

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université A. Mira De Bejaia**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département de Microbiologie**  
**Spécialité Biotechnologie Microbienne**  
Réf :.....



**Mémoire de fin de cycle**  
**En vue l'obtention du diplôme**  
**MASTER**

*Thème*

**Elaboration d'une mayonnaise additionnée  
d'huile d'olive.**

Présenté par :

**DJERMOUNE Yousra**

**DJOUADI Romaiassa**

Soutenu le : 17 Juillet 2022

Devant le jury composé de :

**Mme. DJINNI Ibtissam**

**Mme. IDRES KERAMANE Badria**

**Mme. LAINCER MERDJANE Firdousse**

**MR. TIDJET Boubkeur**

**MCA**

**MCB**

**MCA**

**Ingénieur**

**Président**

**Examineur**

**Promotrice**

**Co-promoteur**

**Année Universitaire : 2021/2022**

# *Remerciement*

*Nous rendons grâce à Dieu le tout puissant,  
Le courage et la patience qu'il nous a accordée pour mener à bien notre  
travail.*

*Nous remercions profondément notre promotrice **Mme MOURDJAN  
LAINCER F** pour avoir accepté de nous encadrer tout le long de ce travail,  
en nous faisant bénéficier de ses connaissances, ainsi que pour son aide, ses  
critiques constructives, sa disponibilité, son suivi, ses conseils et orientations  
et son soutien en âme dynamique.*

*Recevez madame nos sentiments de respect et de gratitude.*

*Nous tenons à remercier **MR TIDJET B**, notre co-encadreur pour son aide,  
ses conseils et son orientation durant la réalisation de notre travail à  
**CEVITAL***

*Nous remercions très chaleureusement les membres de jury, à savoir :  
**Mme DJINNI I**, de nous avoir consacré de son temps en nous faisant  
l'honneur d'accepter de présider le jury ;  
**Mme IDRES KERAMANE B**, pour nous avoir fait l'honneur d'accepter  
d'examiner notre travail.*

*Nos sincères remerciements s'adressent à **Mme OUATAH S** responsable du  
laboratoire de l'unité **CEVITAL Tchina El kseur** et **MR HADJAL. S**  
Directeur du laboratoire de recherche et développement du complexe  
agroalimentaire **CEVITAL Bejaïa** pour l'aide qu'ils nous ont apportée, leurs  
orientations et conseils qui ont été très objectifs et pour leurs simplicité avec  
nous.*

*Nous adressons nos vifs remerciements à **MR OUATMANI. T**, **Mme  
MEKHLOUFI S**, **Mme .L**, et toutes les équipes des laboratoires l'unité **El-kseur**  
et des laboratoires de recherche et du développement, microbiologie et  
physicochimique.*

*A tous les enseignants qui ont donnés un plus et un sens durant notre  
parcours pour qu'on puisse suivre le bon chemin, on assurant notre réussite.*

*Enfin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué  
de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# Dédicace

*Avec l'expression de ma grande reconnaissance, je dédie ce modeste travail :*

*D'abord à ma famille qui m'a dotée d'une éducation digne, son amour a fait de moi la femme que je suis aujourd'hui.*

*Particulièrement à **ma mère** celle qui m'a toujours épaulé pour que je puisse atteindre mes objectifs. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. J'espère que tu parviendras vite à retrouver la santé. Que dieu te guérisse et longue vie.*

*A **mon cher père** qui a toujours été à mes coté pour me soutenir et m'encourager, que ce travail reflète mon affection et la confiance qu'il m'accorde, et le goût à l'effort qu'il a suscité en moi, de par sa rigueur.*

*A mes chers frères **Mohend** et **Abdelkrim** qui n'ont cessé de m'encourager tout au long de mes études. Puisse l'amour et la fraternité nous unir à jamais.*

*A ma chère **copine** et **binôme**, pour le soutien et l'aide et surtout la patience qu'elle m'a apportée, je te souhaite la réussite dans ta vie.*

*Que ce travail traduise ma gratitude et mon affection et mon grand amour. J'ai de la chance de vous avoir. Que dieu vous garde.*



*Yusra*

# Dédicace

*J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail à :*

*A mes très chers parents*

*Aucun mot ne saurait exprimer mon amour, mon respect, mon affection et ma considération pour vous papa et maman, pour tous les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et moi bien-être.*

*J'espère être la hauteur de ce que vous m'avez inculqué, tout en sachant que tout ce je pourrai faire ne peut égaler ce que vous m'avez donnée.  
Que dieu. Le tout puissant, vous garde et vous procure bonheur et santé.*

*A mes chères sœurs KENZA, AJA et MALAK*

*Pour l'amour qu'elles me réservent, que ce travail soit pour elles un exemple à suivre et elles incite à mieux faire.  
Je leurs souhaite une vie pleine du bonheur et de succès,*

*A mon cher fiancé "LAID DJAMA"*

*Qu'était mon bon assistant tout au long de mes études, il m'a encouragé et m'a soutenue jusqu'au dernier point. Que dieu le préserve et paie ses pas.  
Et sans oublié ma belle-famille.*

*A mes grands parents*

*A mes très chers oncles et tantes et leurs familles*

*A mes meilleures amies*

*Kenza, Nivín, Ferial, Katia, Thiziri.*

*En témoignage de l'amitié que nous unis et les souvenir que nous avons vécus ensemble.  
Je vous souhaite une vie plaine de joie et bonheur.*

*A ma chère sœur et binôme "YOUSRA"*

*Pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

*A toutes les étudiantes de la promotion de biotechnologie microbienne 2022.*



*Romaissa*

## *Liste des tableaux*

---

<b>Tableau I:</b> Différentes catégories des huiles d'olive et leurs critères de qualité.....	4
<b>Tableau II :</b> Analyses microbiologiques effectués sur la mayonnaise.....	28
<b>Tableau III :</b> Acidité en pourcentage d'acide oléique.....	30
<b>Tableau IV :</b> Indice de peroxyde en meq d'O <sub>2</sub> / kg.....	31
<b>Tableau V :</b> Valeurs d'extinctions spécifiques en UV à 232 et 270nm.....	32
<b>Tableau VI :</b> résultats de la viscosité en CP.....	33
<b>Tableau VII:</b> Evaluation de l'activité antioxydante des extraits phénoliques.....	35
<b>Tableau VIII :</b> Composition de l'échantillon étudié en acides gras totaux.....	38
<b>Tableau IX :</b> Résultats d'analyses microbiologique de l'extrait phénolique.....	41
<b>Tableau X :</b> Caractéristiques physico-chimiques des mayonnaises Élaborée et Standard.....	44
<b>Tableau XI :</b> Résultats d'analyse physico-chimique des trois mayonnaises.....	44

