origine d'un phénomène appelé « oxydation ». Ce dernier est une réaction chimique au cours de laquelle un composé perd des électrons au profit d'un autre élément, souvent l'oxygène, et peut avoir plusieurs conséquences sur les produits et les matériaux (Koechlin-Ramonatxo, 2006).

L'oxydation est apparue dès la découverte de métaux à cause de la rouille qui est une forme courante d'oxydation observée sur des métaux exposés à l'air et à l'eau (Khalid, 2017).

L'oxydation des lipides est l'un des mécanismes clés utilisés par les êtres vivants pour produire de l'énergie à partir de leur nourriture (Dugail & Le Lay, 2013). Malgré ces avantages, l'oxydation des lipides trouvés dans les produits alimentaires peut avoir un impact négatif sur la qualité des aliments, leur valeur nutritionnelle et leur durée de conservation (Genot, 2019).

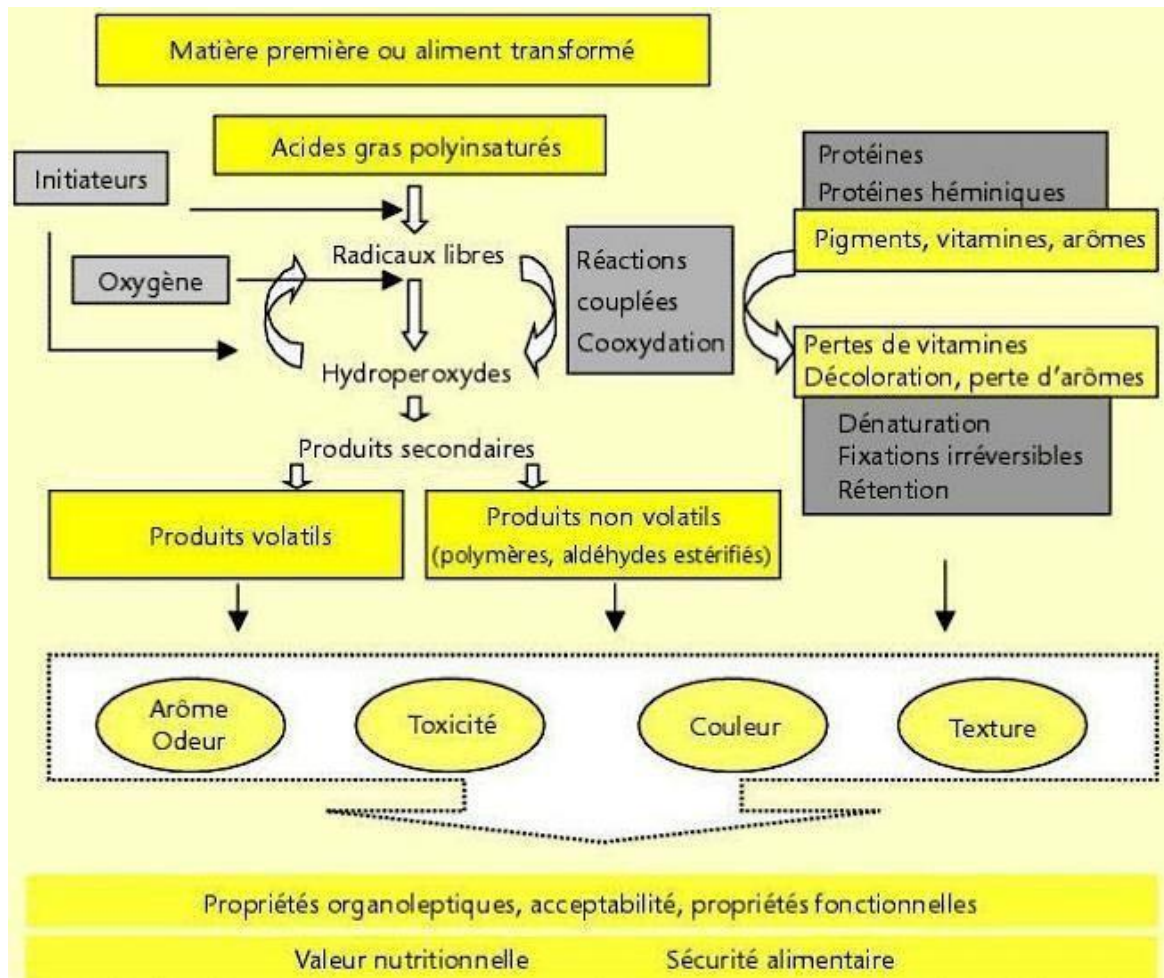


**Figure 23.** Un bateau rouillé (anonyme 16)

#### 1.1. Définition d'oxydation lipidique

L'oxydation des lipides se réfère à la réaction chimique qui se produit lorsque des lipides (graisses) sont exposés à l'oxygène de l'air et se décomposent en acides gras libres et en peroxydes (Domínguez et al., 2019). Cette réaction peut se produire dans les aliments, dans les membranes cellulaires ou dans d'autres substances où des lipides sont présents (Josiane & Pierre, 2006).

L'huile d'olive, par exemple, peut subir une oxydation accélérée si elle est exposée à de l'air, de la lumière ou à des températures élevées. Cela peut affecter sa saveur, son arôme et sa valeur nutritive (Tanouti et al., 2011).



**Figure 24.** Impacts de l'oxydation sur les produits alimentaires (Genot et al., 2004).

### 1.2. Types d'oxydation lipidique

Il existe principalement trois types d'oxydation lipidique :

#### ○ *Auto-oxydation*

C'est un processus biochimique dans lequel les graisses et les huiles réagissent avec l'oxygène de l'air pour produire des radicaux libres. Les radicaux libres sont des molécules instables qui peuvent endommager les cellules et les tissus de l'organisme (Roman, 2012). Les dommages causés par l'auto-oxydation lipidique peuvent contribuer au développement de maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, le cancer et la maladie d'Alzheimer (Bensakhria, 2018).

#### ○ *Photo-oxydation*

Elle se produit lorsque les huiles sont exposées à la lumière du soleil ou à la lumière artificielle (Zongo, 2009). Cela peut se produire lors de la fabrication, de la cuisson, du stockage ou de la manipulation des huiles (Cuvelier & Maillard, 2012). En outre, l'oxydation peut altérer les arômes, la couleur et la texture des huiles végétales (Flores et al., 2021).

### ○ *Oxydation enzymatique*

Elle est catalysée par les enzymes présentes dans les cellules animales et végétales (li-oxygénase, cyclo-oxygénase) (Al-Sayed Mahmoud, 2007). Ce type d'oxydation est généralement lent et peut être contrôlé par l'ajout d'antioxydants (Meziani et al., 2021).

### **1.3. Mécanisme de l'oxydation lipidique**

Le processus de l'oxydation lipidique se compose de trois étapes principales (Josiane & Pierre, 2006).

#### ○ *Initiation*

Pendant cette étape, les radicaux libres sont produits par des facteurs comme l'exposition à la lumière, la chaleur, l'air et des enzymes (Sainlaud, 2021).

#### ○ *Propagation*

Pendant cette étape, les radicaux libres réagissent avec les acides gras insaturés, générant d'autres radicaux libres et des produits réactifs (de Malezieu, 2019).

#### ○ *Terminaison*

Pendant cette étape, les radicaux libres réagissent avec d'autres radicaux libres ou avec des antioxydants pour former des composés plus stables (Dridi, 2016).

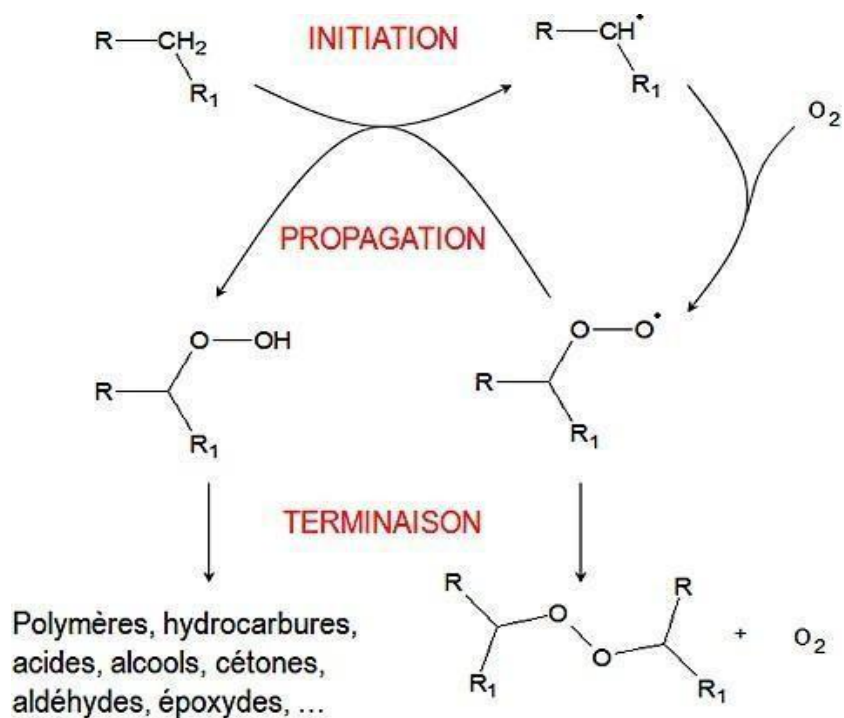


Figure 25. Les différentes phases de l'oxydation lipidiques (anonyme17)

### III.2 Antioxydants

#### 2.1 Définition

Les antioxydants sont des substances qui protègent les cellules contre les dommages oxydatifs en neutralisant les radicaux libres produits lors des réactions de l'oxygène dans le corps (Halliwell & Gutteridge, 2015). Les antioxydants sont présents dans les fruits, les légumes (Hokayem et al., 2012), les noix, les graines et les céréales (Belkacemi, 2013).

Leur découverte remonte aux années 1900. En 1931, la vitamine C a été identifiée comme un antioxydant important pour la santé humaine, suivie de la vitamine E en 1938 (Defraigne & Pincemail, 2008).

Tableau 7. Apport journalier des antioxydants (Belkacemi, 2013)

Les antioxydants	Apport nutritionnel recommandé		Apport maximal toléré
	Homme	Femme	
Vitamine C (mg)	90	75	2000
Vitamine E (mg)	15	15	1000
Vitamine A (mg)	900	700	3000
B-carotène	Non déterminée	Non déterminée	Non déterminée
Se (µg)	55	55	400
Zinc (mg)	11	8	40

### 2.2 Types d'antioxydants

- *Antioxydant primaire*

Ce sont des molécules qui agissent directement pour neutraliser les radicaux libres, empêchant ainsi leur action destructrice sur les cellules et les tissus du corps (Rolland, 2004).

- *Antioxydant secondaire (préventifs)*

Ce sont des composés naturels présents dans les plantes (Muanda, 2010). Ils réagissent indirectement avec les radicaux libres en régulant les enzymes impliquées dans les processus de production de radicaux libres (Cuvelier & Maillard, 2012).

- *Antioxydants naturels*

Ils se trouvent dans les aliments d'origine végétale (les fruits, les légumes) (Hokayem et al., 2012). Ils comprennent des composés tels que les caroténoïdes, les flavonoïdes, les acides phénoliques (Bouyahya et al., 2017).

- *Antioxydants synthétiques*

Ce sont des composés chimiques artificiels qui sont ajoutés à de nombreux produits alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques pour prévenir l'oxydation et prolonger leur durée de conservation (Didi, 2020). Certains exemples d'antioxydants synthétiques couramment utilisés comprennent le BHA (butylhydroxyanisole), le BHT (butylhydroxytoluène) (Maurent, 2017).

**Tableau 8.** Les différentes sources des antioxydants (anonyme 18)

<i>Types d'antioxydants</i>	<i>La source</i>
<i>Vitamine C</i>	Poivron, brocoli, goyave, oseille, citron, orange, kiwi, choux, papaye, fraises...
<i>Vitamine E</i>	Huile de tournesol, de soja, de maïs, beurre, margarine, œufs...
<i>Vitamine A</i>	Foie, beurre, œufs...
<i>Zinc</i>	Fruits de mer, viandes, pain complet, légumes verts
<i>Polyphénols (flavonoïdes et tanins en particulier)</i>	Fruits et légumes, vin, thé...

<b>Sélénium</b>	Poissons, œufs, viandes...
-----------------	----------------------------

### 2.3 Mécanismes d'action des antioxydants

#### ○ *Antioxydants primaires*

Ils agissent en neutralisant les radicaux libres (Mkacher, 2012), qui sont des molécules instables et réactives produites par les processus métaboliques normaux du corps et par des facteurs externes tels que la pollution, le tabagisme et l'exposition aux rayons UV (DE ES, 2021).

Les radicaux libres peuvent endommager les cellules et les tissus du corps, contribuant ainsi à l'apparition de diverses maladies chroniques telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires et le vieillissement prématuré (Di Meo & Venditti, 2020).

Les antioxydants primaires, tels que la vitamine C, la vitamine E et le bêta-carotène, agissent en donnant un électron à un radical libre, ce qui les rend stables et inactifs (Jean-Claude, 2011).

#### ○ *Antioxydants secondaires*

Ils agissent de plusieurs manières. Certains d'entre eux, tels que les flavonoïdes, agissent en neutralisant les radicaux libres, tout comme les antioxydants primaires (M'Hiri, 2015). D'autres, tels que les polyphénols, agissent en inhibant la production de certaines enzymes oxydantes dans le corps, ce qui réduit les dommages oxydatifs et protège les cellules et les tissus du corps contre les radicaux libres (Hussain et al., 2016).

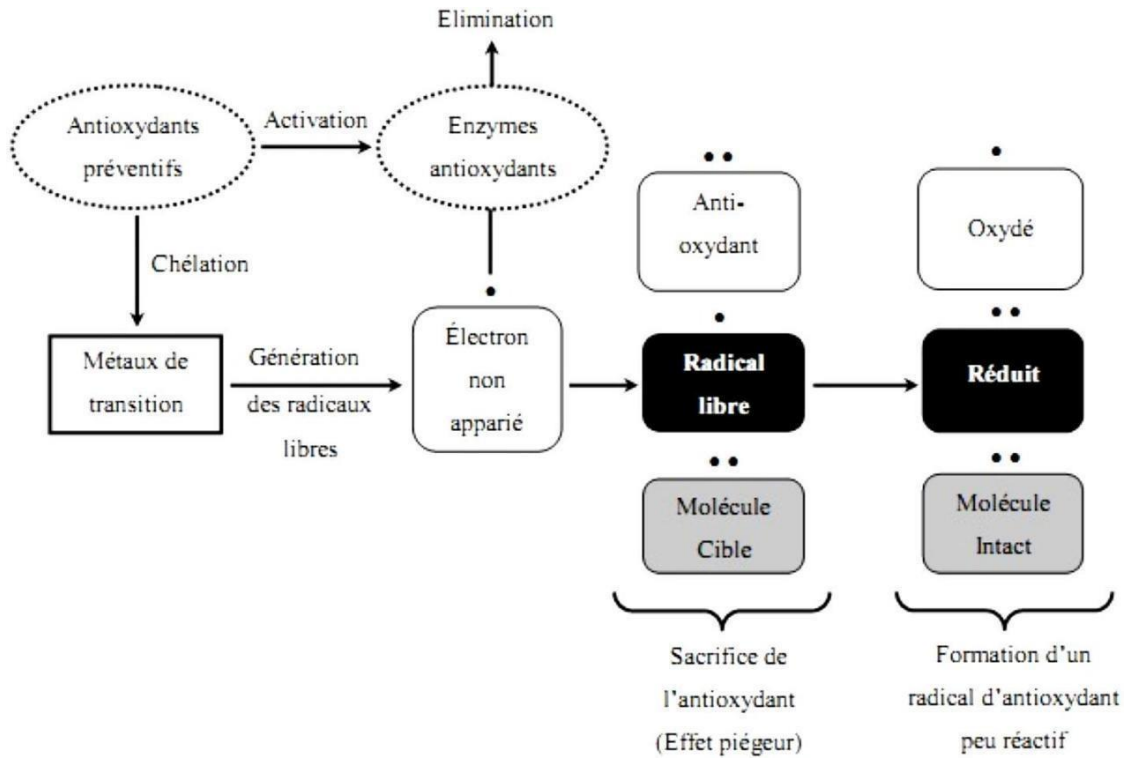


Figure 26. Mécanismes d'action des antioxydants (Ziane, 2018).