## *Liste des figures*

---

<b>Figure 01:</b> Schéma simplifié d'une installation discontinue (batch) de fabrication de sauce.	12
<b>Figure 02:</b> schéma simplifié d'une installation en continu.....	13
<b>Figure 03:</b> les différentes huiles d'olive extra vierge utilisée.....	15
<b>Figure 04 :</b> Les ingrédients utilisés dans la préparation de la mayonnaise.....	16
<b>Figure 05:</b> Le Stephan utilisée dans la préparation de la mayonnaise à l'échelle pilote.....	17
<b>Figure 06 :</b> Méthodes de micro-dilution sur bouillon.....	23
<b>Figure 07 :</b> Les résultats obtenus pour le dosage des pigments.....	34
<b>Figure 08 :</b> Dosage des poly- phénols totaux.....	36
<b>Figure 09 :</b> Stabilité oxydative.....	37
<b>Figure 10 :</b> Composition de l'échantillon étudié en acides gras totaux.....	39
<b>Figure 11 :</b> Composition de l'échantillon étudié en tocophérol.....	40
<b>Figure 12 :</b> Résultats d'analyse sensorielle des trois mayonnaises codées.....	44
<b>Figure 13 :</b> Résultats de suivi des paramètres physico-chimique des trois mayonnaises pendant 30 jours.....	45
<b>Figure 14 :</b> Résultats d'analyse microbiologique réalisée durant la période d'incubation.....	46

# Liste des abréviations

---

**A%** : Acidité.

**Abs** : absorbance.

**AG** : Acides gras.

**AGMI** : Acide gras mono-insaturé

**AGPI** : Acide gras polyinsaturé.

**AGS** : Acide gras saturé.

**ANOVA** : Analyse de la variance.

**CMI** : Concentration minimale inhibitrice.

**COI** : Conseil Oléicole International.

**CPG** : Chromatographie en phase gazeuse.

**DPPH**: 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle.

**EDTA** : éthylène-diamine-tétra-acétate.

**ES** : Extrait sec.

**FID** : détecteur à ionisation de flamme.

**GMP** : Good Manufacturing Practices.

**HO**: Huiled'Olive.

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

**HPLC** : Chromatographie en phase liquide à haute performance.

**IC50** : Concentration de l'extrait inhibant 50% du radical.

**IP** : Indice de peroxyde.

**ISO** : Organisation Internationale de Standardisation.

**meq d'O<sub>2</sub> /Kg** : Milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme.

**mg d'E.A.G/Kg** : Milligramme d'équivalent acide gallique par gramme d'extrait.

**MHO**: Mayonnaise à l'huile d'olive.

**MI** : mayonnaise industriel.

# Sommaire

---

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction .....01

## *Chapitre I : Synthèse bibliographique*

---

I. L'huile d'olive .....	3
I.1. Définition de l'huile d'olive :.....	3
I.2 Dénomination de l'huile d'olive :.....	3
I.3 La classification de l'huile d'olive :.....	3
I.4 La composition de l'huile d'olive : .....	5
I.4.1 Facteur majeur .....	5
a. Les triglycérides.....	6
b. Les acides gras.....	6
I.4.2 Facteur mineur.....	6
a. Les composés phénoliques.....	6
b. Pigments.....	7
c. Tocophérols.....	8
d. Stérols.....	8
e. Les composés volatils .....	9
f. Les hydrocarbures .....	9
II. Généralités sur la mayonnaise .....	10
II.1 Définition.....	10
II.2 Ingrédients de base de la mayonnaise .....	10
II.3 Processus de production de la mayonnaise.....	12
II.4 Oxydation des lipides .....	14
II.4.1 Définition :.....	14



II.4.2 Etapes d'oxydation .....	14
---------------------------------	----

## *Chapitre II : Matériels et méthode*

---

I. Préparation des échantillons .....	15
I.1. Les échantillons d'huiles d'olive .....	15
I.2. Echantillons de mayonnaise .....	16
II. Analyses réalisées sur les huiles d'olives .....	17
II.1. Détermination des indices de qualité de l'huile d'olive .....	17
II.2. Dosages des pigments .....	19
II.3. Evaluation de la stabilité oxydative des huiles .....	19
II.4. Extraction des composés phénolique .....	20
III. Analyses réalisées sur l'huile sélectionnée .....	21
III.1. Dosage des tocophérols .....	21
III.2. Dosage et détermination de profil en acide gras .....	21
III.3. Evaluation de l'activité antibactérienne des huiles d'olive .....	22
IV. Analyse de la mayonnaise .....	24
IV.1. Analyse physico-chimique de la mayonnaise .....	24
IV.2. Analyse microbiologique de la mayonnaise .....	27
IV.4. Test de vieillissement accéléré : .....	28
IV.5. Analyse sensorielle .....	29
V. Etude statistique .....	29

## *Chapitre III: Résultats et discussion*

---

I.2. Dosages des pigments .....	33
I.3. Evaluation de l'activité anti-oxydante des extraits phénoliques .....	35
I.4. La stabilité oxydative des huiles .....	36
I.5. Composition en acide gras .....	38
I.7. Activité anti-oxydante de la fraction hydrophile .....	41
I.8. Evaluation de l'activité anti-bactérienne des huiles d'olive .....	41
II. Résultats d'analyses réalisées sur la mayonnaise .....	42
II.1. Analyse physico-chimique de la mayonnaise .....	42

II.3. Analyse microbiologique .....	43
II.4. Analyse sensorielle .....	44

**Conclusion**

**Références bibliographiques**

**Annexes**

**Résumé**

# *Introduction*

L'olivier (*Olea europaea* L.) est l'une des cultures fruitières les plus importantes dans le bassin méditerranéen tant par le nombre de variétés cultivées que par l'importance sociale et économique de sa culture et de son rôle environnemental (**Loumou and Giourga, 2003**).

La culture de l'olivier en Algérie date de la plus haute antiquité, ses produits ont été l'une des activités fondatrices économiques essentielles des populations rurales et la culture a été largement gérée par les systèmes agricoles traditionnels (**Oulebsir, 2008**). À l'heure actuelle, la filière oléicole occupe 389 000 ha, soit 2,30% de la superficie agricole utile totale avec près de 43% de l'assiette arboricole nationale et ne participe qu'avec 1,2% de la production oléicole mondiale contre 75,4% pour la communauté européenne et 23,4% pour le reste du monde.

L'olivier se caractérise par un fruit, l'olive, à partir duquel on extrait de l'huile, qui est considérée comme étant un composant essentiel du régime méditerranéen. Cette huile possède une composition nutritionnelle équilibrée en acides gras monoinsaturés dominée par l'acide oléique (**Rossel, 2001**). La présence de composés phénoliques et d'autres antioxydants particuliers confèrent à cette huile une stabilité contre l'oxydation avec une couleur et une saveur la distinguant des autres huiles (**Boskou, 1996**).

La mayonnaise est une sauce très appréciée chez les consommateurs. La couleur de la mayonnaise est généralement jaune pâle parfois blanche, avec une consistance variable. Traditionnellement, la mayonnaise est un produit alimentaire émulsifié, semi-solide, à faible pH, contenant 70 à 80% de matières grasses. C'est un mélange d'huile végétale, de jaune d'œuf, de vinaigre, de sucre et d'épices (**Raikos et al., 2016**). En raison de la teneur élevée en matières grasses, l'oxydation interfaciale dans la mayonnaise entrave sa stabilité durant le stockage (**Calligaris et al., 2007**). L'oxydation interfaciale dans la mayonnaise est un problème sérieux, qui se produit en raison de l'incorporation de l'air dans l'émulsion pendant le mélange des ingrédients. Dans les systèmes multiphasés, le processus d'oxydation est influencé par différents facteurs comme la composition des acides gras, la taille des gouttelettes (**Alizadeh et al., 2019 ; Kishk et al., 2013**). Ces composés indésirables produits par l'oxydation des lipides détériorent la qualité de la mayonnaise en dégradant l'arôme et la couleur, la texture et la saveur. La qualité nutritionnelle de la mayonnaise est également réduite en raison de l'oxydation des lipides.

Deux types d'antioxydants (synthétiques et naturels) sont appliqués à l'échelle industrielle pour contrôler l'oxydation et la dégradation des lipides. L'utilisation d'antioxydants synthétiques a débuté au 20ème siècle pour contrôler l'oxydation des graisses insaturées à l'échelle industrielle (**Eshghi et al., 2014**). Les antioxydants synthétiques sont plus économiques que les antioxydants naturels mais ils sont thermiquement instables, volatils et peuvent avoir un impact négatif sur la santé (**Alizadeh et al., 2019**).

C'est dans cette optique, que s'inscrit notre travail, ayant pour objectif, l'étude de l'impact d'incorporation de l'huile d'olive à deux concentrations sur la qualité physico chimique et microbiologique de la mayonnaise Fleurial. Ce travail est structuré en deux parties importantes:

- La première partie est consacrée à des recherches bibliographiques mettant l'accent sur des généralités sur l'huile d'olive ainsi que l'étude de la mayonnaise.
- La deuxième partie présentera la partie pratique englobant la méthodologie, suivie aussi que les résultats obtenus et leurs discussions.

Et enfin, en termine par une conclusion générale et quelque perspective.

# *Synthèse bibliographique*

## I. L'huile d'olive

### I.1. Définition

L'huile d'olive est un jus de fruits de l'olivier (*Olea europaea*), elle a bien acquis une place primordiale dans le régime alimentaire méditerranéen. Elle est très connue par ses vertus et ses effets bénéfiques sur la santé humaine (**Seçmeler et Galanakis, 2019**). Selon la définition de Conseil Oléicole international (**COI, 2019**) huile d'olive est obtenue uniquement à partir d'une extraction mécanique et physique du fruit de l'olivier (*Olea europaea L.*), excluant les huiles obtenues par solvant ou par des procédés de resté réification et tout mélange avec des huiles d'autres nature. Huile d'olive ne subit aucune étape de raffinage ni de transformation chimique. Elle se caractérise par son parfum délicat et unique (**Muzammil et al., 2021**).

### I.2 Dénomination

Les dénominations de vente de l'huile d'olive font l'objet d'une réglementation Européenne selon une méthodologie définie par le **COI (2016)**. Elle comporte à la fois des analyses physico- chimiques visant à évaluer la qualité des matières premières et la fraîcheur des produits ainsi qu'une dégustation par un jury d'experts. L'huile d'olive est le seul produit alimentaire pour lequel l'évaluation organoleptique est prise en compte pour déterminer sa classification (**De Alzaa, 2018**).

### I.3 Classification

Selon le conseil oléicole international (2019), la qualité de l'huile d'olive peut être définie en s'appuyant sur des paramètres tels que la teneur en acides gras libres (A%), l'indice de peroxyde (IP), les coefficients d'extinction spécifique UV (K232 et K270) et la note sensorielle (**Gharbi et al., 2015**).

En outre, l'huile d'olive est classée en différentes catégories commerciales en se basant notamment sur la quantité d'acides gras libres. Les principales classes d'huile d'olive vierge sont définies dans le **tableau I**.

**Tableau I:** Différentes catégories des huiles d'olive et leurs critères de qualité (COI, 2019).

Catégories d'huile d'olive	Acidité %	Indice de peroxyde (Meq O <sub>2</sub> /Kg)	Extinction spécifique dans l'UV		Teneur en eau et en matière volatiles % m/m	Caractéristiques* organoleptiques	
			270 nm	232 nm		*Médiane de défaut	Médiane du critère fruité
Huile d'olive vierge extra	≤ 0,8	≤ 20	≤ 0,22	≤ 2,5	≤ 0,2	Me = 0	> 0
Huile d'olive vierge fine	≤ 2,0	≤ 20	≤ 0,25	≤ 2,6	≤ 0,2	0 < Me ≤ 3,5	> 0
Huile d'olive vierge courante	≤ 3,3	≤ 20	≤ 0,30	-	≤ 0,2	3,5 < Me ≤ 6	-
Huile d'olive vierge lampante	> 3,3	Non limité	-	-	≤ 0,3	Me > 6	-
Huile d'olive raffinée	≤ 0,3	≤ 5	≤ 1,10	-	≤ 0,1	-	-

### I.3.1. Huile d'olive vierge extra

C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,8g pour 100g (COI, 2017) et dont les autres paramètres, correspondent à celles fixées pour ces catégories.

### I.3.2. Huile d'olive vierge

C'est une huile d'olive vierge mais sans le qualificatif "Extra", dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum 2 g pour 100g (COI, 2017) et dont les caractéristiques organoleptiques et les autres paramètres respectent les normes fixées pour cette catégorie.

### I.3.3. Huile d'olive vierge courante

Ce sont des huiles d'olive un peu dégradés mais qui restent propres à la consommation dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum 3,3 grammes pour 100 grammes et les autres paramètres de qualité suivent la norme établie pour cette catégorie (Codex, 1981 ; COI, 2017).



## I.3.4. Huile d'olive vierge Lampante

C'est une huile qui a subi une forte dégradation, dénommée huile d'olive vierge lampante en se référant aux huiles de lampe. C'est une huile non conforme en termes de qualité et de pureté et non propre à la consommation. Elle est obtenue soit par un raffinage partiel ou total (huile de grignon d'olive). L'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3 g pour 100 g, cette huile est destinée aux industries du raffinage ou des usages techniques (COI, 2013).

## I.3.5. Huile d'olive raffinée

C'est une huile d'olive obtenue des huiles d'olive vierges par des technique de raffinage qui permet de garder la structure initiale glycéridique (COI, 2013), dont l'acidité libre ne peut être supérieure à 0,3g pour 100g d'huile et dont les autres caractéristiques sont conformes à celles prévues pour cette catégorie(codex, 1981 ; COI, 2017).

## I.4. Composition

L'huile d'olive est considérée comme une source de matière grasse naturelle, saine et équilibrée. En plus de son apport énergétique élevé dans l'alimentation, l'huile extraite du fruit de l'olivier est très riche en composés naturels et bioactifs offrant une multitude de bienfaits pour le corps humain (Piroddi *et al.*, 2017). La composition majeure et mineure de l'huile d'olive est détaillée dans la partie suivante :

### I.4.1.Facteur majeur

#### I.4.1.1. Les triglycérides

Les triglycérides sont des triesters d'acides gras et de glycérol, ils constituent environ 98% de l'huile d'olive dont la majorité se présente sous forme de trioléine (40 à 59 % de triglycérides totaux) (Boskou, 2006; Lopez *et al.*, 2014). Les triglycérides sont fondamentalement responsables des propriétés physicochimiques de l'huile.