# *Partie Pratique*

# *IV*

## *Méthodes Et Matériels*

## Chapitre IV: Matériels et Méthodes

### 1. Objectif d'étude

L'objectif de cette étude est de tester l'effet de l'incorporation de la poudre des feuilles d'olivier sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive au cours de la friture, après détermination de leurs contenus en polyphénols totaux. A cet effet, nous avons mesurer différents paramètres sur différents échantillons d'huiles d'olive vierge avant friture et huiles d'olive incorporées de poudre de feuilles d'olivier, a différentes concertations, après friture. Aussi, nous avons comparé les différents paramètres mesurés sur ces huiles, avant et après le processus de friture, à une huile végétale commerciale.

### 2. Matériels et méthodes:

#### 2.1. Matériels

Le matériel physique (appareils et verreries), ainsi que les solutions et les réactifs utilisés pour cette étude sont cités dans le **Tableau 9.**

<i>Appareillages</i>	<i>Verreries et autres</i>	<i>Solutions et réactifs</i>
Agitateur magnétique	Ballon muni d'un	Acide acétique
Balance numérique (KERN-PCB)	bouchon	Acide gallique
Centrifugeuse (NUVE-800-NF)	Béchers	Chloroforme
Chronomètre	Burettes graduées	Cyclohexane Éther
Spectrophotomètre UV visible (SHIMADZU-UV- 1280)	Cuves de spectrophotomètre (1cm)	diéthylique Eau distillée Éthanol (96%) Folin- ciocalteu
Viscosimètre à bille	Éprouvettes graduées	Phénolphtaléine
	Erlenmeyers	Solution d'empois d'amidon (1%)
	Fioles jaugées	Solution d'hydroxyde de potassium (0.1N)
	Flacons	Solution d'iode alcoolique (0.2N)
	Micropipette	Solution d'iodure de potassium saturée (14g/10mL)
	Spatules	Solution de carbonate de sodium (7% et 10%)
	Tubes à essai	Solution de thiosulfate de sodium (0.01N)

### *a. Échantillonnage*

Afin de préparer les poudres des feuilles d'olivier à incorporer dans les huiles d'olive, nous avons procédé, en premier lieu, à une récolte aléatoire des feuilles d'olivier d'un arbre sain de variété chemlal de la région de Boghni, Wilaya de Tizi-Ouzou en mois de mars 2023. (Figure 27).



**Figure 27.** Feuilles d'olivier après récolte (Photo originale)

Les feuilles sont ensuite lavées soigneusement sous l'eau de robinet pour retirer tout résidu ou saleté, puis étalées sur une surface plate et laissées se sécher complètement à l'ombre et à température ambiante pendant plusieurs jours.

### *b. Préparation de la poudre de feuilles d'olivier*

Pour obtenir la poudre des feuilles d'olivier, nous procédons à un broyage des feuilles totalement sèches en utilisant un broyeur manuel à café. Les feuilles sont mixées et homogénéisées jusqu'à l'obtention d'une poudre fine. Ensuite, la poudre est passée à travers un tamis afin d'éliminer les morceaux de feuilles non broyées et avoir une poudre uniforme (Figure 28). Cette dernière est stockée dans un contenant fermé hermétiquement, à l'abri de la lumière et de l'humidité.



**Figure 28.** Poudre de feuilles d'olivier obtenue (Photo originale)

### *c. Huiles végétales*

L'huile d'olive utilisée pour cette étude est une huile vierge extraite pendant la campagne oléicole de l'année 2023, dans une huilerie traditionnelle située dans la région de Boghni, à la Wilaya de Tizi-Ouzou.

Quant à l'huile commerciale sera utilisée comme témoin, obtenue des grandes surfaces, c'est une huile de table raffinée, composée de 100% huile de Soja.

### 2.2. Méthodes:

Après la préparation des échantillons de différentes huiles ( HOEV,HC, HO50g/L+poudre , HO+ poudre 100g/L et HO+poudre 150g/L), on va frire de pomme de terre dans ces huiles pour bien déterminer et évaluer les changements des propriétés physico-chimiques de ces huiles et les comparer aux huiles avant friture.

Les expériences et les analyses sur toutes les échantillons avant et après friture seront répétées 3 fois.

### 2.3. Analyses physico-chimiques :

#### *a. Détermination de la concentration en polyphénols totaux*

Les polyphénols représentent une classe de métabolites secondaires très largement répandue dans le règne végétal. La teneur en polyphénols totaux de notre poudre de feuilles d'olivier est analysée en utilisant la méthode de Folin-Ciocalteu, adaptée de (Hayes et al., 2011).

##### ○ *Principe*

La méthode Folin-Ciocalteu est une méthode chimique couramment utilisée pour quantifier la quantité totale de composés phénoliques dans une solution. C'est une méthode colorimétrique qui repose sur l'oxydation des composés phénoliques en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, suivie de la réduction des ions phosphomolybdates et phosphotungstates par les phénols. Cette réduction entraîne la formation d'un complexe bleu qui peut être mesuré à une longueur d'onde spécifique à l'aide d'un spectrophotomètre (Boizot & Charpentier, 2006).

##### ○ *Mode opératoire*

#### *Préparation de l'extrait hydro-méthanolique de poudre de feuilles d'olivier*

L'extrait hydroalcoolique est préparé par macération de 1g de poudre dans 30 mL de méthanol (à 80%) avec une agitation pendant 30min. Ensuite, la préparation est centrifugée à

3000 tr/min pendant 15min, et le surnageant, contenant les polyphénols, est récupéré et conservé à froid (+4°C) jusqu'à l'utilisation.

### *Dosage des polyphénols totaux*

Le dosage des polyphénols totaux avec la méthode de Folin-Ciocalteu est effectué selon le protocole suivant :

- 0.5mL de l'extrait hydroalcoolique est mélangé avec 5mL d'eau distillée et 0.5mL de réactif de Folin-Ciocalteu, laisser reposer 3min
- Ensuite, 0.5mL de carbonate de sodium à 10% sont ajoutés au mélange
- Le mélange est homogénéisé et incubé à la température ambiante et à l'abri de la lumière, pendant 1h.
- L'absorbance de ce mélange est ensuite mesurée à 765nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible
- La détermination de la concentration en polyphénols totaux est effectuée en se basant sur une courbe d'étalonnage préparée dans les mêmes conditions, avec l'acide gallique.

### *Préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique*

- A partir d'une solution mère (SM) à 0,01 mg/mL (préparée en dissolvant 1mg d'acide gallique dans 100mL d'éthanol) nous préparons une série de dilution comme suit :
  - S1 : 5mL de SM + 5mL d'eau distillée (ED), c'est la 1<sup>ère</sup> dilution ( $S1=SM/2$ )
  - S2 : 5mL de la solution S1 + 5mL ED, c'est la 2<sup>ème</sup> dilution ( $S2=SM/4$ )
  - S3 : 5mL de la solution S2 + 5mL ED, c'est la 3<sup>ème</sup> dilution ( $S3=SM/8$ )
  - Nous continuons la série jusqu'à la dilution S5.
- Ensuite, afin de mesurer les absorbances de chaque solution d'acide gallique diluée à une longueur d'onde de 765 nm, nous préparons les échantillons selon les étapes suivantes :
  - Prélever 125 µL de chaque dilution dans des tubes à essais.
  - Ajouter 125 µL de réactif de Folin-Ciocalteu.
  - Après 5 min de repos, ajouter 1250 µL de carbonate de sodium à 7 %.
  - Rajouter 3 mL d'eau distillée.
  - Laisser incuber pendant une heure à température ambiante et à l'abri de la lumière.
  - Le blanc est représenté par 125 µL d'ED additionnée à 125 µL de réactif de Folin-Ciocalteu et 1250 µL de solution de carbonate de sodium à 7 %.
  - Ajouter 3mL d'ED.
  - La lecture des absorbances est faite à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 765 nm, après agitation et repos d'une heure.

## Chapitre IV: Matériels et Méthodes

---

○ La concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard d'étalonnage, et sera exprimé en mg d'équivalents d'acide gallique (EAG) par gramme de matière.

### B. Indice d'acidité

---

L'indice d'acidité est une mesure de la quantité d'acides gras libres dans un corps gras. Pour l'huile d'olive. Il est mesuré en pourcentage d'acide oléique, qui est le principal acide gras présent dans l'huile d'olive. C'est la masse d'hydroxyde de potassium (KOH) en mg nécessaire pour neutraliser l'acidité libre contenue dans 1 gramme de corps gras.

#### *Principe*

Déterminer l'indice d'acide d'une huile à l'aide d'un titrage acido-basique en utilisant la solution alcaline de KOH en présence d'un indicateur coloré, la phénolphtaléine (COI, 2017).

#### *Mode opératoire*

- Dans un erlenmeyer, peser 2g de l'échantillon, ajouter 25mL d'éthanol et 25mL d'éther diéthylique, en présence de quelques gouttes de phénolphtaléine (environ 4 gouttes)
- Agiter puis titrer avec une solution de KOH à 0.1N dans une burette.
- La fin de dosage est marquée par l'apparition d'une couleur rose persistante pendant 15 secondes (Figure 29).
- Nous notons le volume de KOH versé.
- Les résultats seront exprimés en pourcentage d'acide oléique comme suit :

$$\text{Acidité (\% d'acide oléique)} = (N \times V \times 282.5 \times 100) / (m \times 10)$$

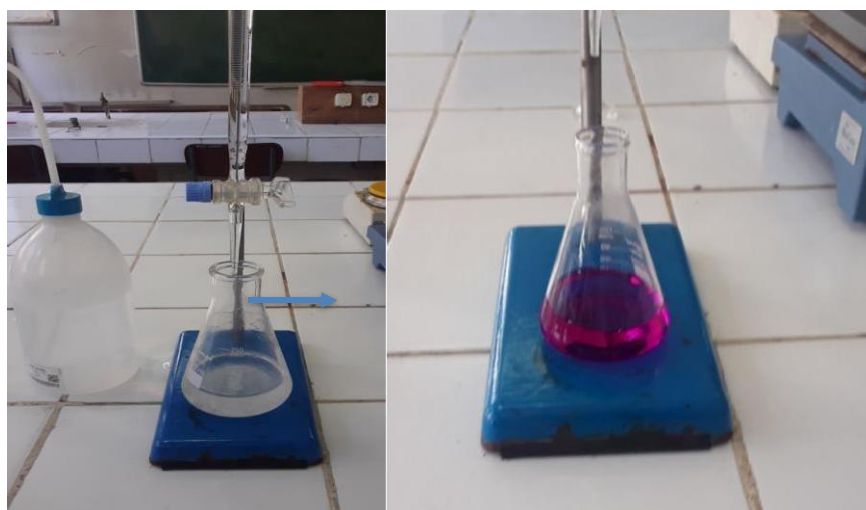
Où :

**N** : normalité de KOH

**V** : volume de KOH versé

**m** : masse de l'huile en mg

**282.5** : masse molaire de l'acide oléique.



**Figure 29.** Huile avant (A) et après (B) titrage (Photo originale)

### C. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est mesuré en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme d'huile (meq O<sub>2</sub>/kg).

#### *Principe*

Selon la norme ISO, le principe repose sur un titrage par la solution de thiosulfate de sodium d'iode libéré, qui était traité en solution, à l'aide d'un mélange d'acide acétique et d'un solvant organique (chloroforme), en présence de la solution d'iodure de potassium saturée (14g/10mL ED) (ISO, 2007).

#### *Mode opératoire*

- Dans une fiole, peser 2g de l'échantillon et rajouter 10mL de chloroforme et agiter.
- Rajouter 15mL d'acide acétique et 1mL d'Iodure de potassium. Agiter le mélange 1min et laisser reposer 5min à l'abri de la lumière et à une température de 15 à 25°C.
- Ensuite, rajouter 75mL d'eau distillée et 1mL de solution d'empois d'amidon à 1%, et titrer avec une solution de thiosulfate de potassium à 0,01N en agitant jusqu'à disparition de la couleur jaune de l'huile.
- Un essai à blanc doit être effectué simultanément (sans présence d'huile).

- Les résultats seront exprimés en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme d'huile, comme suit :

$$IP (meq d'O_2/Kg) = (V-V_0) \times 1000 \times N / m$$

Où :

$V_0$  : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc en mL

$V$  : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour la prise d'essai en mL

$N$  : Normalité de la solution de thiosulfate de sodium

$m$  : Masse de la prise d'essai en g.

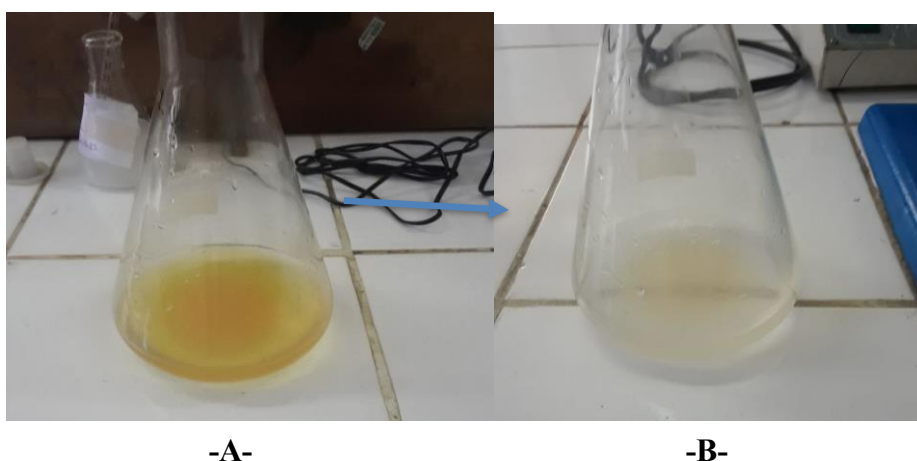


Figure 30. Huile d'olive avant (A) et après (B) titrage (Photo originale)

### D. Indice d'iode

L'indice d'iode est la masse de diiode ( $I_2$ ) capable de se fixer sur les insaturations (liaisons doubles le plus souvent) des acides gras contenus dans 100 grammes de matière grasse. Il est sans unité. Il permet de déterminer le degré d'insaturation d'un corps gras.

#### *Principe*

Le principe consiste à dissoudre une masse d'échantillon dans l'éthanol en présence de l'iode alcoolique, puis titrage avec la solution de thiosulfate de sodium (0.1 N) (ISO, 2018).

#### *Mode opératoire*

- Dans un ballon, peser 0,2g de l'échantillon et rajouter 10mL d'éthanol puis agiter.
- Additionner 10mL de solution d'iode à 0.2N dans l'éthanol et agiter afin de bien dissoudre, puis ajouter 30mL d'eau distillée.
- Fermer le ballon et agiter pendant 5min.

## Chapitre IV: Matériels et Méthodes

---

- Ouvrir le bouchon et rincer la paroi avec l'ED.
- Titrer le contenu de ballon avec la solution de thiosulfate de sodium à 0.1N jusqu'à l'apparition d'une couleur jaune puis verser 1mL de solution d'empois d'amidon (1%) pour obtenir une couleur violette ou bleue foncé.
  - Continuer le titrage jusqu'à disparition de la couleur apparaissant
  - Un essai à blanc doit être effectué simultanément (au même temps, dans les mêmes conditions, sans présence d'huile).
  - Les résultats obtenus seront exprimés en g I<sub>2</sub>/100 g d'huile selon l'équation suivante :

$$I = (V_0 - V) \times 1,269 / m$$

**Où :**

**V<sub>0</sub>** : volume du thiosulfate de sodium pour l'essai à blanc (mL)

**V** : volume du thiosulfate de sodium pour l'essai avec l'huile (mL)

**m** : masse de la prise en g.

### E. LA VISCOSITE

---

La viscosité de l'huile d'olive est une mesure de sa résistance à l'écoulement ou à la déformation. Elle peut être affectée par différents facteurs tels que la température, la composition et la qualité de l'huile.

#### *Principe*

La viscosité d'une huile est la mesure de la résistance à l'écoulement. C'est le temps (en seconde) nécessaire pour qu'une bille en métal s'écoule dans un capillaire d'un viscosimètre remplis d'huile (Bodiang, 2023).