### I.4.1.2. Les acides gras

Les acides gras appartiennent à la famille des lipides et qui sont de longues chaînes carbonées, linéaires avec une extrémité carboxylique (COOH) (Tanouti *et al.*, 2010). L'huile d'olive se compose principalement d'acides gras mono-insaturés (72 %), 14 % d'acides gras polyinsaturés et 14 % d'acides gras saturés (Harwood et Aparicio, 2000). Le Conseil Oléicole International a fixé des valeurs pour les teneurs en acides gras dans l'huile d'olive.

#### a) Les acides gras saturés (AGS)

Les acides gras saturés ne contiennent pas de doubles liaisons ou d'autres groupements fonctionnels le long de la chaîne carbonée, qui est complètement saturée avec des atomes d'hydrogène. Les principaux acides gras saturés sont les acides palmitiques (16:0) et stéariques (18:0) (Lopez *et al.*, 2014).

#### b) Les acides gras mono insaturés (AGMI)

Les acides gras mono insaturés contiennent une paire d'atomes de carbone liés par une double liaison. Selon (Schwingshackl et Hoffmann, 2012 ; Borges *et al.*, 2017) les acides gras constituent 65,2 à 80,8% de la fraction lipidique de l'huile d'olive est représenté par :

-Acide oléique (CH<sub>3</sub> - (CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub> - CH = CH - (CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub> - COOH) qui représente plus de la moitié de la portion totale de triacylglycérol trouvés dans l'huile d'olive extra vierge (Gavahian *et al.*, 2019), il est un facteur important du profil nutritionnel des huiles d'olive. De plus, l'acide oléique est moins sensible à l'oxydation, ayant un rôle important en termes de contribution à la stabilité (Demirag et Konuskan, 2021).

-Acide palmitoléique CH<sub>3</sub> - (CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub> - CH = CH - (CH<sub>2</sub>)<sub>15</sub> - COOH

D'autres monoacylglycérols ont été identifiés dans l'huile d'olive extra vierge à des concentrations de 1 à 2,8% (Alu'datt *et al.*, 2017).

#### c) Les acides gras polyinsaturés (AGPI)

Les acides gras polyinsaturés sont des acides gras qui contiennent plusieurs doubles liaisons, ils représentent 7 à 13 % (selon les productions) de la teneur en lipides de l'huile d'olive (Jacotot, 1993). Deux familles selon la place de la première double liaison sur la chaîne carbonée sont distinguées :

\*La famille des ω 6 où l'acide linoléique (CH<sub>3</sub> - (CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub> - CH = CH - CH - CH = CH - (CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub> - COOH) est le précurseur.

\*La famille des ω3 où l'acide α- linoléique (CH<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub> - CH = CH - CH<sub>2</sub> - CH = CH - CH<sub>2</sub> - CH = CH - (CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub> - COOH) est le précurseur (Alcázar *et al.*, 2014).

---

## I.4.2. Facteur mineur

### I.4.2.1. Les composés phénoliques :

Dans l'huile d'olive, les composés phénoliques constituent 18 à 37% de la fraction insaponifiable, ils jouent un rôle très important dans leur caractérisation (**Brenes *et al.*, 1999 ; Alcázar Román R *et al.*, 2014**).

Les principales classes de phénols présents dans l'huile de l'*Olea europaea*. Var *europaea* sont les acides phénoliques, les alcools phénoliques, les lignanes, les flavonoïdes et les sécoiridoïdes. La plupart de ces composés interviennent dans la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge en tant qu'antioxydants naturels, mais également dans la détermination de saqualité organoleptique. Les polyphénols affectent fortement les propriétés sensorielles de l'huile d'olive vierge comme le goût amer et piquant typique et contribuent à sa stabilité par la lutte contre l'auto oxydation (**Alu'datt *et al.*, 2017**). La quantité de polyphénols dans l'huile d'olive vierge varie en fonction de plusieurs facteurs tels que la zone géographique, les conditions agro climatiques et le degré de maturité des fruits (**Talhaoui *et al.*, 2016**).

### I.4.2.2. Les pigments

Les pigments sont des substances colorantes. Ils sont considérés également comme des composés importants pour la conservation de la qualité d'huile d'olive, en raison de leur nature antioxydante dans l'obscurité et prooxydante à la lumière (**Oueslati *et al.*, 2009 ; Gómez-Alonso *et al.*, 2007 ; Lazzez *et al.*, 2006 ; Ben Tekaya et Hassouna, 2007**).

La couleur d'une huile d'olive s'étend du vert jaunâtre à l'or, selon la variété et le degré de la maturité du fruit. L'huile d'olive contient deux types de pigments ; les chlorophylles et les caroténoïdes (**Muzammil *et al.*, 2021**).

- *Chlorophylles*

Les chlorophylles peuvent être définies comme un complexe de coordination au magnésium de tétra-pyrroles cycliques. Les chlorophylles sont responsables de la couleur verte de l'huile d'olive, En effet, les chlorophylles sont des composés photosensibles capables de transférer l'énergie de la lumière aux radicaux libres d'oxygène qui réagissent alors avec les acides gras insaturés de l'huile (**Psomiadou et Tsimidou, 2002**). Une faible teneur en chlorophylle permet de diminuer les risques d'oxydation d'une huile.

Les chlorophylles a et b et leurs produits de dégradation (phéophytines a et b) présents dans l'huile d'olive ont un pouvoir photosensibilisateur, ce qui permet la transformation de l'oxygène atmosphérique en oxygène singul et très réactif.

- *Caroténoïdes*

Les caroténoïdes sont des substances lipophiles, issues du métabolisme lipidique secondaire. Leur présence en quantité suffisante dans l'huile permet de retarder le phénomène de la photo-oxydation et de préserver les paramètres de qualité de l'huile d'olive au cours de son stockage (**Boulfane et al., 2015 ; Castañeda-Ovando et al., 2009**).

Les carotènes, xanthophylles et lycopènes sont responsables, respectivement des colorations orange, jaune et rouge. Il y'a trois principaux caroténoïdes dont leurs consommations est très importante pour le corps humain, le  $\beta$  - carotène, la lutéine et le lycopène), constituent 80 % des apports en pigment (**McDowell, 2000**). Le taux des caroténoïdes est très variable, allant de 6,22 à 1,15 mg/kg (**Manai-Djebali et al., 2012**).

### I.4.2.3. Les tocophérols

Les tocophérols sont des composés importants de l'huile d'olive en raison de leur double action bénéfique. Les tocophérols sont des vitamines liposolubles, qui jouent un rôle important dans la stabilité oxydative de l'huile d'olive. Leur teneur dans les huiles d'olive vierges extra (HOVE) varie généralement entre 36 et 370 mg/kg, dépendant de la vérité, de la technique d'extraction, de l'origine géographique et du stade de maturité des olives (**Boskou, 2006**). L'alpha-tocophérol est le principal homologue des différentes formes de vitamine E présentes dans l'huile d'olive. Il constitue environ 95 % du total des tocophérols, les 5 % restants sont constitués principalement de formes bêta et gamma. Les delta-tocophérols sont généralement trouvés sous forme de trace.

### I.4.2.4. Les stérols

Les stérols sont des molécules complexes comportant une fonction alcool, leur quantité dans l'huile d'olive variée entre 1000 et 2000 mg/Kg d'huile, elle varie suivant la variété des olives, leur degré de maturité et plusieurs autres facteurs agronomiques et pédoclimatiques (**Boarelli et al., 2020**). Le principal stérol est le  $\beta$ - sitostérol qui représente jusqu'à 90 à 95 % de tous les stérols présents. Celui-ci est intéressant car il s'oppose à l'absorption intestinale du cholestérol alimentaire (**Demirag et Konuskan, 2021 ; Muzammil et al., 2021**). L'huile d'olive est la seule huile à contenir un taux particulièrement élevé de ce type de stérols (**Alais and Linden, 1997 ; Tsao, 2010**). D'autres phytostérols sont présents : tels que le campestérol et le stigmastérol et l'ergosterol (**Boarelli et al., 2020**).

## I.4.2.4. Les composés volatils

Ces composés sont généralement impliqués dans la qualité sensorielle, en étant associés au goût et aux arômes (positifs et négatifs) de l'huile d'olive. Elles sont réparties en différentes classes alcools, aldéhydes, cétones et esters (**Ghanbari et al., 2012**). Ils sont responsables de la perception verte et fruitée de l'huile d'olive extra vierge (**Boskou, 2006**). Selon **Veneziani et al., (2018)** la teneur en aldéhydes de l'huile d'olive, principalement représentée par la concentration de (E)-2-hexenal, est influencée par la technique d'extraction utilisée. En revanche, la teneur en alcools et en esters semble être plus affectée par l'origine génétique des cultivars d'olives et leurs activités enzymatiques spécifiques liées à la voie de la lipoxygénase.

## I.4.2.5. Les hydrocarbures

Ce sont quantitativement les principaux composants de la fraction insaponifiable. Le composant majeur est le squalène qui constitue 50 à 90 % de cette fraction (**Servili et al., 2013**). C'est un hydrocarbure polyénique dont la teneur est plus élevée que dans n'importe quelle autre huile végétale ou animale. Le squalène est un précurseur métabolique du cholestérol et autres stérols. Il y a également des hydrocarbures aromatiques, parmi lesquels plus de 77 composés, conférant à l'huile d'olive son arôme et sa saveur (**Fuentes de Mendoza et al., 2013**). Ces composés ne sont pas à sous-estimer car ils ont une incidence positive sur la digestion.

---

## II. Généralités sur la mayonnaise

### II.1.Définition

La mayonnaise est une émulsion de type huile-dans-eau constituée essentiellement d'huile de consommation d'origine végétale, de vinaigre et de jaune d'œuf comme ingrédients obligatoires (**Graille ,2003**). D'autres produits auxiliaires dont la mission est d'influencer les caractéristiques physiques et organoleptiques peuvent être ajoutés, tels que : l'eau, sucre, sel, épices, arômes et Condiments etc...

En outre les additifs suivants peuvent être utilisés : antioxydants (acide ascorbique, acétate et palmitate d'ascorbyle), émulsifiants (lécithines), épaississants (acide alginique et ses sels, pectine, agar-agar, carraghénanes etc....), exhausteurs de goût (acide glutamique et ses sels, acide inosinique et guanylique et leurs sels) (**Elketroussi, 2018**).

### II.2.Ingrédients de base

La mayonnaise est une sauce condimentaire obtenue en émulsionnant une ou plusieurs huiles alimentaires dans une phase aqueuse constituée par du vinaigre, l'émulsion huile dans l'eau étant produite en utilisant du jaune d'œuf. La mayonnaise peut contenir des ingrédients facultatifs conformément à l'entreprise (**Chikhi, 2019**).

#### II.2.1.L'huile

L'huile joue un rôle important dans les émulsions alimentaires puisqu'il contribue dans la viscosité, l'adhérence, la texture (sensation en bouche crémeuse et lisse), le pouvoir lubrifiant (glissant), l'apparence (lustre) et dans la saveur (intensité) des produits, en plus de renforcer la durée de conservation (**Ma et Boye, 2013**). L'huile est également responsable de la dissolution d'ingrédients tels que les vitamines, les colorants, les antioxydants et les tensioactifs. Il est une source majeure d'énergie et de nutriments (**Ma et Boye, 2013**).

#### II.2.2.Jaune d'œuf

Le jaune d'œuf est utilisé dans la fabrication de la mayonnaise essentiellement pour ses propriétés émulsifiantes dues au complexe lécithine (33%) /protéine (16%). Le jaune d'œuf utilisable pour la fabrication de mayonnaise peut se présenter sous différentes formes : à l'état frais, congelé, en poudre ou concentré (**Kone, 2001**).

## II.2.3. Sel

Le sel contribue à la saveur et la stabilité de la mayonnaise. Il améliore le goût de la mayonnaise et agit comme un conservateur. Comme le sel ne se dissout que dans la phase aqueuse, qui est beaucoup plus réduite que la phase huileuse, il finit par avoir une concentration élevée, ce qui entrave la croissance microbienne (Gomes *et al.*, 2017).

## II.2.4. Sucre

Le sucre contribue à la saveur de la mayonnaise et est ajouté principalement pour neutraliser la saveur du vinaigre (Widerstrom et Ohman, 2017).

## II.2.5. Vinaigre

Vinaigre joue un double rôle dans la fabrication de la mayonnaise : d'un côté il participe à la valeur gustative du produit fini et de l'autre côté, il contribue à assurer une certaine propreté microbiologique. Au besoin et selon les goûts, le jus de citron peut être utilisé à la place du vinaigre (Kone, 2001).

## II.2.6. La lécithine

La lécithine est un lipide du jaune d'œuf (30%). A cause de sa structure (tête hydrophile et queue hydrophobe), elle est considérée comme tensioactif, c'est à dire qui modifie la tension superficielle entre deux surfaces (Chikhi, 2019).

## II.2.7. Moutarde

La moutarde apporte une quantité d'eau plus importante que celle de l'huile. Par conséquent, elle permet la dispersion des micelles dans (Charreau *et al.*, 2006 ; Posada-Ayala *et al.*, 2015).

## II.2.8. Les additifs

Les additifs tels que les gommes et l'amidon sont utilisés pour stabiliser l'émulsion en augmentant la viscosité de la phase aqueuse (Kone, 2001).

### II.3 Processus de production de la mayonnaise

On distingue deux types de processus de production : discontinu et continu.