#### *Mode opératoire*

- Remplir un viscosimètre à bille avec de l'huile en évitant l'apparition des bulles d'air.
- Vérifier le temps mis par la bille pour passer d'un premier repère vers un second en utilisant un chronomètre.
- Noter le temps obtenu en secondes.
- La formule de viscosité est comme suit :

$$\mu (c.p_0) = K (p_f - p) \times t$$

Où :

$\mu$  : La viscosité en Centipoise (Cp)

$p_f$  : la densité de la balle de métal qui égale à 8,02 g/mL

$p$  : la masse volumique de l'huile (g/mL)

$t$  : le temps de chute en seconde

$K$  : constante du viscosimètre qui égale à 35.

### F. Coefficient d'extinction spécifique

---

L'absorbance de la lumière dans le spectre UV par les corps gras est principalement due aux doubles liaisons présentes dans les acides gras insaturés. Elles absorbent la lumière UV à des longueurs d'onde spécifiques, généralement entre 200 et 280 nm, ce qui provoque un changement dans la configuration électronique de la molécule et augmente sa réactivité. Elle favorise donc l'oxydation des huiles qui sont exposées à la lumière.

#### *Principe*

Le coefficient d'extinction spécifique est une mesure de la capacité d'une substance à absorber la lumière à une longueur d'onde donnée. Dans le cas des huiles, le coefficient d'extinction spécifique est principalement déterminé par la présence d'acides gras insaturés dans leur composition. La valeur de K270 est utilisée pour mesurer l'extinction spécifique de l'huile d'olive en cas d'utilisation cyclohexane (Chaaben et al., 2015).

#### *Mode opératoire*

- Dans une fiole, peser 100mg d'huile d'olive et ajouter 10 mL du cyclohexane.
- Introduire l'échantillon ainsi préparé dans une cuve de 1cm et procéder à la détermination de son absorbance par rapport à celle du cyclohexane dans la cuve témoin.
- Les absorbances sont déterminées aux longueurs d'ondes de 232 nm et 270 nm.
- Les résultats seront exprimés par la formule suivante :

$$E = A\lambda / CxL$$

Où :

$E$  : extinction spécifique à la longueur d'onde  $\lambda$

$A\lambda$  : absorbance mesurée à la longueur d'onde  $\lambda$ .

$C$  : concentration de la solution en g/100 mL.

$L$  : Épaisseur de la cuve en cm.

### *j. Incorporation de la poudre et analyses après friture*

L'incorporation de poudre de feuilles d'olivier dans l'huile d'olive est un moyen très bénéfique de bénéficier des propriétés curatives de la plante. Les feuilles d'olivier sont riches en antioxydants qui agissent contre les radicaux libres qui endommagent les cellules du corps. Elles contiennent également des flavonoïdes connus pour leur effet anti-inflammatoire et de l'oleuropéine, qui renforce les défenses immunitaires (COUTEAU & COIFFARD, 2021). Lorsqu'elle est ajoutée à l'huile d'olive, la poudre de feuilles d'olivier infuse ses bienfaits dans l'huile, fournissant une huile riche en nutriments sains essentiels (Bouaziz et al., 2008).

Dans notre étude, nous avons incorporé la poudre de feuilles d'olivier préalablement préparé, dans l'huile d'olive vierge selon trois concentrations différentes (50g\L, 100g\L et 150g\L) afin de suivre leurs effets sur la stabilité oxydatifs de l'huile après friture.

Le choix de ces concentrations est basé sur une étude antérieure montrant que les ces concentrations protègent les propriétés organoleptiques de l'huile (Gheraout, 2018).

Au final, les huiles obtenues (mélangées à la poudre) sont conservées dans des contenants hermétiques, à l'abri de la lumière et de la température jusqu'à l'utilisation.

Nous utilisons ces huiles pour faire frire des pommes de terre, pour trois cycles, puis nous répéterons les mêmes analyses physico-chimiques, précédemment effectuées sur les huiles avant la friture (Acidité, indice de peroxyde, indice d'iode, ... etc.).

### *h. Analyses statistiques*

Toutes les analyses statistiques paramétriques (modèle linéaire) ainsi que les figures des résultats de cette étude ont été réalisées à l'aide du logiciel R, version 2023.03.0+386, après installation des différents packages (notamment lme4, blme, lmerTest, TukeyC, ggplot).

Les analyses effectuées sont les calculs de moyennes et les erreurs standard (sd), ainsi que les tests statistiques afin de détecter les différences significatives (test ANOVA).

Pour comparer les moyennes entre les différentes paires au sein d'un même facteur, un test de Tukey a été réalisé.

Les effets testés ont été considérés significatif au seuil de 5 %.

# *Chapitre V*

## *Résultat Et Discussions*

### **Résultats**

Dans cette partie, nous exposons et nous expliquons les résultats obtenus des différentes expériences et analyses des paramètres physico-chimiques que nous avons réalisé sur les différents échantillons des huiles végétales (l'huile d'olive vierge, l'huile commerciale et l'huile d'olive incorporée de la poudre des feuilles d'olivier) avant et après friture, afin d'effectuer une comparaison aux données bibliographiques et aux normes de conseil oléicole international, d'un part, et d'évaluer l'effet antioxydant des polyphénols des feuilles d'olivier sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge au cours de la friture, de l'autre part.

#### **1. Teneur de la poudre de feuilles d'olivier en polyphénols totaux**

Les polyphénols sont des composés antioxydants présents dans les feuilles d'olivier. Ils sont responsables de nombreuses propriétés bénéfiques pour la santé (Vogel et al., 2015).

Le dosage de l'extrait obtenu à partir la poudre des feuilles d'olivier nous a permis de déterminer leur concentration en polyphénols totaux (PPTs) à l'aide de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Les PPTs dans les feuilles d'olivier utilisées dans notre étude présentent une teneur de 3.01mg EAG/g d'extrait. Ce résultat est inférieur à celui enregistrée par (Lakache et al., 2021) qui est de  $115,35 \pm 2,24$ mg EAG/g d'extrait, et à celle apportée par (Addab et al., 2020), avec une valeur de  $420,36 \pm 0,94$ mg EAG/g de l'huile.

Cependant, la teneur des PPTs trouvées dans notre extrait est légèrement supérieure à celle trouvé par (Boudhioua et al., 2008), avec une valeur de 2,32mg EAG/g.

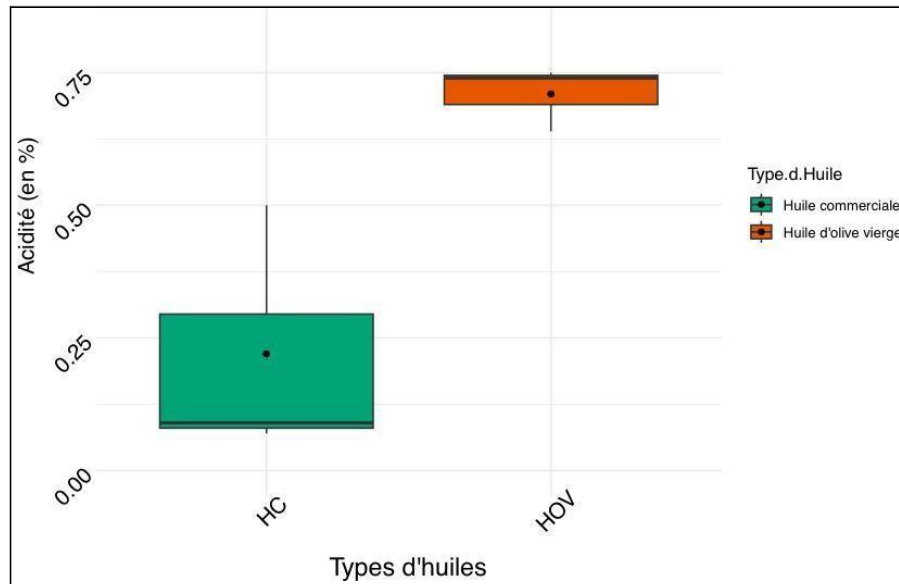
La différence entre les teneurs en PPTs trouvée dans notre étude et celles apportées par les études bibliographiques peut être expliqué par la nature de solvant utilise pour l'extraction des polyphénols (Bourgou et al., 2016).

Aussi, la composition en polyphénols totaux est influencée par plusieurs facteurs comme la variété d'olive, les conditions environnementaux de la culture de l'olivier, les conditions de récolte, le traitement post-récolte, ...etc. (Djenane et al., 2012).

### **2. Résultats des analyses des paramètres physico-chimiques sur les huiles avant friture**

#### **2.1. Acidité**

Les résultats de la mesure d'acidité sur nos échantillons d'huile d'olive vierge et huile commerciale, avant friture, sont présentés dans la Figure 31.



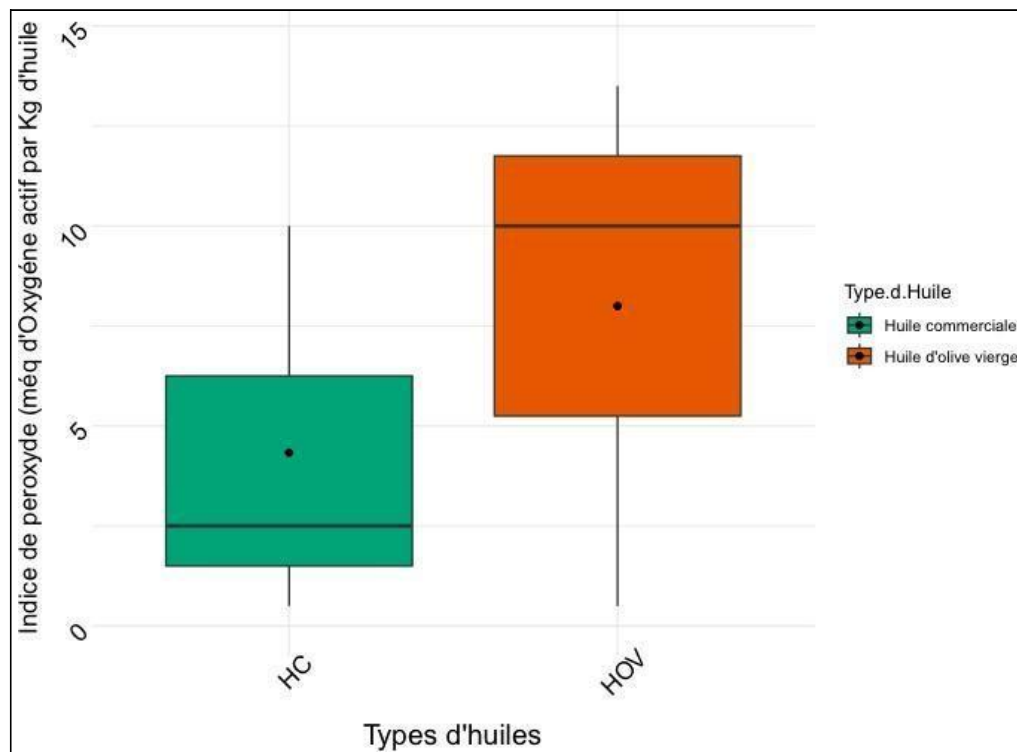
**Figure 31.** Les valeurs d'acidité de nos échantillons d'huile d'olive vierge (HOV) et d'huile commerciale (HC)

La comparaison des valeurs d'acidité obtenues sur les deux huiles montre une différence significative ( $F_{1,4}=11,51$ ,  $P_{\text{value}}=0,027$ ). En effet, l'huile d'olive vierge possède une acidité significativement supérieure, avec en moyenne de  $0,71\pm 0,06$  %, que l'huile commerciale, avec une valeur moyenne de  $0,22\pm 0,24$ %. Notre huile d'olive est donc classée dans la catégorie « huile d'olive extra vierge » comme son acidité est proche à la norme de 0,8% selon le (Conseil Oléicole International (COI), 2019).

La différence en acidité entre les huiles peut être due à plusieurs facteurs, notamment la qualité des olives, l'emplacement géographique et la méthode d'extraction. Les huiles avec une acidité plus élevée ont une saveur plus brûlante et sont considérées de qualité inférieure (Houlali et al., 2014).

### 2.2. L'indice de peroxyde

Les résultats de la mesure de l'indice de peroxyde de nos échantillons analysés dans cette étude sont présentés dans la Figure 32.



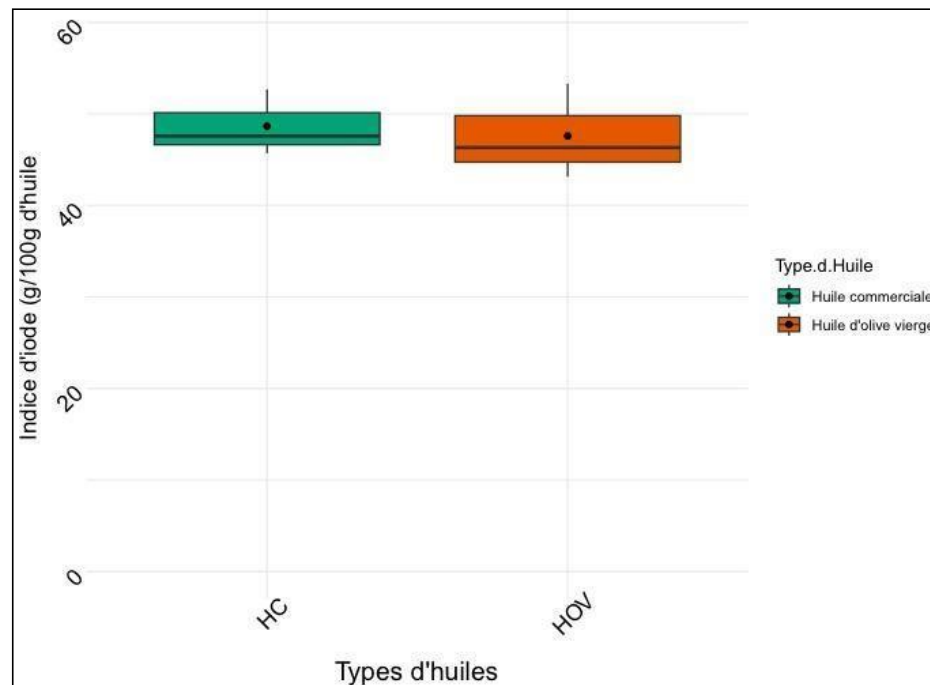
**Figure 32.** Les valeurs d'indice de peroxyde de l'huile d'olive vierge (HOV) et de l'huile commerciale (HC)

La comparaison des valeurs de peroxyde obtenues sur les deux échantillons montre une différence non significative ( $F_{1,4}=0,573$ ,  $P_{\text{value}}=0,491$ ). Notre huile d'olive vierge possède un indice de peroxyde de  $8 \pm 6,72$  meq d'O<sub>2</sub> /kg d'huile, contre une valeur de  $4,33 \pm 5$  meq d'O<sub>2</sub>/kg enregistré sur l'huile commerciale.

La formation des peroxydes dans les huiles alimentaires peut être due à plusieurs facteurs, dont l'exposition à l'air, à la chaleur, à la lumière, le temps de stockage...ect. Selon la norme de COI 2019, un niveau élevé de peroxyde qui dépasse 10 meq d'O<sub>2</sub>/kg d'huile pour une HOEV peut indiquer que cette huile est rance et/ou de qualité inférieure, ce qui peut être nocif pour la santé (Kabre et al., 2021).

### 2.3. Indice d'iode

Les résultats de l'indice d'iode mesuré sur nos échantillons d'huiles sont présentés dans la Figure 33.