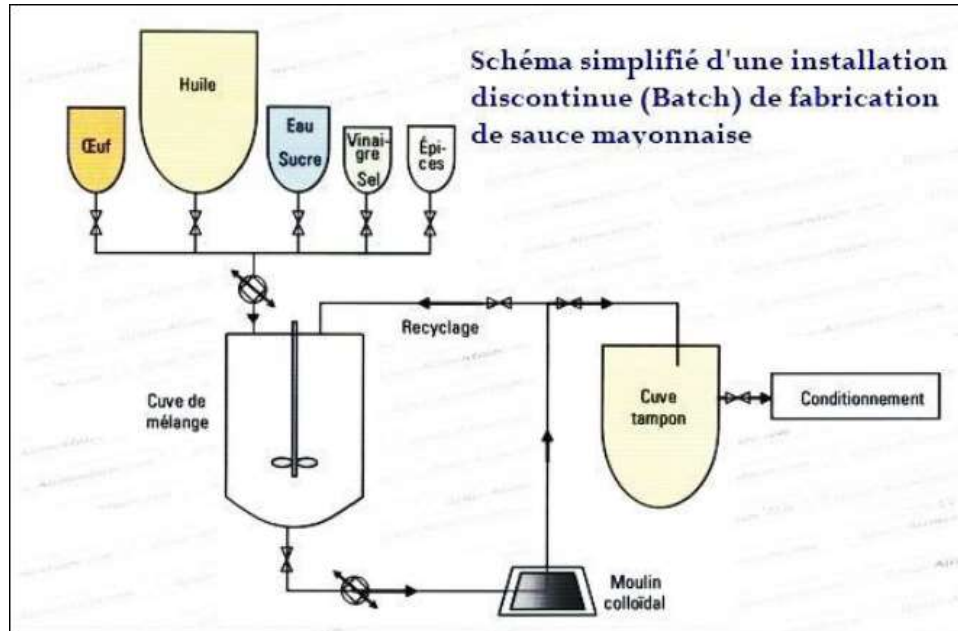


Figure 01: Schéma simplifié d'une installation discontinue (batch) de fabrication de sauce mayonnaise (Amrouche, 2019).

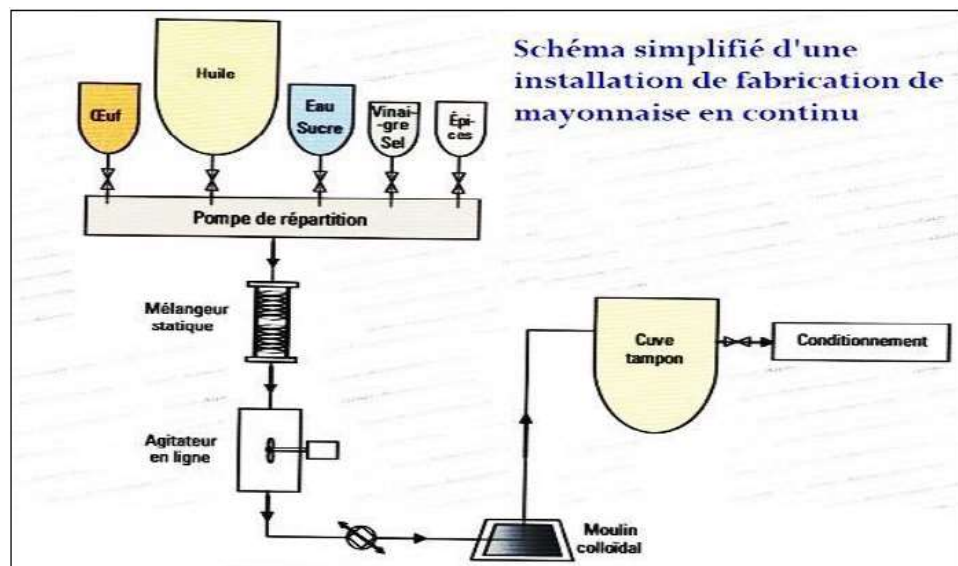


Figure 02: schéma simplifié d'une installation en continu (Amrouche, 2019).



Ces derniers peuvent être divisés en processus froids et semi-chauds. Dans le processus à froid, toutes les opérations de fabrication (mélange des ingrédients, formation d'émulsion pendant l'homogénéisation, conditionnement) sont effectuées à froid.

Les autres opérations sont semblables au processus à froid parce que l'homogénéisation nécessite une basse température pour former une émulsion stable (**Saarela et al., 2010**). Ils consistent à préparer :

- **Phase grasse**

La phase grasse est constituée de l'huile dans les proportions définies selon la recette ainsi que des auxiliaires de fabrication qui y sont solubles tels que: l'émulsifiant, les vitamines, les arômes. La préparation proprement dite de la phase grasse consiste à dissoudre les additifs dans l'huile. Le liquide limpide ainsi obtenu constitue la phase grasse complète (**Kone, 2001**).

- **Phase aqueuse**

La phase aqueuse est constituée de l'eau et du vinaigre ainsi que des additifs qui y sont solubles tels que: le sel, le sucre, les arômes, les conservateurs ...etc. Elle se déroule de la manière suivante sous vide:

- Introduire la phase aqueuse et le jaune d'œuf dans la cuve;
- Mettre en marche le broyeur colloïdal avec retour dans la cuve;
- Introduire, en petites quantités au départ, la phase huileuse ;
- Augmenter progressivement la quantité de la phase huileuse à ajouter

au fur et à mesure que l'émulsion commence à devenir visqueuse.

## II.4.Oxydation des lipides

### II.4.1. Définition

L'oxydation des lipides est une cause majeure de détérioration de la qualité de la mayonnaise. La mayonnaise est une émulsion huile dans l'eau à faible pH, constituée de trois composants différents : 70-80% d'huile (la phase dispersée), du vinaigre (la phase continue) et du jaune d'œuf comme émulsifiant à l'interface. Comme c'est le cas pour tous les aliments à forte teneur en huile, la mayonnaise est susceptible de se détériorer en raison de l'auto-oxydation des graisses insaturées contenues dans l'huile.

## II.4.2 Etapes d'oxydation

L'auto-oxydation se déroule en trois étapes :

Lors de l'étape d'initiation, une énergie externe, telle que la lumière, agit sur les molécules lipidiques insaturées ou les acides gras, en présence de catalyseurs tels que les métaux, pour générer un radical libre en perdant un atome d'hydrogène.

Lors de l'étape de propagation, l'alkyle du lipide insaturé (R-) réagit très rapidement avec l'oxygène moléculaire pour former des radicaux peroxydes. Cette étape est toujours beaucoup plus rapide que la suivante qui implique une réaction de transfert d'hydrogène avec les lipides insaturés pour former des hydroperoxydes. À ce stade, les radicaux peroxydes lipidiques (ROO-) et les hydroperoxydes (ROOH) sont les principaux produits d'oxydation. Les hydroperoxydes lipidiques se décomposent ensuite en aldéhydes, cétones, alcools, hydrocarbures, acides organiques volatils et composés époxydiques connus sous le nom de produits d'oxydation secondaire, qui sont responsables de la saveur et de l'odeur désagréables de l'huile. Les produits d'oxydation primaire et les produits d'oxydation secondaire, ainsi que les radicaux libres, constituent la base de la mesure de la détérioration oxydative des lipides alimentaires.

Dans l'étape de terminaison, les radicaux produits lors de l'étape de propagation peuvent être terminés par des auto-interactions pour former des espèces non-radicalaires non radicalaires, tels que des dimères ou trimères polaires/non polaires oxydés de lipides.

### ➤ Cas de la mayonnaise

Dans les émulsions formées d'huile et d'eau, les réactions d'oxydation des lipides sont généralement initiées à l'interface entre l'huile et l'eau, où les pro-oxydants de la phase continue sont capables d'entrer en contact étroit avec les hydroperoxydes situés à la surface des gouttelettes. L'oxydation des lipides dans la mayonnaise entraîne le développement de produits de réaction potentiellement toxiques (**Coupland et McClements, 1996**), de saveurs indésirables et diminue par conséquent la durée de conservation de la mayonnaise (**Alemán et al., 2015**). Afin de s'attaquer au problème de l'oxydation des lipides, différentes stratégies telles que l'élimination des facteurs favorisant l'oxydation des lipides et l'utilisation d'antioxydants sont nécessaires. L'efficacité d'un antioxydant est influencée par différents facteurs tels que son interaction avec d'autres ingrédients et sa capacité à se situer à l'interface, là où l'oxydation a lieu (**Coupland et McClements, 1996**). Les antioxydants synthétiques tels que l'hydroxy toluène butylé (BHT), l'hydroxy anisolebutylé (BHA) et l'acide éthylène

---

diamine tétra acétique (EDTA) (antioxydants commerciaux) sont largement utilisés dans la mayonnaise pour prévenir le rancissement. Cependant, ces produits éprouvent d'une impression négative pour leurs effets toxiques et cancérogènes à de fortes concentrations.

*Matériels*

*et*

*Méthodes*

## Chapitre II: Matériel et méthodes

Le travail a été réalisé au sein des laboratoires de Biochimie Appliquée/Génie biologique de l'Université Abderrahmane Mira Bejaïa et l'industrie agro-alimentaire Cevital (Bejaia et El - kseur) pendant une durée de deux mois. Le but de notre travail est la formulation d'une mayonnaise additionnée d'huile d'olive. Le travail réalisé a porté sur la caractérisation des huiles d'olive commerciales et sur la formulation d'une mayonnaise.

Notre partie expérimentale est articulée sur deux principaux axes.

- Choix d'une huile d'olive parmi trois échantillons d'huiles d'olive commerciales par classification de l'huile, détermination de la composition chimique, stabilité oxydative ainsi qu'une évaluation de l'activité antioxydante.
- Un deuxième axe basé principalement sur la production de la mayonnaise à deux concentrations d'huile d'olive (1 et 4%), détermination des paramètres physico-chimiques, microbiologique et sensoriel.

### II.1. Préparation des échantillons

#### II.1.1. Les échantillons d'huiles d'olive

Trois échantillons des huiles d'olive commerciales achetée dans les supermarchés de la wilaya de Bejaia. Les huiles sont de variété *Chemlal* récoltée et trituré fin décembre 2021 dans la région de Bejaia. Les marques commerciales sont AZEMMOUR, SAINFOIN et BLADY (Figure 03).



Figure03: Les différentes huiles d'olive extra vierge utilisée.

### II.1.1.1. Echantillons de mayonnaise

#### a) Les ingrédients alimentaires

Les ingrédients utilisés pour l'obtention des échantillons expérimentaux de mayonnaises sont : l'huile de colza, jaune d'œuf industriel, vinaigre, sel, sucre cristallisé, concentré de citron, gomme de xanthane, l'acide citrique, amidon modifié ultra tex, Ethylène - diamine -tétra-acétate (EDTA : poudre conservateur- N) (Figure 04).



**Figure04:** Les ingrédients utilisés dans la préparation de la mayonnaise

#### b) Formulation de la mayonnaise

Deux échantillons ont été préparés à deux doses d'incorporation de l'huile d'olive plus un témoin avec antioxydant synthétique

**Mayonnaise 1 :** Substitution de l'EDTA avec 1% huile d'olive

**Mayonnaise 2 :** Substitution de l'EDTA avec 4% huile d'olive

**Mayonnaise 3 :** Mayonnaise Témoin avec 100 ppm EDTA

La masse de mayonnaise préparée est 8 Kg pour chaque essai. La mayonnaise a été préparée à l'échelle pilote selon le protocole de l'unité Cevital.

Le jaune d'œuf est mélangé avec le sel, le sucre, et les autres ingrédients, lentement : en remuant à l'aide d'un Stephan à vitesse réduite (Figure 05), puis est ajouté progressivement l'huile de colza enrichie en l'huile d'olive à différentes proportions. L'amidon, le vinaigre et le jus de citron ont été introduits après l'obtention d'une masse dense et homogène. A ce moment, la vitesse du Stephan est réglée au maximum.



**Figure05:** Le Stephan utilisé dans la préparation de la mayonnaise à l'échelle pilote

Les échantillons de mayonnaise MI (mayonnaise industrielle), MHO (1 et 4% de l'huile d'olive) obtenu sont été placés dans des récipients alimentaires en verre stérile avec des couvercles fermeture hermétique et conservés au réfrigérateur.

## **II.2. Analyses réalisées sur les huiles d'olives**

### **II.2.1. Détermination des indices de qualité de l'huile d'olive**

#### **II.2.1.1. Acidité libre**

Selon la méthode décrite dans le règlement **C.C.E (2685/91)**. Un échantillon de 5g d'huile d'olive est introduit dans un erlenmeyer, 20ml du mélange éthanol/ether-diethyle (V/V) à 95%, sont ajouté tout en agitant, afin de dissoudre l'huile. Le tout est titré après l'ajout de l'indicateur coloré (phénophtaléine 1%) avec une solution d'hydroxyde de potassium à 0,1N jusqu'à un virage de l'indicateur coloré, vers le rose persistant pendant au moins 10 secondes. L'acidité est exprimée en pourcentage de poids d'acide oléique, elle est égale à

$$A\%(d'acide\ oléique) = (V - V_0) \times (N \times M / 10xm)$$

VetV<sub>0</sub>:volume en ml de KOH nécessaire pour neutraliser l'échantillon et le blanc, respectivement;

N: Normalité de l'hydroxyde de potassium ;

M: Masse molaire g/ml de l'acide oléique qui est égale à 282 g/ml;

m: Masse en g de la prise d'essai

**II.2.1.2. Indice de peroxyde**

L'indice de peroxyde (IP) représente la quantité d'oxygène liée chimiquement à un acide gras ou à des chaînes organiques d'un corps gras ou sous forme de peroxyde. La valeur de peroxyde est exprimée en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme d'huile (meq d'O<sub>2</sub>/Kg). La méthode utilisée est celle du règlement **C.C.E (2685/91)**. 2g d'huile sont dissous dans 10ml de chloroforme dans une fiole à col rodé, auxquels sont ajoutés 15 ml d'acide acétique glacial. Additionner de 1ml d'iodure de potassium saturée KI (14g/8ml). La fiole est bouchée rapidement, puis agitée vigoureusement pendant 1min à température ambiante. Ajouter 75 ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon à 1% et le tout est titré avec la solution de thiosulfate de sodium 0,01N. Un essai à blanc est nécessaire pour calculer la valeur de peroxyde en suivant cette expression ci-dessous :

$$IP = N (V - V_0) \times 1000/m \text{ (meq d'O}_2\text{/Kg)}$$

Où:

N: Normalité Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;

V, V<sub>0</sub>: Volume en ml de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nécessaire pour le titrage de l'échantillon et de l'essai à blanc, respectivement;

m: Masse en gramme de la prise d'essai.