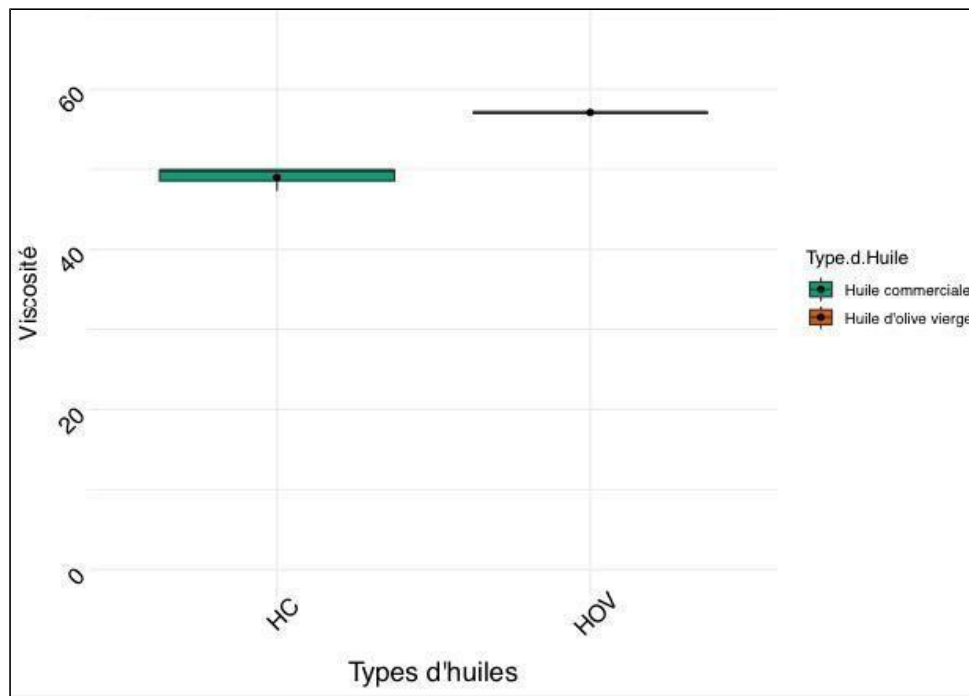
**Figure 33.** Les valeurs de l'indice d'iode de nos échantillons d'huile d'olive vierge (HOV) et d'huile commerciale (HC)

La comparaison entre les valeurs de l'indice d'iode obtenus sur les deux huiles montre une différence non significative ( $F_{1,4}=0,084$ ,  $P_{\text{value}}= 0,786$ ). Les valeurs enregistrées sur nos huiles d'olive et commerciale sont de  $47,58 \pm 5,19$  g/100g pour l'huile d'olive et de  $48,64 \pm 3,6$ g/100g pour l'huile commerciale. Ces valeurs sont inférieures aux valeurs indiquées par le Codex Alimentarius, qui varient entre 75-94g/100g pour l'HOEV.

L'indice d'iode est influencé par la concentration en acides gras insaturés. Ces derniers, tel que l'acide oléique qui se trouve en forte concentration dans l'huile d'olive, sont très réactifs avec l'iode que les acides gras saturés. Cela signifie qu'une huile contenant plus d'acides gras insaturés aura un indice d'iode plus élevé (Chaaben et al., 2015).

### 2.4. Indice de viscosité

Les résultats obtenus pour la mesure de viscosité dans nos huiles sont présentés dans la Figure 34.



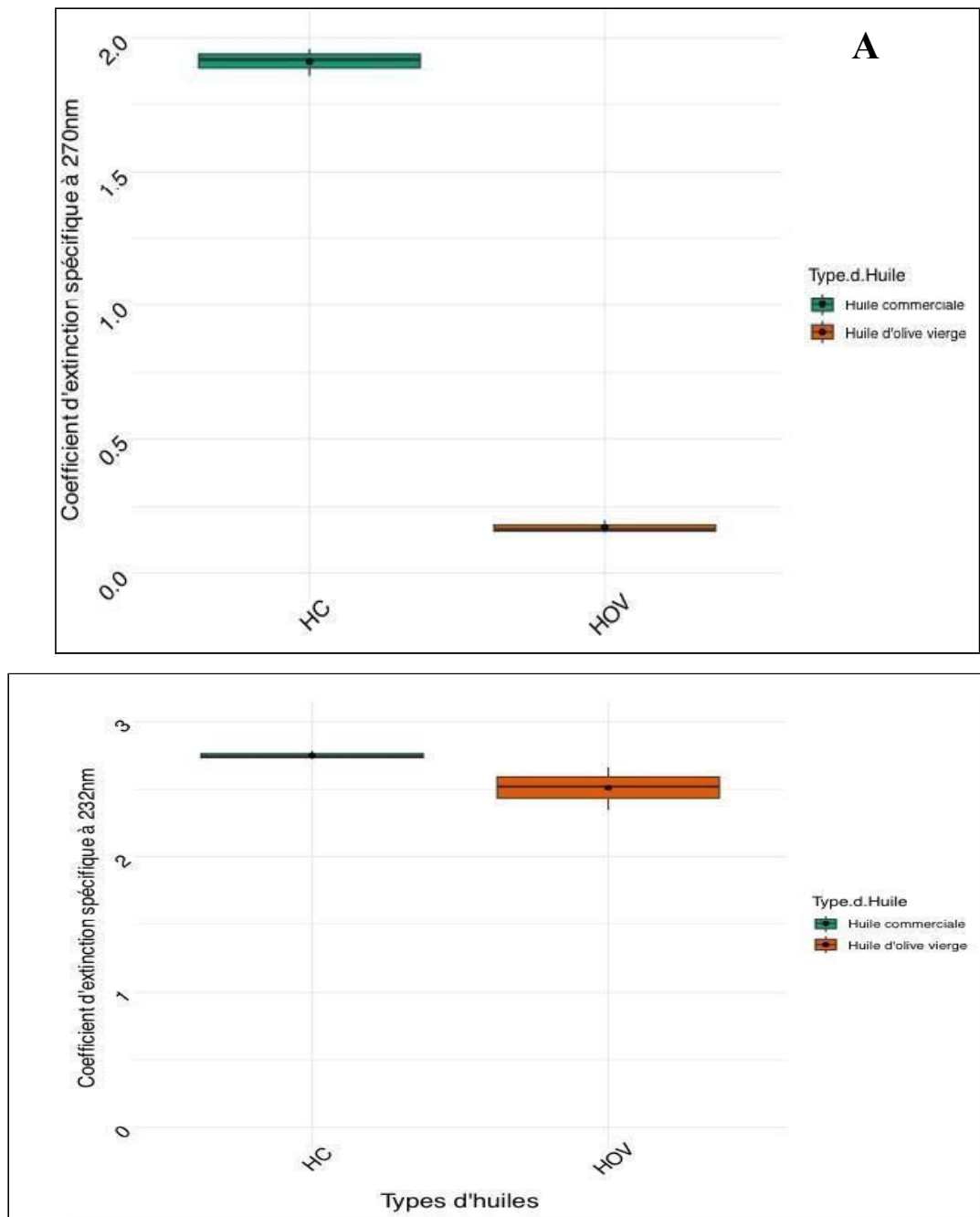
**Figure 34.** Les valeurs de l'indice de viscosité de nos échantillons d'huile d'olive vierge (HOV) et d'huile commerciale (HC)

En comparant les résultats obtenus, nous remarquons l'existence d'une différence significative dans l'indice de viscosité, entre l'huile d'olive et l'huile commerciale ( $F_{1,4}=95,49$ ,  $P_{\text{value}}= 0,000614$ ). En effet, L'huile d'olive possède une viscosité significativement supérieure, avec  $57,15 \pm 00,00 \text{Cp}$ , à celle enregistré par l'huile commerciale, avec  $49 \pm 1,44 \text{Cp}$ . Les deux huiles présentent des valeurs inférieurs aux valeurs indiquées par les normes internationales avec valeur de  $84 \text{Cp}$  à  $20^\circ\text{C}$  selon l'IFHVP (J.Lambert, 2005).

La mesure de l'indice de viscosité pour les huiles est importante car elle permette de déterminer si l'huile sera stable à des températures élevées ou basses. Cet indice est nécessaire dans certains procédés de transformation ou de conservation des aliments (Bonnet et al., 2011).

### 2.5. Coefficient d'extinction spécifique

Les résultats obtenus, dans cette étude, pour les coefficients d'extinction spécifiques  $k_{270}$  et  $k_{232}$  sont démontrés dans la Figure 35.



**Figure 35.** Les valeurs de coefficient d'extinction spécifique à 270 nm et 232 nm de nos d'huile d'olive vierge et huile commerciale.

## **Chapitre V : Résultats et Discussion**

---

La comparaison entre les valeurs obtenues pour les deux échantillons analysés montre la présence d'une différence hautement significative pour le K270 ( $F_{1,4}=2820$ ,  $P_{\text{value}}= 7,53e-07$ ) et l'absence d'une différence significative pour le K232 ( $F_{1,4}=6,712$ ,  $P_{\text{value}}= 0,06$ ).

Les valeurs de K232 enregistré pour nos huiles sont à l'ordre de  $2,74\pm 0,3$  pour l'huile commerciale et  $2,51 \pm 0,15$  pour l'huile d'olive. Ces valeurs sont inférieures à celles enregistrées par (Gharbi et al., 2015) avec une valeur de 9,8 . Cette différence non significative entre les deux huiles indique qu'elles sont au même niveau de susceptibilité à l'oxydation dont il ne doit pas dépasser 2,5 pour l'HOEV, selon les normes de Codex Alimentarius.

La valeur de K270 enregistrée pour l'huile d'olive, avec  $0,17 \pm 0,03$ , est significativement très inférieure que celle trouvée pour l'huile commerciale, avec  $1,91\pm 0,05$ . Cela prouve que, pour nos échantillons, l'huile commerciale est plus oxydée que l'huile d'olive. Les deux valeurs enregistrées pour les deux huiles sont inférieurs à celles indiquées par (Gharbi et al., 2015), avec une valeur de 9,8 pour l'HOEV.

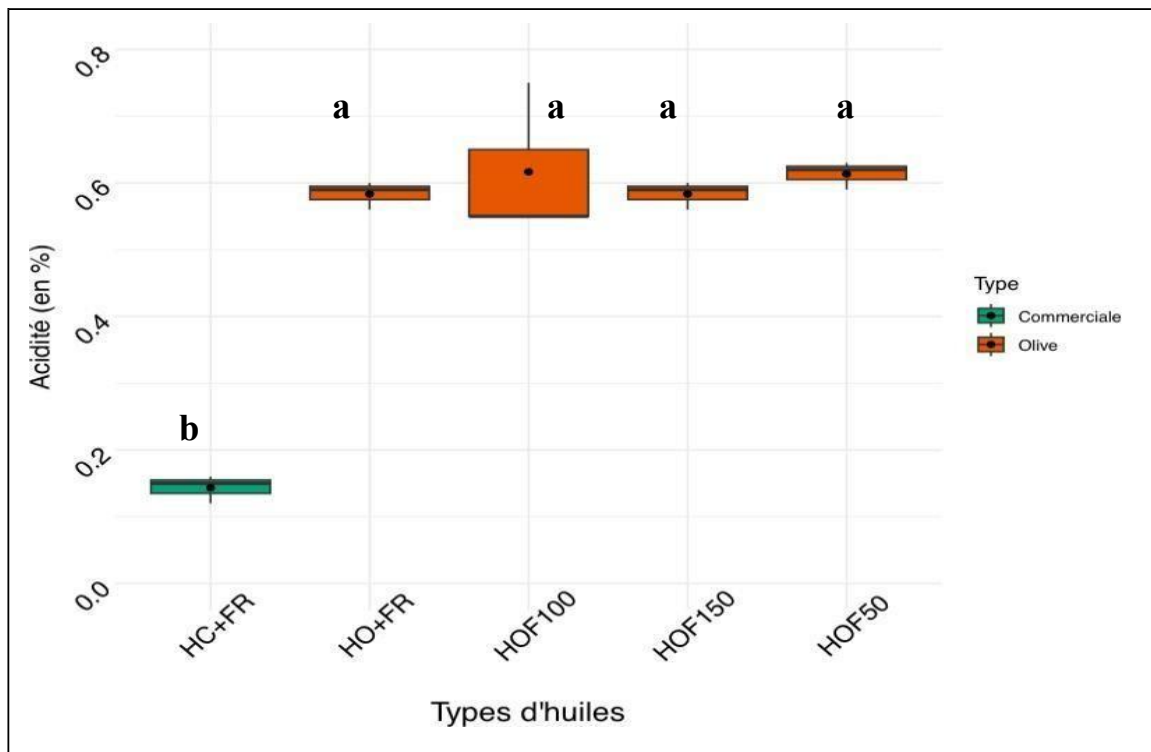
Les résultats obtenus pour l'huile d'olive concernant ce paramètre restent conformes aux valeurs mentionnées par la norme établie par le COI 2019 pour l'HOEV.

### 3. Résultats des analyses des paramètres physico-chimiques sur les huiles après friture

Dans cette partie, nous allons comparer les différents paramètres physico-chimiques, déjà analysés avant friture, entre les huiles d'olive vierge et incorporées avec la poudre des feuilles d'olivier afin d'évaluer l'effet de l'activité antioxydante des polyphénols contenus dans la poudre sur la stabilité oxydative a cours de la friture.

#### 3.1. Acidité

Les résultats de mesure de l'acidité, après le processus de friture, sur les différents échantillons : huile d'olive vierge (HOV+FR), huile commerciale (HC+FR), huile d'olive incorporée avec la poudre des feuilles d'olivier à 50g/L (HOF50), à 100g/L (HOF100) et à 150g/L (HOF150), sont présentés dans la Figure 36.



**Figure 36.** Les valeurs d'acidité de nos échantillons d'huiles après friture. Les échantillons avec les mêmes lettres signifient l'absence d'une différence significative.

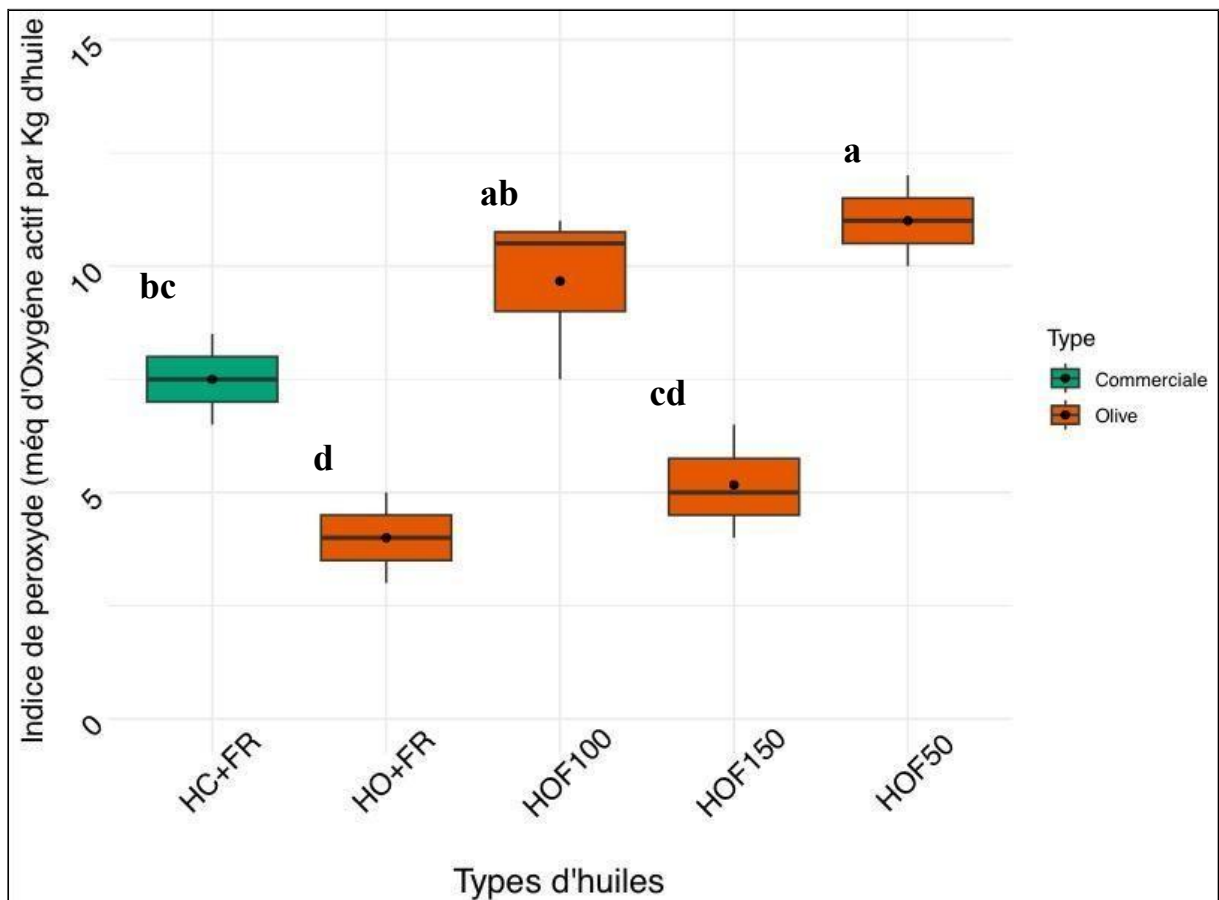
Nos résultats montrent une différence hautement significative d'acidité entre les différents échantillons analysés ( $F_{4,10}=41,62$ ,  $P_{\text{value}}=3,34e-06$ ). Cette différence est due à la valeur trouvée avec l'huile commerciale ( $0,14\pm 0,02\%$ ). Cependant, les valeurs d'acidité trouvées pour les

différentes huiles d'olives (sans et avec incorporation de la poudre des feuilles d'olivier) sont pas significativement différentes. Elles sont supérieures à la valeur de l'huile commerciale et varient entre 0,58% et 0,61%.

En comparaison, nos résultats sont plus faibles à ceux obtenus par (Plard, 2014) avec des valeurs de 1% pour l'huile d'olive extraite des olives noires et 0,3% pour l'huile extraite à partir des olives vertes.

### 3.2. Indice de peroxyde

Les résultats de mesure de l'indice de peroxyde, après le processus de friture, sur les différents échantillons, sont présentés dans la Figure 37.



**Figure 37.** Les valeurs de l'indice de peroxyde de nos échantillons d'huiles après friture.

Les échantillons avec les mêmes lettres signifient l'absence d'une différence significative.

Nos résultats montrent une différence significative dans l'indice de peroxyde entre les différents échantillons analysés ( $F_{4,10}=15,9$ ,  $P_{\text{value}}=0,000246$ ).

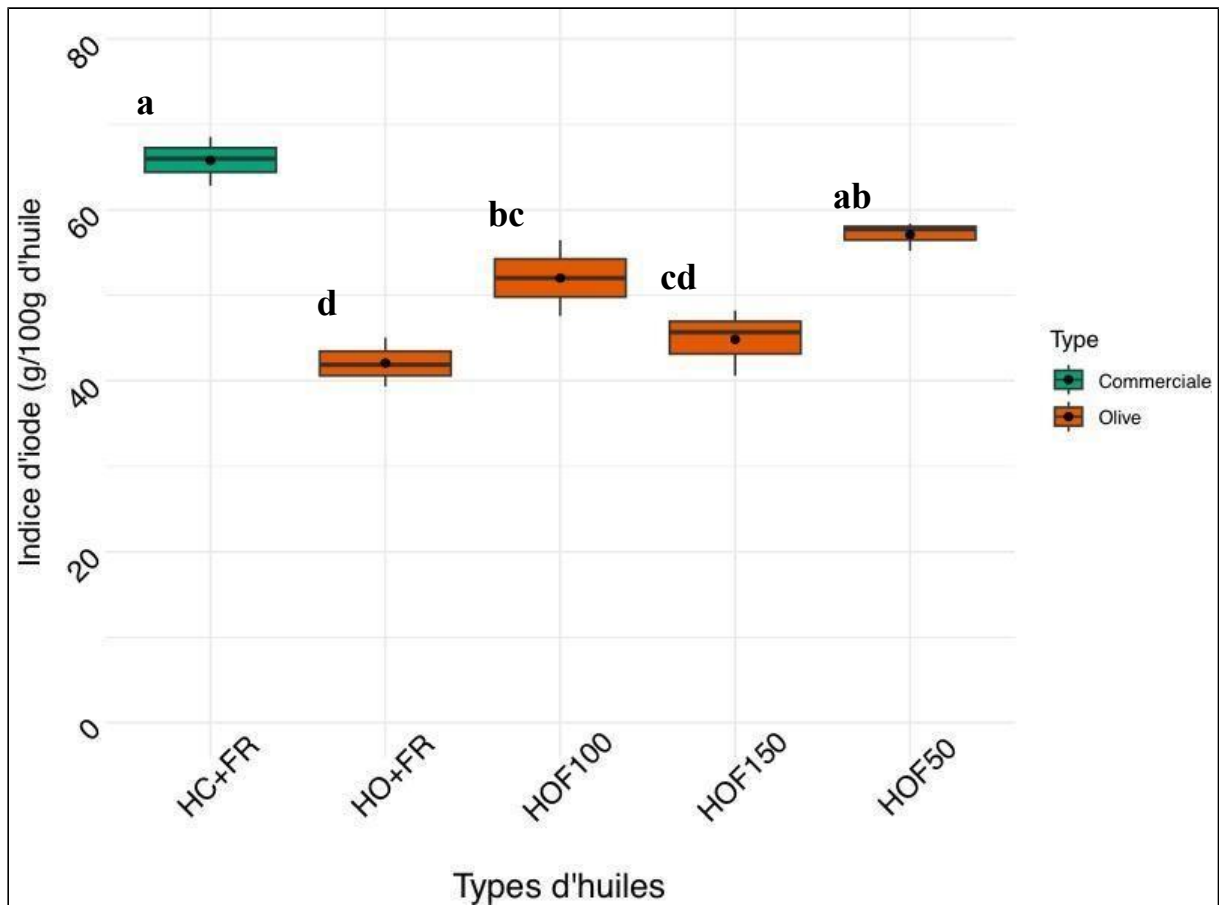
## Chapitre V : Résultats et Discussion

En comparant les échantillons deux à deux, nous constatons que l'huile d'olive extra vierge et l'huile d'olive incorporée à 150g/L ne sont pas significativement différentes, et présentent l'indice de peroxyde le plus bas avec  $4,00 \pm 1,00$  méqO<sub>2</sub>/Kg et  $5,17 \pm 1,26$  méqO<sub>2</sub>/Kg respectivement. Par contre, les huiles d'olive incorporées à 50g/L et à 100g/L ne sont pas significativement différentes entre elles, mais différentes des autres huiles qui sont l'huile d'olive extra vierge et huile d'olive incorporée par 150g/L et l'huile commerciale, avec  $11,00 \pm 1,00$  méqO<sub>2</sub>/Kg et  $9,67 \pm 1,89$  méqO<sub>2</sub>/Kg respectivement.

Les résultats obtenus dans notre étude présente un indice de peroxyde plus faible que celui trouvé par (Plard, 2014), avec des valeurs variantes entre 15 et 20 méqO<sub>2</sub>/Kg, ce qui signifie un taux d'oxydation moins important de notre huile analysée.

### 3.3. Indice d'iode

Les résultats de mesure de l'indice d'iode, après le processus de friture, sur les différents échantillons sont présentés dans la Figure 38.



**Figure 38.** Les valeurs de l'indice d'iode de nos échantillons d'huiles après friture. Les échantillons avec les mêmes lettres signifient l'absence d'une différence significative.

## Chapitre V : Résultats et Discussion

Nos résultats montrent une différence hautement significative d'indice d'iode entre les différents échantillons analysés ( $F_{4,10}=25,33$ ,  $P_{\text{value}}=3,24e-05$ ).

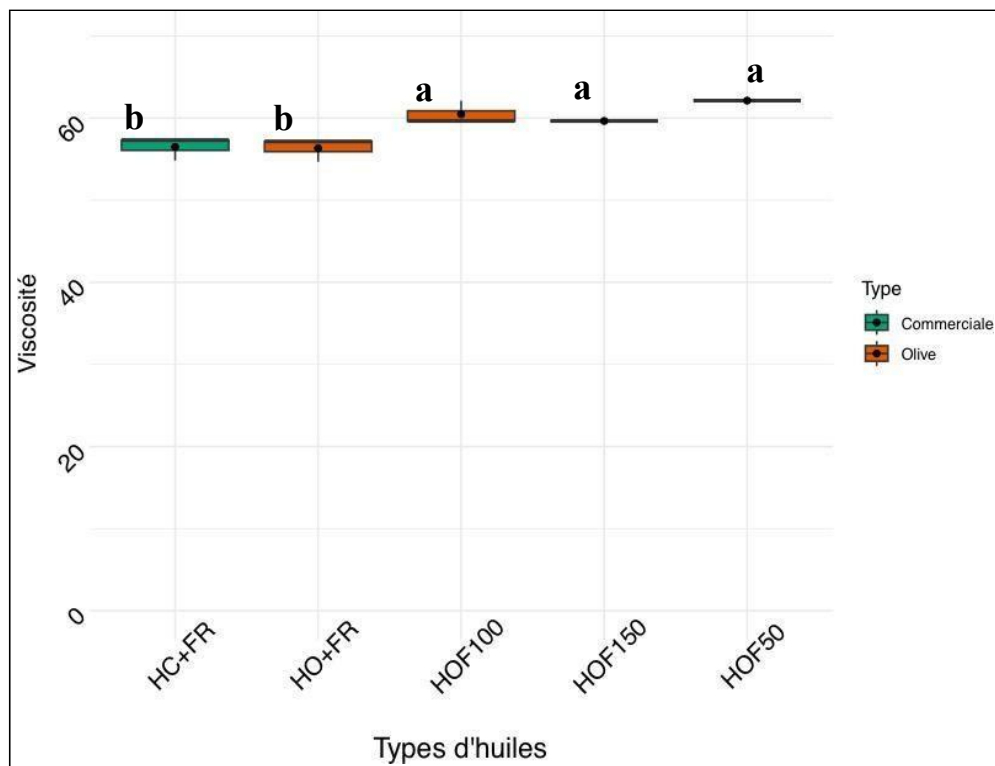
Nous remarquons que les huiles d'olive (incorporées ou pas) sont significativement différentes de l'huile commerciale, et présentent des indices d'iode plus faibles, variant entre  $42,08 \pm 2,86$  g/100g dans HO+FR et  $57,10 \pm 1,68$  g/100g dans HOF50.

En comparant les huiles incorporées, nous constatons une différence significative entre HOF50 et HOF150, avec des indices d'iode variant entre  $57,10 \pm 1,68$  g/100g et  $44,83 \pm 3,88$  g/100g.

L'incorporation de la poudre des feuilles d'olivier a permis la diminution de l'indice d'iode dans certains échantillons d'huile d'olive après friture. Cette diminution est affectée par la concentration de la poudre ajoutée.

### 3.4. Indice de viscosité

Les résultats de mesure de la viscosité, après le processus de friture, sur les différents échantillons sont présentés dans la Figure 39.



**Figure 39.** Les valeurs de l'indice de viscosité de nos échantillons d'huiles après friture. Les échantillons avec les mêmes lettres signifient l'absence d'une différence significative.

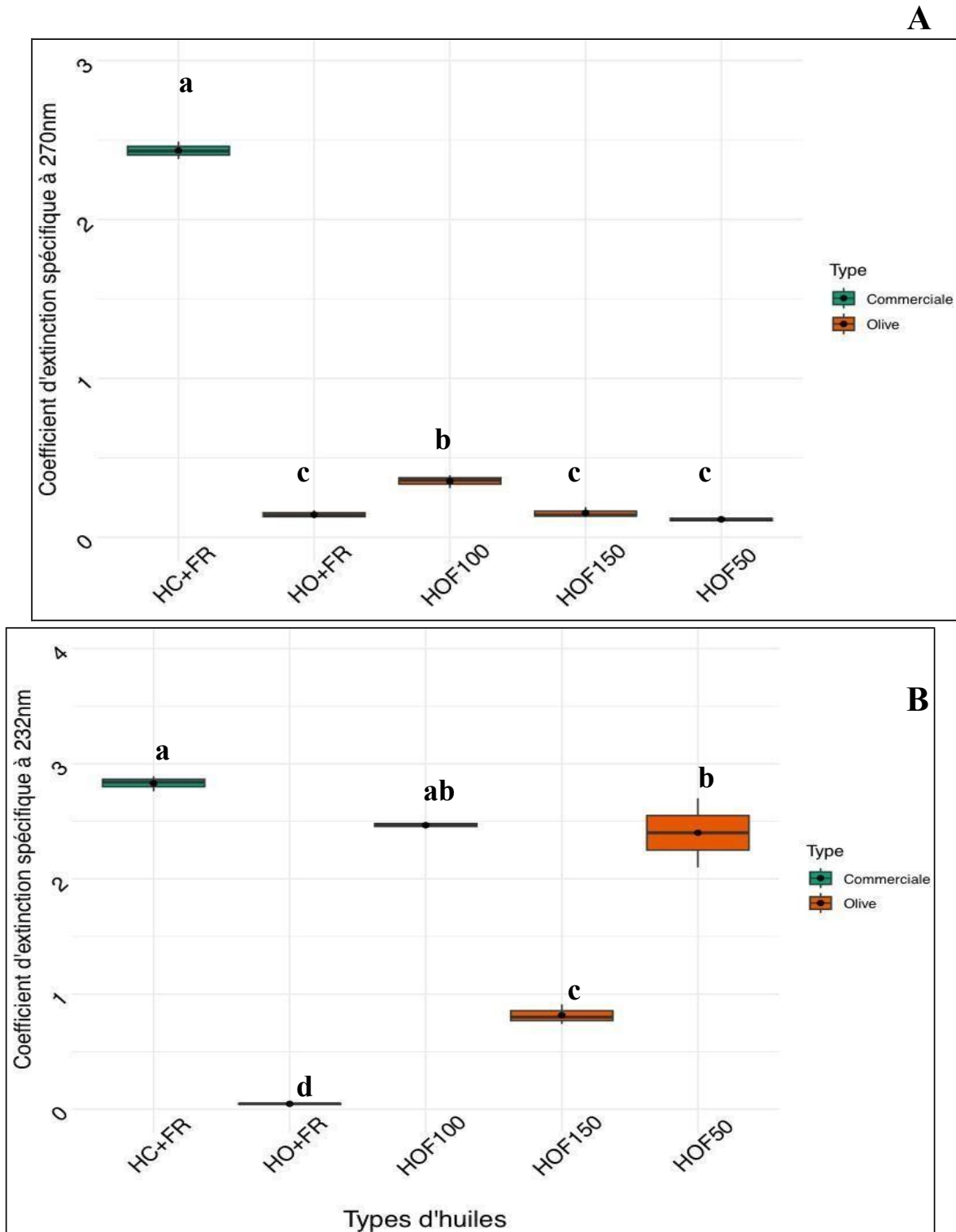
## **Chapitre V : Résultats et Discussion**

---

Selon nos résultats, il existe une différence significative dans les résultats de viscosité entre les différents échantillons analysés ( $F_{4,10}=15,69$ ,  $P_{\text{value}}=0,00026$ ). Il avère que cette différence est due à l'incorporation de la poudre des feuilles d'olivier. En effet, les valeurs de viscosité enregistrées avec les huiles incorporées sont significativement supérieures à celles trouvées avec HC+FR et HO+FR. Elles varient entre  $59,64\pm 00$  Cp dans HOF150 et  $62,12\pm 00$  Cp dans HOF50. Nous constatons que l'incorporation de la poudre a un effet sur la viscosité de l'huile d'olive.

### 3.5. Coefficient d'extinction spécifique

Les résultats des coefficients d'extinction spécifique  $k_{270}$  et  $k_{232}$ , après le processus de friture, sur les différents échantillons, sont présentés dans la Figure 40.



**Figure 40.** Les valeurs de coefficient d'extinction spécifique, à 270nm (A) et à 232nm (B) de nos échantillons d'huiles après friture. Les échantillons avec les mêmes lettres signifient

## Chapitre V : Résultats et Discussion

---

D'après nos résultats de coefficient d'extinction spécifique K270 (Figure42-A), les valeurs trouvées présentent des différences très hautement significatives ( $F_{4,10}=2318$ ,  $P_{\text{value}}=8,7e-15$ ). L'huile commerciale présente une valeur significativement élevée par rapport aux huiles d'olives (sans ou avec incorporation), avec un coefficient de  $2,43\pm 0,05$ .

En comparant les huiles d'olive, HOF100 présente la valeur la plus élevée, avec un coefficient de  $0,35\pm 0,04$ .

En comparaison, nos résultats sont faibles que ceux démontrés par (Redondo-Cuevas et al., 2017) avec un coefficient de  $0,64\pm 0,07$ , pour l'huile d'olive incorporée avec du romarin, après friture, et à ceux trouvés par (Plard, 2014), variant entre 0,5 et 0,8, selon la variété d'olive.

En ce qui concerne le coefficient d'extinction spécifique K232 (Figure42-B), nos résultats montrent aussi la présence d'une différence très hautement significative ( $F_{4,10}=215$ ,  $P_{\text{value}}=1.19e-09$ ). Les huiles d'olive incorporées présentent un coefficient significativement élevé par rapport à l'huile d'olive vierge (HO+FR), avec  $0,82\pm 0,09$  pour HOF150,  $2,40\pm 0,30$  pour HOF50 et  $2,47\pm 0,03$ , mais significativement faible par rapport à l'huile commerciale, avec un coefficient de  $2,83\pm 0,06$ .

Nos résultats sont plus faibles que ceux présentés par (Plard, 2014) pour deux types d'huile extraites des olives noires et vertes, mais plus élevés à ceux trouvés par (Redondo-Cuevas et al., 2017), avec une valeur de  $2,26\pm 0,09$  pour l'huile d'olive incorporée du romarin.

### **Discussion des résultats**

Dans cette étude, nous avons tester l'effet de l'incorporation des feuilles d'olivier à l'huile d'olive, sur sa stabilité oxydative au cours de la friture. Nous avons constaté un effet sur certains paramètres comme l'indice de peroxyde, l'indice d'iode, la viscosité et les coefficients d'extinction spécifiques K270 et K232 de l'huile d'olive incorporées avec la poudre des feuilles d'olivier, après friture. Nous pensons que cela est peut-être dû à l'activité antioxydante des polyphénols naturels présents dans les feuilles d'olivier qui ont protégé l'huile.

#### **Effet sur l'acidité**

Dans cette étude, nous avons constaté que les composés phénoliques des feuilles d'olivier n'ont pas un effet sur l'acidité de l'huile d'olive incorporée avec les différentes concentrations de poudre de feuilles d'olivier (50g/L, 100g/L,150g/L), après le processus de friture. Il est possible que la friture à haute température puisse réduire considérablement la teneur en polyphénols. Par conséquent, les composés phénoliques ne peuvent pas neutraliser l'acidité générée par la dégradation de l'huile pendant la friture. Même d'autres facteurs tels que la qualité de l'huile, le temps de friture, la teneur en polyphénols peuvent également affecter la stabilité et l'acidité de l'huile d'olive après friture. (Quiles, & al 2002)

#### **Effet sur l'indice de peroxyde**

Les polyphénols totaux présents dans les feuilles d'olivier ont un effet antioxydant qui peut réduire la formation de peroxyde après friture. En effet, l'indice de peroxyde diminue lorsque la concentration des polyphénols est élevée. Notre étude montre que l'huile d'olive enrichie par ces composés présente un indice de peroxyde plus faible que les huiles non incorporées avec les feuilles d'olivier, après une friture répétée. (Lkrik, & al)

Les polyphénols totaux neutralisent les radicaux libres et réduisent l'oxydation des acides gras insaturés présents dans les huiles. Ces composés peuvent donc être bénéfiques pour la stabilité des huiles d'olive après friture. (Arab, & al 2013)

#### **Effet sur l'indice d'iode**

La composition en acides gras dans l'huile d'olive est un paramètre affecté par plusieurs facteurs lors de la friture, tels que la durée de friture, la température et la qualité de l'huile utilisée.

La peroxydation est connue pour être d'autant plus important que le nombre de doubles liaisons est élevé, contrairement aux acides gras monoinsaturés qui ont une grande importance sur la stabilité oxydative de l'huile.

## **Chapitre V : Résultats et Discussion**

---

Dans cette étude, les composés phénoliques présents dans les feuilles d'olivier agissent comme des agents protecteurs et stabilisants, aident à maintenir l'indice d'iode de l'huile après friture à un niveau plus faible en neutralisant les radicaux libres générés lors de ce processus et ralentissent ainsi l'oxydation de l'huile. Plus la concentration de ces composés augmente, plus l'indice d'iode diminue. (Rezaire, A. 2012)

### **Effet sur la viscosité**

Les composés phénoliques présents dans les feuilles d'olivier peuvent également agir sur la viscosité de l'huile comme des agents épaississants en augmentant sa viscosité après friture. Cela est dû à leur capacité à se lier aux molécules d'huile, formant une couche protectrice qui empêche la diffusion des composés volatils et particules solides provenant des aliments frits. (Pambou-Tobi, N 2015)

Dans cette étude, l'huile incorporée avec la poudre des feuilles d'olivier possède une viscosité élevée par rapport à celle non incorporée. L'huile incorporée à 50g/L présente une viscosité élevée à celle enrichie par 150g/l en inhibant la polymérisation et en protégeant contre l'oxydation.

### **Effet sur le CES à K232 et K270**

Tout d'abord, il est important de comprendre que les valeurs de K232 et K270 sont des indicateurs de l'oxydation de l'huile d'olive. Une augmentation de ces valeurs après friture peut indiquer une détérioration de la qualité de l'huile.

Les polyphénols totaux ont des propriétés antioxydantes, ce qui signifie qu'ils peuvent protéger l'huile contre les dommages oxydatifs. Lorsque l'huile est chauffée pendant la friture, les polyphénols peuvent réagir avec les radicaux libres qui se forment, réduisant ainsi l'oxydation de l'huile. Par conséquent, ils peuvent aider à maintenir les valeurs de k232 et k270 plus basses.

De plus, ces composés peuvent aussi réagir avec les composés oxydés déjà présents dans l'huile d'olive après friture. Ils peuvent les neutraliser et inhiber la formation de nouveaux composés oxydés. Cela peut réduire les valeurs de k232 et k270.

Parmi les composés phénoliques présents dans les feuilles d'olivier et qui peuvent être associés à la réduction de l'oxydation thermique de l'huile d'olive après friture, nous citons l'hydroxytyrosol, la luteoline, vitamine E et l'OLEuropeine qui est le composé phénolique le plus abondant dans les feuilles d'olivier. Ces composés présentent des propriétés antioxydantes qui

## **Chapitre V : Résultats et Discussion**

---

peuvent contribuer à la réduction de l'oxydation thermique de l'huile pendant la friture. (Borjan, & al 2020)

Ces composés phénoliques présents tant dans l'huile d'olive que dans les feuilles d'olivier contribuent à la stabilité de l'huile pendant la cuisson à haute température et peuvent réduire les effets néfastes de l'oxydation thermique.

# *Conclusion*

L'objectif de ce travail, était d'analyser l'effet antioxydant des polyphénols des feuilles d'olivier sur l'huile d'olive au cours de la friture. Nous avons essayé de comprendre comment les composés phénoliques présents dans les feuilles d'olivier influencent sur les caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive pendant la friture.

Les résultats de l'étude ont indiqué que la teneur des polyphénols dans les feuilles d'olivier utilisées est 3.01mg EAG/g. L'analyse de l'acidité de l'huile étudiée montre que celle-ci appartient à la catégorie des huiles d'olive extra vierge, et que l'incorporation des antioxydants n'a pas d'influence sur ce paramètre.

Tous les autres paramètres (indice de peroxyde, extinctions spécifiques à 232 nm et à 270 nm et indice d'iode) semblent évolués de manière positive en présence des polyphénols des feuilles d'olivier par rapport à ceux de l'échantillon témoin. En effet, la valeur initiale de l'indice de peroxyde de l'huile d'olive ayant fait l'objet de cette étude est à la valeur donnée par le COI 2019. Elle diminue au fur et à mesure que la concentration en composés phénoliques des feuilles d'olivier augmente. Les polyphénols exercent une meilleure protection antioxydante pour l'huile d'olive qui est remarquée pour des concentrations de 150g /L.

Dans l'analyse spectrophotométrie, les valeurs de K232 et K270 indiquent une meilleure qualité de l'huile d'olive utilisée dans ce travail puisqu'elles sont dans les normes indiquées par le COI 2019 pour l'HOEV. L'ajout de la poudre des feuilles d'olivier à l'huile d'olive a permis de garder les valeurs de ces indices dans les normes grâce à la présence des composés phénoliques qui ont des activités antioxydantes, protégeant ainsi l'huile des dommages oxydatifs après friture.

En résumé, les polyphénols présents dans l'huile d'olive peuvent agir comme des protecteurs de l'huile d'olive contre l'oxydation thermique pendant la friture

La réalisation de ce mémoire a été une expérience enrichissante qui nous a permis de développer nos compétences en recherche et d'approfondir notre compréhension dans ce qui concerne l'utilisation de l'huile d'olive pour friture.

Sur la base des résultats obtenus, des voies s'ouvriront à de nombreuses perspectives, à savoir :

- Tester l'effet de ces composés sur la qualité organoleptiques et physicochimiques de l'huile d'olive dans des différentes conditions (temps / température).
- Identifier les composés phénoliques les plus importants trouvés dans les feuilles d'olivier.

---

*Références*

*Bibliographiques*

## ***REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---



- Aboagye, I. A., & Beauchemin, K. A. (2019). Potential of molecular weight and structure of tannins to reduce methane emissions from ruminants: A review. *Animals*, 9(11), 856.
- Addab, N., FETNI, S., HAMLAOUI, F., ZERGUINE, A., & MAHLOUL, K. (2020). Evaluation comparative de l'activité anti-oxydante des extraits éthanoliques des feuilles d'*Olea europaea* L. de l'Est Algérien: Comparative evaluation of antioxidant activity of ethanolic extracts from leaves of *Olea europaea* L. from Eastern Algeria. *Journal de La Faculté de Médecine d Oran*, 4(2).
- Al-Sayed Mahmoud, K. (2007). Extraction, fractionnement et caractérisation des lipides polyinsaturés d'oeufs de la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*). Vandoeuvre-les-Nancy, INPL.
- Angles, S. (2000). L'olivier à la conquête du Nouveau Monde. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 53(209), 95–110.
- Angles, S. (2012). L'olivier et les territoires méditerranéens.
- Angles, S. (2016). L'olivier dans les religions du Livre. *Géoconfluences*.
- Aparicio, R., & Harwood, J. (2013). *Handbook of olive oil* (pp. 431-478). Boston, MA, USA: Springer.
- Arab, K., Bouchenak, O., & Yahiaoui, K. (2013). Évaluation de l'activité biologique des feuilles de l'olivier sauvage et cultivé. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 9(3), 159-166.

## ***REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- Atta, N., Azza, A., Eid, M., & Al-Okaby. (2020). Effect of Extraction Methods and Olive Oil Grades on Physio-Chemical Properties and Sensory Attributes of Olive Oil. *Current Science*, 9, 690–697. <https://doi.org/10.36632/csi/2020.9.4.62>
- Autret, C. (2020). Production et consommation d’huile d’olive en Cilicie Trachée occidentale: État des recherches. *Anatolia Antiqua. Revue Internationale d’archéologie Anatolienne*, XXVIII, 69–87.

➤

## **B**

- Bahloul, N., Boudhrioua, N., Kammoun, N., & Kechaou, N. (2009). Caractérisation physicochimique de feuilles d’olivier d’origine tunisienne. *Recherches Sur Les Plantes Aromatiques et Médicinales*, 93.
- Belkacemi, O. (2013). La consommation d’aliments fonctionnels riches en antioxydants et le statut antioxydant total chez la personne âgée. *Library and Archives Canada= Bibliothèque et Archives Canada*, Ottawa.
- Benrachou, N. (2012). Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d’huiles d’olive issues de trois cultivars de l’Est algérien. *Annaba*.
- Bensakhria, A. (2018). Le stress oxydatif. *Toxicologie Générale*, 70–86.
- Bodiang, S. (2023). Méthodes de caractérisation de la biomasse oléagineuse pouvant permettre la synthèse des biocarburants.
- Boizot, N., & Charpentier, J.-P. J.-P. (2006). Méthode rapide d’évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d’un arbre forestier. *Cahier Des Techniques de l’INRA*, 79–82.
- Bonnet, J.-P., Devesvre, L., Artaud, J., & Moulin, P. (2011). Dynamic viscosity of olive oil as a function of composition and temperature: A first approach. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(8), 1019–1025.

## ***REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- Borjan, D., Leitgeb, M., Knez, Ž., & Hrnčič, M. K. (2020). Microbiological and antioxidant activity of phenolic compounds in olive leaf extract. *Molecules*, 25(24), 5946.
- Bouaziz, M., Fki, I., Jemai, H., Ayadi, M., & Sayadi, S. (2008). Effect of storage on refined and husk olive oils composition: Stabilization by addition of natural antioxidants from Chemlali olive leaves. *Food Chemistry*, 108(1), 253–262.
- Boucher, C., Yves, D., Chaux, D., & Nestlé, S. (2011). *Guide des arbres et arbustes de méditerranée*. 291.
- Boudhioua, N., Ben Slimen, I., Bahloul, N., & Kechaou, N. (2009). Etude du séchage par infrarouge de feuilles d'olivier d'origine tunisienne: Partie 2: Influence du séchage et du blanchiment sur les composés phénoliques totaux. *Revue Des Énergies Renouvelables*, 111–116.
- Bourgou, S., Beji, R. S., Medini, F., & Ksouri, R. (2016). Effet du solvant et de la méthode d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes d'*Euphorbia helioscopia*. *Journal of New Sciences*, 28.
- Bouyahya, A., Abrini, J., Bakri, Y., & Dakka, N. (2017). Screening phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'*Origanum compactum*. *Phytothérapie*, 15(6), 379–383.
- Bule, M., Khan, F., Nisar, M. F., Niaz, K., Nabavi, S., Saeedi, M., Nabavi, S., & Sanches Silva, A. (2020). Tannins (hydrolysable tannins, condensed tannins, phlorotannins, flavono-ellagitannins). *Recent Advances in Natural Products Analysis*, 132–146.



- Calahorra, J., Shenk, J., Wielenga, V. H., Verweij, V., Geenen, B., Dederen, P. J., Peinado Herreros, M. Á., Siles, E., Wiesmann, M., & Kiliaan, A. J. (2019). Hydroxytyrosol, the major phenolic compound of olive oil, as an acute therapeutic strategy after ischemic stroke. *Nutrients*, 11(10), 2430.

## ***REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- Candelier, K. (2013). Caractérisation des transformations physico-chimiques intervenant lors de la thermodégradation du bois. Influence de l'intensité de traitement, de l'essence et de l'atmosphère. Université de Lorraine.
- Capogna, D., & Gómez, M. I. (2016). Olive oil: An overview of the Japanese market. *OCL*, 23(6), D608.
- Chaaben, H., Motri, S., & Ben Selma, M. Z. (2015). Etude des Propriétés Physico-chimiques de l'Huile de Fruit de *Laurus nobilis* et Effet de la Macération par les Fruits et les Feuilles de *Laurus nobilis* sur les Propriétés Physico-Chimiques et la Stabilité Oxydative de l'Huile d'Olive. *J. New Sci. Agric. Biotechnol. JS-INAT*, 8, 873–880.
- Cho, W.-Y., Kim, D.-H., Lee, H.-J., Yeon, S.-J., & Lee, C.-H. (2020). Journal of food quality evaluation of effect of extraction solvent on selected properties of olive leaf extract. *Journal of Food Quality*, 2020, 1–7.
- Choukache, K., & Aknine Souidi, R. (2022). Les ressources territoriales en Kabylie: L'oléiculture de Tizi-Ouzou comme ressource spécifique du développement local. *مجلة المعاصرة والققتصادية التجارية الدراسات*, 5(2), 101–117.
- Clarke, R., & Armitage, J. (2002). Antioxidant vitamins and risk of cardiovascular disease. Review of large-scale randomised trials. *Cardiovascular Drugs and Therapy*, 16(5), 411.

## ***REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- Clodoveo, M. L., Camposeo, S., Amirante, R., Dugo, G., Cicero, N., & Boskou, D. (2015). Research and innovative approaches to obtain virgin olive oils with a higher level of bioactive constituents. In *Olive and olive oil bioactive constituents* (pp. 179–215). Elsevier.
- Clodoveo, M. L., Crupi, P., Annunziato, A., & Corbo, F. (2022). Innovative extraction technologies for development of functional ingredients based on polyphenols from olive leaves. *Foods*, 11(1), 103.
- COI. (2017).
- COI. (2019).
- COI. (2019).
- COI. (2022, January 27). International Olive Council.
- COI. (2023). *L'huile d'olive et la santé*.
- Coles, R., McDowell, D., & Kirwan, M. J. (2003). *Food packaging technology* (Vol. 5). CRC press.
- Comment bien conserver votre huile d'olive ? (2017, May 5). *La maison de l'huile d'olive*.
- COSTE, E. (2015). *TRENTE-SEPT PLANTES CHINOISES*. UNIVERSITE MONTPELLIER 1.
- COUTEAU, C., & COIFFARD, L. (2021). Le benzoate de sodium et le sorbate de potassium sont là pour assurer la conservation du mélange.
- Cuvelier, M.-E., & Maillard, M.-N. (2012). Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *OCL Oilseeds and Fats Crops and Lipids*, 19(2), 125–132.
- 

## **D**

- Dabbou, S., Gharbi, I., Brahmi, F., Nakbi, A., & Hammami, M. (2011). Impact of packaging material and storage time on olive oil quality. *African Journal of Biotechnology*, 10(74), 16929–16936.

## ***REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- DE ES, I. (2021). Antioxydants: Ennemis des radicaux libres.
- De Malezieu, M. L. (2019). Potentialisation des effets de composés phénoliques combinés de l'huile d'olive: Étude des transformations rédox: Application dans les maladies neurodégénératives. Université Rennes 1; Institut national de la recherche scientifique (Québec ....
- Debeaufort, F., Galić, K., Kurek, M., Benbettaieb, N., & Ščetar, M. (2022). Matériaux et procédés d'emballage pour les industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques. ISTE Group.
- Définitions: Qualité—Dictionnaire de français Larousse. (n.d.). Retrieved April 29, 2023, from <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/qualit%C3%A9/65477>
- Defraigne, J.-O., & Pincemail, J. (2008). Stress oxydant et antioxydants: Mythes et réalités. *Revue Médicale de Liège*, 63.
- Di Meo, S., & Venditti, P. (2020). Evolution of the knowledge of free radicals and other oxidants. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020.
- Didi, M. (2020). Evaluation of the antioxidant activity of the coffee parchment. *Scientific Study and Research*.
- Djenane, D., Yangüela, J., Derriche, F., Bouarab, L., & Roncales, P. (2012). Utilisation des composés de feuilles d'olivier comme agents antimicrobiens; application pour la conservation de la viande fraîche de dinde. *Nature & Technology*, 7, 53.
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10), 429.
- Dridi, W. (2016). Influence de la formulation sur l'oxydation des huiles végétales en émulsion eau-dans-huile (Doctoral dissertation, Bordeaux).
- Dubur-Jarrige, M.-A. (1999). Origines de la civilisation de l'olivier en Méditerranée. *Archéologie En Languedoc*, 23, 121–128.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- Dugail, I., & Le Lay, S. (2013). Physiologie de la gouttelette lipidique adipocytaire. In *Physiologie et physiopathologie du tissu adipeux* (pp. 123–141). Springer.
- El Qarnifa, S., El Antari, A., & Hafidi, A. (2019). Effect of maturity and environmental conditions on chemical composition of olive oils of introduced cultivars in Morocco. *Journal of Food Quality*, 2019, 1–14.

### E

- Emeraux, E. (2019). Propriétés biologiques des flavonoïdes: Étude bibliographique et évaluation de l'activité antioxydante. Université de Lorraine.
- enclavedeoliva—Enclave de Oliva. (n.d.). Retrieved April 29, 2023, from <https://enclavedeoliva.com/author/enclavedeoliva/?lang=fr>,
- Espeso, J., Isaza, A., Lee, J. Y., Sörensen, P. M., Jurado, P., Avena-Bustillos, R. de J., Olaizola, M., & Arboleya, J. C. (2021). Olive leaf waste management. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 162.

### F

- Farris, S., Buratti, S., Benedetti, S., Rovera, C., Casiraghi, E., & Alamprese, C. (2021). Influence of two innovative packaging materials on quality parameters and aromatic fingerprint of extra-virgin olive oils. *Foods*, 10(5), 929.
- Florenza, L. (2021). «Chacun a droit à sa part». Une lecture genrée de la production et distribution des olives au sud du Maroc. *L'Année Du Maghreb*, 25, 167–186.
- Flores, M., Avendaño, V., Bravo, J., Valdés, C., Forero-Doria, O., Quitral, V., Vilcanqui, Y., & Ortiz-Viedma, J. (2021). Edible oil parameters during deterioration processes. *International Journal of Food Science*, 2021.

### G

- Gaforio, J. J., Visioli, F., Alarcón-de-la-Lastra, C., Castañer, O., Delgado-Rodríguez, M., Fitó, M., Hernández, A. F., Huertas, J. R., Martínez-González, M. A., & Menendez, J. A. (2019). Virgin olive oil and health: Summary of the III international conference on virgin olive oil and health consensus report, JAEN (Spain) 2018. *Nutrients*, 11(9), 2039..
- Genot, C. (2019). Oxydation (des lipides?) dans les matières grasses et les aliments: Mécanismes et évaluation. Webinaire SFEL, 47p.

## ***REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- Genot, C., Eymard, S., & Viau, M. (2004). Comment protéger les acides gras polyinsaturés à longues chaînes oméga 3 (AGPI -- LC  $\omega$ 3) vis-à-vis de l'oxydation ? *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 11, 133–141. <https://doi.org/10.1051/ocl.2004.0133>
- Gérardin, P., Fritsch, C., Cosgun, S., Brennan, M., Dumarcay, S., Colin, F., & Gerardin, P. (2020). Effet de la hauteur de prélèvement sur la composition quantitative et qualitative des polyphénols de l'écorce d'*Abies alba* Mill.
- Gharbi, I., Issaoui, M., Mehri, S., & Hammami, M. (2015). Assurance qualité des huileries tunisiennes. *OCL*, 22(4), A401.
- Ghernaout, O. (2018). L'incorporation des feuilles d'olivier dans une huile de friture et l'étude de son effet sur l'oxydation thermique. Université de Bouira.
- Ghosh, D. (2015). Tannins from foods to combat diseases. *Int J Pharm Res Rev*, 4(5), 40–44.
- Gigon, F., & Le Jeune, R. (2010). Huile d'olive, *Olea europaea* L. *Phytothérapie*, 8, 129–135.
- Goncalves, A., Margier, M., Tagliaferri, C., Lebecque, P., Georgé, S., Wittrant, Y., Coxam, V., Amiot, M.-J., & Reboul, E. (2016). Pinoresinol of olive oil decreases vitaminD intestinal absorption. *Food Chemistry*, 206, 234–238.
- Guerra, D., Lamontanara, A., Bagnaresi, P., Orrù, L., Rizza, F., Zelasco, S., Beghè, D., Ganino, T., Pagani, D., & Cattivelli, L. (2015). Transcriptome changes associated with cold acclimation in leaves of olive tree (*Olea europaea* L.). *Tree Genetics & Genomes*, 11,1–24.

## ***REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---



**H**

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (2015). *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford University Press.
- Hayes, J. E., Allen, P., Brunton, N., O'grady, M. N., & Kerry, J. P. (2011). Phenolic composition and in vitro antioxidant capacity of four commercial phytochemical products: Olive leaf extract (*Olea europaea* L.), lutein, sesamol and ellagic acid. *Food Chemistry*, 126(3), 948–955.
- Hilali, M., El Monfalouti, H., El Hammari, L., Amar, F., Mennane, Z., Haddam, M., Maata, N., & Kartah, B. E. (2021). Influence of the Date of Harvest on the Olive Oil Quality with Focus on Effect of Olive Ripening on Oxidative Stability. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 34(4), 758–765.
- Hokayem, M., Bisbal, C., Lambert, K., & Avignon, A. (2012). Quelle place pour les antioxydants dans la prévention du diabète de type 2? *Médecine Des Maladies Métaboliques*, 6(4), 327–331.
- Houlali, I., Rabi, S., Elbir, M., Ider, A. A., Amhoud, A., Moubarik, A., Hasib, A., Jaouad, A., & Mbarki, M. (2014). Caractérisation chimique de l'huile d'olive dans la région Marocaine de Tadla Azilal (Chemical characterization of the virgin olive oil in Tadla Azilal Moroccan area).
- Hussain, T., Tan, B., Yin, Y., Blachier, F., Tossou, M. C., & Rahu, N. (2016). *Oxidative stress and inflammation: What polyphenols can do for us? Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016.

### I

- Inglese, P., Famiani, F., Galvano, F., Servili, M., Esposito, S., & Urbani, S. (2011). 3 factors affecting extra-virgin olive oil composition. *Horticultural Reviews*, 38, 83.
- ISO - ISO 9000—Management de la qualité. (2021, September 1). ISO.
- ISO. (2007).
- ISO. (2018). Détermination de l'indice d'iode.

### J

- J. Lambert (2005). *Les huiles végétales ,2000 plantes oléagineuses répertoriées*. Institut Français des Huiles Végétales Pures.
- Jean-Claude, G. (2011). Les interactions entre les vitamines A, D, E et K: synergie et/ou compétition. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*.
- Jimenez-Lopez, C., Carpena, M., Lourenço-Lopes, C., Gallardo-Gomez, M., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2020). Bioactive compounds and quality of extra virgin olive oil. *Foods*, 9(8), 1014.
- Josiane, C., & Pierre, C. (2006). Mécanismes de la peroxydation lipidique et des anti-oxydations. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES



### K

- Kabran, G. R. M., Mamyrbekova-Bekro, J. A., Pirat, J.-L., Bekro, Y.-A., Sommerer, N., Verbaere, A., & Meudec, E. (2014). Identification de composés phénoliques extraits de deux plantes de la pharmacopée ivoirienne. *Journal de La Société Ouest-Africaine de Chimie*, 038, 57–63.
- Kabre, E., Hien, H., Karene, H., Kabore, C. S., Meda, N.-I. S. D., Sourabie, B. P. O., Yakoro, A., Somda, A. B., Kangambega, T. M. O., & Compaore, M. K. A. (2021). Évaluation de la teneur en vitamine A et de l'indice de peroxyde des huiles végétales couramment vendues dans les marchés au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(6), 2366–2379.
- Khalid, M. A. A. (2017). Introductory Chapter: Historical and Newest Perspectives. *Redox: Principles and Advanced Applications*, 1.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- Koechlin-Ramonatxo, C. (2006). Oxygène, stress oxydant et suppléments antioxydants ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 20(4), 165–177.

## L

- Lachibi, M., Chehat, F., & Belhouadjeb, F. A. (2019). Les facteurs influençant le rendement oléicole: Cas de la région de Jijel du Nord-Est algérien. *OCL*, 26, 12.
- Laguna, O. (2019). Valorisation des composés phénoliques des tourteaux de colza et tournesol: Du fractionnement des matières premières vers la synthèse de molécules multifonctionnelles. Université Montpellier.
- Lakache, Z., Tigrine, C., Aliboudhar, H., & Kameli, A. (2021). Composition chimique, activités anti-inflammatoire, antalgique et cytotoxique in vivo de l'extrait méthanolique des feuilles d'*Olea europaea*. *Phytothérapie*, 19(2), 83–92.
- Lakhel, R. (2011). Etude de l'effet de l'oxygène sur la physiologie et le métabolisme de la bactérie hyperthermophile anaérobie thermotoga maritima. Aix-Marseille 1.
- Lama-Muñoz, A., del Mar Contreras, M., Espínola, F., Moya, M., Romero, I., & Castro, E. (2020). Content of phenolic compounds and mannitol in olive leaves extracts from six Spanish cultivars: Extraction with the Soxhlet method and pressurized liquids. *Food Chemistry*, 320, 126626.
- Lamani, O., & Ilbert, H. (2016). La segmentation du marché oléicole. Quelles politiques de régulation du marché d'huile d'olive en Algérie? *New Medit*, 15(3), 19–28.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- Lanza, F. (2012). Olive: A global history. Reaktion Books.
- Laporte, J.-P., Oulebsir, R., Oumsed, T. H. (Ighil, Akbou), Chaker, S., & Brun, J.-P. (2013). Olivier (La culture de l'olivier, de l'Antiquité à la Kabylie contemporaine). Encyclopédie berbère, 35, Article 35. <https://doi.org/10.4000/encyclopedieberbere.2812>
- Les olives: Récolte, conservation et utilisation des olives. (n.d.). Binette & Jardin. Retrieved April 29, 2023, from <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-2152-olives-recolte-conservation-utilisation.html>
- Lkrik, A., Souidi, K., & Martin, P. Effet des polyphénols extraits à partir des tourteaux et feuilles de l'olivier (*Olea europaea* L) sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive.
- Lozano-Castellón, J., Vallverdú-Queralt, A., Rinaldi de Alvarenga, J. F., Illán, M., Torrado-Prat, X., & Lamuela-Raventós, R. M. (2020). Domestic sautéing with EVOO: Change in the phenolic profile. *Antioxidants*, 9(1), 77.

➤



- M'Hiri, N. (2015). Étude comparative de l'effet des méthodes d'extraction sur les phénols et l'activité antioxydante des extraits des écorces de l'orange «Maltaise demi sanguine» et exploration de l'effet inhibiteur de la corrosion de l'acier au carbone. Tunis: INAT.
- Malheiro, R., Casal, S., Baptista, P., & Pereira, J. A. (2014). How agronomic factors affects olive oil composition and quality.
- Manai, H., Mahjoub-Haddada, F., Imen, O., Trigui, A., Daoud, D., & Zarrouk, M. (2006). Variabilité de la composition de l'huile d'olive de quelques hybrides obtenus par croisements dirigés. *Olivae*, 106, 17–23.
- Manganiello, R., Pagano, M., Nucciarelli, D., Ciccoritti, R., Tomasone, R., Di Serio, M. G., Giansante, L., Del Re, P., Servili, M., & Veneziani, G. (2021). Effects of ultrasound technology on the qualitative properties of Italian extra virgin olive oil. *Foods*, 10(11), 2884.
- Marcelino, G., Hiane, P. A., Freitas, K. de C., Santana, L. F., Pott, A., Donadon, J. R., & Guimarães, R. de C. A. (2019). Effects of olive oil and its minor components on cardiovascular diseases, inflammation, and gut microbiota. *Nutrients*, 11(8), 1826.

## ***REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- Marie-Claire, & CARRIERE François. (2013). Mieux connaître l'huile d'olive.
- Masmoudi-Charfi, C., Masmoudi, M., & Ben Mechlia, N. (2011). Root distribution in young Chétoui olive trees (*Olea europaea* L.) and agronomic applications. Firenze University Press.
- Maurent, K. (2017). Synthèse de composés phénoliques de type diarylheptanoïde: Évaluation de leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. Université Paul Sabatier-Toulouse III.
- J. Mater. Environ. Sci, 5(2), 641–646.
- Meireles, M., Cortez-Ribeiro, A. C., Polck, D., Almeida-de-Souza, J., & Ferro-Lebres, V. (2023). Olive leaf tea impact on postprandial glycemia: A randomized cross-over trial. *Foods*, 12(3), 528.
- Meziani, S., Menadi, N., Haoud, K., Mehidda, H., Benattouche, Z., & Benali, M. (2021). Inhibition de l'oxydation de l'huile de Tournesol produite en Algérie par les produits de Maillard. *Nature & Technology*, 24, 72–80.
- Millman, J. F., Okamoto, S., Teruya, T., Uema, T., Ikematsu, S., Shimabukuro, M., & Masuzaki, H. (2021). Extra-virgin olive oil and the gut-brain axis: Influence on gut microbiota, mucosal immunity, and cardiometabolic and cognitive health. *Nutrition Reviews*, 79(12), 1362–1374.
- Mkacher, I. (2012). Vieillissement thermique des gaines PE et PVC de câbles électriques. Arts et Métiers ParisTech.
- Montpellier, C. (2019). L'huile d'olive: Intérêts alimentaire et cosmétique. Frédérique Grimaldi.
- Muanda, F. N. (2010). Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Université Paul Verlaine-Metz, 238.

➤



## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- Naziha, A., Mohamed, H., Soufiene, K., & Touhami, K. (2019). Effets de l'incorporation de *Stipa tenacissima* L. et les feuilles d'olivier dans l'alimentation des chèvres sur la production et la qualité du lait.



### O

- Ollivier, D., Boubault, E., Pinatel, C., Souillol, S., Guérère, M., & Artaud, J. (2004). Analyse de la fraction phénoliques des huiles d'olive vierges. *Annal Expert Forum Chem Toxicol*, 965, 169–196.
- Omar, S. H. (2010). Oleuropein in olive and its pharmacological effects. *Scientia Pharmaceutica*, 78(2), 133–154.
- Oteros, J. (2014). Modelización del ciclo fenológico reproductor del olivo (*Olea europaea* L.).
- Oteros, J. (2014). Modelización del ciclo fenológico reproductor del olivo (*Olea europaea* L.).
- Özdemir, A., & Azman, M. A. (2016). Effects of olive leaf extract and vitamin E supplementation in quail diet on some blood parameters and egg yolk fatty acids composition. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 63(1), 31–37.



### P

- Pambou-Tobi, N. (2015). Influence des conditions de friture profonde sur les propriétés physicochimiques de la banane plantain *Musa AAB* «harton»: étude du vieillissement des huiles et modélisation des transferts de matière au cours du procédé (Doctoral dissertation, Université de Lorraine; Université Marien-Ngouabi (Brazzaville)).
- Pandey, K. B., & Rizvi, S. I. (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2, 270–278.
- Plard, J. (2014). Apport de la chimiométrie et des plans d'expériences pour l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive au cours de différents processus de vieillissement. Aix-Marseille.



### Q

- Quiles, J. L., Ramirez-Tortosa, M. C., Gomez, J. A., Huertas, J. R., & Mataix, J. (2002). Role of vitamin E and phenolic compounds in the antioxidant capacity, measured by ESR, of virgin olive, olive and sunflower oils after frying. *Food Chemistry*, 76(4), 461-468.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2013). Beneficial effects of polyphenols on cardiovascular disease. *Pharmacological Research*, 68(1), 125–131.

➤



- Rapoport, H. F., Fabbri, A., & Sebastiani, L. (2016). Olive biology. *The Olive Tree Genome*, 13–25.
- Rébufa, C., & Artaud, J. (2018). Analytical Determination of Phylloquinone (Vitamin K1) in Olive Oils. Comparison with Other Vegetable Oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(6), 1700527.
- Redondo-Cuevas, L., Castellano, G., & Raikos, V. (2017). Natural antioxidants from herbs and spices improve the oxidative stability and frying performance of vegetable oils. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(11), 2422–2428.
- Rezaire, A. (2012). *Activité anti-oxydante, et caractérisation phénolique du fruit de palmier amazonien Oenocarpus bataua (patawa)* (Doctoral dissertation, Antilles-Guyane).
- Rira, M. (2019). *Les tanins hydrolysables et condensés: Une piste pour la réduction de la production du méthane entérique par les ruminants en milieu tropical*. Université Clermont Auvergne [2017-2020].
- Rizzo, V., Torri, L., Licciardello, F., Piergiovanni, L., & Muratore, G. (2014). Quality changes of extra virgin olive oil packaged in coloured polyethylene terephthalate bottles stored under different lighting conditions. *Packaging Technology and Science*, 27(6), 437–448.
- Rolland, Y. (2004). Antioxydants naturels végétaux. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 11(6), 419–424.
- Roman, O. (2012). *Mesure et prédiction de la réactivité des lipides au cours du chauffage*

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- Romani, A., Ieri, F., Urciuoli, S., Noce, A., Marrone, G., Nediani, C., & Bernini, R. (2019). Health effects of phenolic compounds found in extra-virgin olive oil, by-products, and leaf of *Olea europaea* L. *Nutrients*, 11(8), 1776.
- Rotondi, A., Morrone, L., Bertazza, G., & Neri, L. (2021). Effect of duration of olive storage on chemical and sensory quality of extra virgin olive oils. *Foods*, 10(10), 2296.

### S

- SABOT, Y. (2014). La révolution de l'huile d'olive: La fin des paradigmes.
- Şahin, S., & Bilgin, M. (2018). Olive tree (*Olea europaea* L.) leaf as a waste by-product of table olive and olive oil industry: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(4), 1271–1279.
- Saillard, M. (2014). Les effets «santé» de l'huile d'olive. *OCL*, 21(5), D510.
- Sainlaud, C. (2021). Caractérisation du vieillissement de matrices alimentaires enrichies à base lipidique. Etude de l'évolution de leurs propriétés texturales au cours du temps. Normandie Université.
- Sais, H. A., Fethallah, R., & Fahas, M. (2020). Les exploitations oléicoles en Algérie ; quelle performance économique ?

### T

- TAMENDJARI, A., SAHNOUNE, M., METTOUCHI, S., & ANGEROSA, F. (2019). algériennes: Chemlal, Azzeradj et Bouchouk.
- tamezgha. (n.d.). ξ ξ ξ ξ ξ ξ ξ ξ [Tumblr]. Tumblr. Retrieved April 29, 2023, from <https://tamezgha.tumblr.com/post/116206668720/r%C3%A9colte-et-broyage-des-olives-en-kabylie-pour>
- Tanouti, K., Serghini-Caid, H., Chaieb, E., Benali, A., Harkous, M., & Elamrani, A. (2011). Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. *Les Technologies de Laboratoire*, 6(22).
- Tao, H., Cui, B., Zhang, H., Bekhit, A. E.-D., & Lu, F. (2019). Identification and

characterization of flavonoids compounds in cassava leaves (*Manihot esculenta* Crantz)

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- by HPLC/FTICR-MS. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 1134–1145. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1626879>
- Torres, N., Guevara-Cruz, M., Velázquez-Villegas, L. A., & Tovar, A. R. (2015). Nutrition and atherosclerosis. *Archives of Medical Research*, 46(5), 408–426.
- Un savoir-faire ancestral l’Huile d’olive de Corse, produit identitaire par excellence. (n.d.). Retrieved April 29, 2023, from [https://www.oliudicorsica.fr/un-savoir-faire-ancestral\\_13](https://www.oliudicorsica.fr/un-savoir-faire-ancestral_13)

### V

- Valta, K., Aggeli, E., Papadaskalopoulou, C., Panaretou, V., Sotiropoulos, A., Malamis, D., Moustakas, K., & Haralambous, K.-J. (2015). Adding value to olive oil production through waste and wastewater treatment and valorisation: The case of Greece. *Waste and Biomass Valorization*, 6, 913–925.
- Veillet, S. (2010a). Enrichissement nutritionnel de l’huile d’olive: Entre Tradition et Innovation.
- Veillet, S. (2010b). Enrichissement nutritionnel de l’huile d’olive: Entre Tradition et Innovation.
- Verdu, C. (2013). Cartographie génétique des composés phénoliques de la pomme. Université d’Angers.
- Vogel, P., Machado, I. K., Garavaglia, J., Zani, V. T., de Souza, D., & Dal Bosco, S. M. (2015). Polyphenols benefits of olive leaf (*Olea europaea* L) to human health. *Nutrición Hospitalaria*, 31(3), 1427–1433.

### W

- Wetzel, A. (2021). La résolution de l’inflammation comme approche thérapeutique innovante contre le cancer. Université Bourgogne Franche-Comté.

### Z

- Zaroual, H., Boughattas, F., & Karoui, R. (2019). Traditional Foods in Maghreb: Production and Research Progress. *Traditional Foods: History, Preparation, Processing and Safety*, 51–113.

## ***REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- Ziane, N. (2018). Contribution à l'étude de l'activité hypoglycémiant des extraits de pistacia atlantica desf de la réserve nationale d'El-Mergueb M'sila-Algérie.
- Zongo, W. M. (2009). Etudes de l'oxydation des huiles de poisson microencapsulées par DSC sous pression. Haute Ecole d'Ingénierie.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

### Les sites internet :

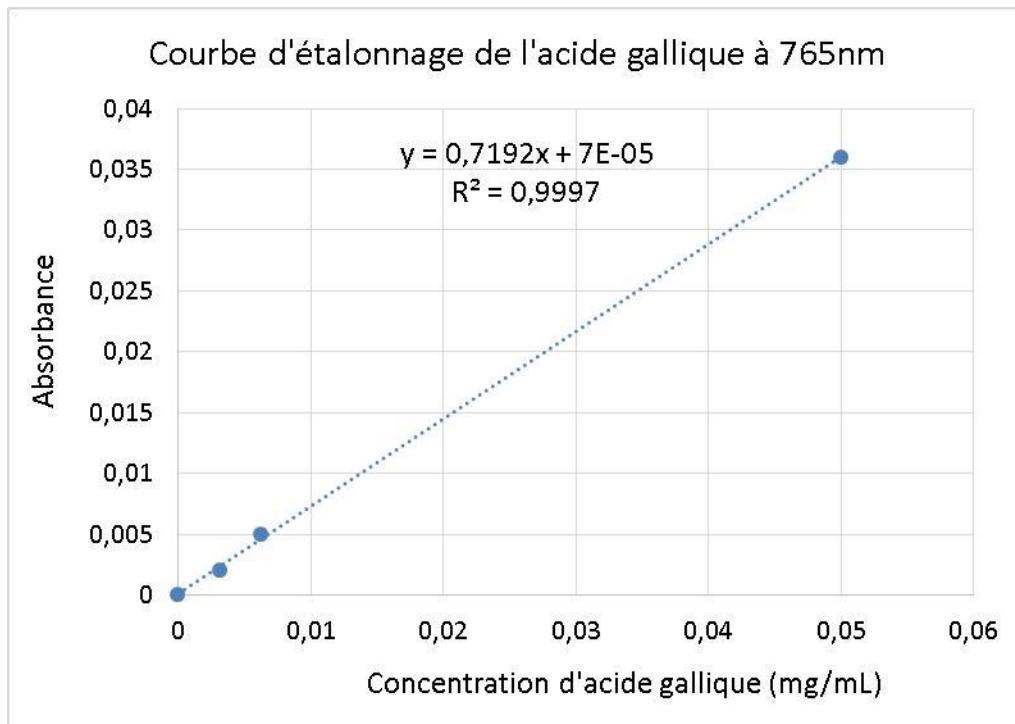
- ◆ Anonyme 1: <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/544057> ( consultez le)
- ◆ Anonyme 2: <https://agronomie.info/fr/oleiculture-en-algerie/> ( consultez le)
- ◆ Anonyme3:<https://fr.wikipedia.org/wiki/Olivierhttps://www.futura-sciences.com/planete/definitions/botanique-olivier-8064/> ( consultez le)
- ◆ Anonyme4 : [https://www.lepoint.fr/editos-du-point/anne-jeanblanc/special-phytotherapie-l-olivier-pour-que-le-coeur-batte-en-paix-23-07-2013-1707471\\_57.php#11](https://www.lepoint.fr/editos-du-point/anne-jeanblanc/special-phytotherapie-l-olivier-pour-que-le-coeur-batte-en-paix-23-07-2013-1707471_57.php#11) ( consultez le)
- ◆ Anonyme5 : <https://topdestinationsalgerie.com/la-cueillette-dolives-dans-la-grande-kabylie-un-savoir-ancestral/> ( consultez le)
- ◆ Anonyme 6 : <http://www.olivmecatu.com/Machine-de-r%C3%a9colte-%C3%A0-partir-de-larbre/> ( consultez le)
- ◆ Anonyme 7 : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:R%C3%a9ception\\_des\\_olives.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:R%C3%a9ception_des_olives.jpg) ( consultez le)
- ◆ Anonyme 8 : [https://www.researchgate.net/figure/Differents-modes-de-stockage-des-olives-dans-les-huileries-Tunisiennes\\_fig6\\_287791856](https://www.researchgate.net/figure/Differents-modes-de-stockage-des-olives-dans-les-huileries-Tunisiennes_fig6_287791856) ( consultez le)
- ◆ Anonyme9 : <https://www.oliviers-co.com/production>,
- ◆ <https://docplayer.fr/133251484-Effeuillage-et-lavage.html> ( consultez le)
- ◆ Anonyme10:<http://carnetnomade.canalblog.com/archives/2014/11/19/30991645.html>,  
<http://transenprovence.over-blog.com/article-les-moulins-a-huile-63817613.html> ( consultez le)
- ◆ Anonyme 11: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Scourtin> ( consultez le)
- ◆ Anonyme12:<https://www.alziari.com.fr/conservation-huile> ( consultez le)
- ◆ Anonyme13:<https://www.alamyimages.fr/photos-images/production-d'huile-d'olive.html?Imgt=8&sortBy=relevant> ( consultez le)

## ***REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- Anonyme14 : <https://moulinolivette.pagesperso-orange.fr/Moulin%202.htm>
- Anonyme 15: [Comment bien conserver votre huile d'olive ? - La maison de l'huile d'olive \(lamaisondelhuiledolive.com\)](#)
- Anonyme 16 : [Fiche explicative de la leçon : Rouille | Nagwa](#)
- Anonyme17: [Ueb-agroal - \(agrocampus-ouest.fr\)](#)
- Anonyme 18: [Antioxydants : définition, bienfaits, aliments \(doctissimo.fr\)](#)

# *Annexes*

**Annexe 1:** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique à 765nm.**Annexe 2:** Critères de qualité des huiles d'olive (COI 209) :

	<b>Huile d'olive extra vierge</b>	<b>Huile d'olive vierge</b>	<b>Huile d'olive vierge courante</b>	<b>Huile d'olive vierge lampante</b>
<b>Acidité libre en % d'acide oléique</b>	≤0,8	≤2,0	≤3,3	3,3
<b>Indice de peroxyde en Meq d'oxygène / kg d'huile</b>	≤20,0	≤20,0	≤20,0	Non limité
<b>Absorbance dans l'ultraviolet à 270nm</b>	≤0,22	≤0,25	0,30	
<b>Absorbance dans l'ultraviolet à 232nm</b>	≤2,50	≤2,60		

**Annexe 3** : Préparation de solution de de KOH à 0.1N :

- Masse molaire de KOH= 56,1g
- Masse équivalente de KOH=  $56,1/1=56,1\text{g}/\text{éq}$
- Donc : 56,1g de KOH dans 1L d'eau=1N
- 5,61g de KOH dans 1L d'eau =0.1N
- Préparer 250mL :  $5,61/4= 1,4\text{g}$  dans l'eau, à compléter jusqu'à 250mL.

**Annexe 4** : Préparation des solutions :

1- **Empois d'amidon** : 1g d'amidon (maizina) dans 100mL d'eau tiède.

2- **Solution de thiosulfate de sodium (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) à 0.01 N** : dissoudre 2,48g de (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dans l'eau, à compléter jusqu'à 1L. Pour 250mL : 6,2g.

3- **Solution d'Iodure de potassium saturé** : dissoudre 14g d'iodure de potassium dans 10mL d'eau D)

## Résumé

Le présent travail se penche sur l'évaluation de l'effet antioxydant des feuilles d'olivier sur l'huile d'olive, après friture.

L'étude a été réalisée avec une série d'expériences sur des échantillons de l'huile d'olive incorporées avec de la poudre des feuilles d'olivier, en différentes constructions (50g/L, 100g/L, 150g/L), avant et après le processus de la friture.

Les résultats indiquent que les composés phénoliques des feuilles d'olivier n'ont pas un effet significatif sur l'acidité de l'huile, mais ils permettent d'améliorer la qualité de l'huile d'olive pour la friture, en agissant significativement sur d'autres paramètres étudiés (indice de peroxyde, indice d'iode, paramètres d'extinction spécifiques K232 et K270)

Ces résultats peuvent être des bonnes pistes pour les chercheurs et l'industrie agroalimentaires, avec les perspectives de recherche proposés

**Mots clés :** Huile d'olive, feuilles d'olivier, friture, oxydation thermique, polyphénols, antioxydant.

## Abstract

The present work focuses on the evaluation of the antioxidant effect of olive leaves on olive oil, after frying.

The study was carried out with a series of experiments on samples of olive oil incorporated with olive leaf powder, in different constructions (50g/L, 100g/L, 150g/L), before and after the frying process.

The results indicate that the phenolic compounds of olive leaves do not have a significant effect on the acidity of the oil, but they help improve the quality of olive oil for frying, acting significantly on other parameters studied (peroxide index, iodine index, specific extinction parameters K232 and K270)

These results can be good leads for researchers and the agri-food industries, with the proposed research perspectives

**Key words:** Olive oil, olive leaves, frying, thermal oxidation, polyphenols, antioxidant.