**II.2.1.3. Absorbance spécifique dans l'Ultra violet**

L'absorbance à 232nm et 270nm d'un corps gras renseignent sur le degré d'oxydation, la méthode est décrite selon l'Organisation Internationale de Standardisation (**ISO 3656, 2011**). Peser 1g d'huile puis le dissoudre dans 100 ml d'hexane pur. L'absorbance de la solution est mesurée à la longueur d'onde spécifique 232nm et 270nm par rapport au solvant pur, au moyen d'un spectrophotomètre dans la gamme ultra-violet.

**II.2.1.4. Viscosité**

Elle est mesurée par le biais d'un viscosimètre rotatif modèle SMART, qui détermine la viscosité d'un fluide à un gradient de vitesse donné. Le principe de fonctionnement consiste à appliquer une force de mouvement exercée sur un axe central qui est un mobile de taille fixe à vitesse constante. La plage de mesure est déterminée par la vitesse de rotation du mobile, la taille et la forme du mobile, couple torsion du ressort calibré



La résistance au mouvement de rotation du mobile est enregistrée à l'aide d'un ressort spirale interne puis convertis en unité viscosimétrique centi-poiseou (**milli-pascal seconde**) (**Decodts et Flamarion, 1985**). Le mobile est inséré et centré dans un bécher qui contient le produit à tester jusqu'à ce que le niveau de l'huile atteigne le repère pratiqué sur la tige.

Pour ne pas dépasser la gamme de torsion du ressort, il est indispensable de sélectionner la vitesse idéale ainsi que le mobile le plus approprié.

Dans cette étude, la vitesse de rotation a été choisie selon le domaine du pourcentage de fiabilité (15et 95%). Enfin la valeur de la viscosité s'affiche sur l'écran de viscosimètre.

### **II.2.2. Dosage des pigments**

Le protocole suivi pour le dosage des chlorophylles et des caroténoïdes est décrit par **Minguez-Mosquera et al., 1991**. En effet, 75g d'échantillon d'huile ont été dissous dans 25 ml de cyclohexane. Le mélange est analysé avec un spectrophotomètre UV/Vis réglé à 670nm et 470nm. Les résultats trouvés avec les longueurs renseignent sur la fraction chlorophyllienne et la fraction caroténoïde. La valeur du coefficient d'extinction spécifique appliquée est  $E_{0}=613$  pour la phéophytine comme composant majeur des chlorophylles et  $E_{0}=2000$  pour la lutéine comme caroténoïde majeur. Ainsi le contenu en pigments est déterminé comme suit :

$$\text{Chlorophylle (mg Kg}^{-1}\text{)} = A_{670} \times 106 / 613 \times 100 \times T$$

$$\text{Caroténoïdes (mg Kg}^{-1}\text{)} = A_{470} \times 106 / 2000 \times 100 \times T$$

A: Absorbance

T: Trajet optique (épaisseur de la cuve 1cm).

### **II.2.3. Evaluation de la stabilité oxydative des huiles**

La stabilité de nos huiles est déterminée selon la méthode décrite par **Gao., et al., (2020)**, à l'aide d'un Rancimat Metrohm n°743. Un flux d'air fixé à 10 l/h traverse un échantillon d'huile de 3g chauffé à 120°C. La période d'induction exprimée en heures correspond au temps écoulé entre le début de la mesure et le moment où la formation de produits d'oxydation commence à augmenter rapidement, entre autres le temps pendant le quel la matière grasse a résisté à un stress oxydatif.

**II.2.4. Extraction des composés phénoliques**

L'extraction des composés phénoliques est réalisée par le protocole de **Montedoro et al., (1992)** et **Christophoridou et Dais., (2009)** avec modifications mineures. Huit grammes d'huile sont dissouts dans 8ml méthanol/eau (80/20), le mélange a été homogénéisé au moyen d'un vortex pendant 30 secondes, les deux phases sont séparées après centrifugation à 5000rpm pendant 10min. La phase polaire (phase méthanolique) contenant les composés phénoliques est récupérée, tandis que la phase apolaire subit une 2<sup>ème</sup> et une 3<sup>ème</sup> extraction pour récupérer la fraction phénolique restante.

**II.2.4.1. Evaluation de l'activité anti-radicalaire contre le radical DPPH**

L'activité anti-radicalaire des extraits est déterminée par une méthode basée sur la réduction du radical diphényl picryl-hydrazyl (DPPH °), suite à un transfert d'hydrogène qui provient des différents antioxydants qui se trouvent dans le milieu réactionnel. La réaction de réduction du DPPH provoque la diminution de l'intensité de la couleur violette qui est mesurée par un spectrophotomètre à 515nm.

L'effet des extraits méthanoliques des différents échantillons d'huile d'olive sur le radical DPPH est mesuré, en utilisant le protocole décrit par **Brand-Williams, Cuvelier et Berset, (1995)**. 200 µl de l'extrait méthanolique sont ajoutés à 3 ml de la solution DPPH (6 X 10<sup>-5</sup> mol/l). L'absorbance est mesurée à 515nm après 30min d'incubation à l'obscurité.

$$(\%) \text{ d'inhibition du DPPH} = (A_c - A_e / A_c) \times 100$$

**A control** : est le test de contrôle qui a été mesuré pour l'absorbance du DPPH sans ajout d'échantillon.

**II.2.4.2. Dosage des polyphénols totaux**

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué par le réactif de Folin-Ciocalteu, ce dernier est un mélange d'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et d'acide phosphomolybdique (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) de couleur jaune. La coloration produite, dont l'absorption maximum est comprise entre 725 et 750nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (**Nathalie et al., 2006**).

La méthode utilisée pour le dosage des polyphénols totaux est celle de **Favati et al. (1994)**. Dans des fioles de 20ml; un volume de 2ml de l'extrait méthanolique a été mélangé avec 5ml de l'eau distillée et 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu. Après 3 min d'incubation, on ajoute 4ml de carbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) à 10% et on ajuste avec de l'eau distillée jusqu'à 20 ml. Après incubation pendant 90 min à l'obscurité, les échantillons sont filtrés et l'absorbance est mesurée à 765 nm.

Les concentrations en polyphénols totaux des extraits méthanoliques d'huile d'olive sont exprimées en mg d'E.A. G/Kg d'huile d'olive, en se référant à une courbe d'étalonnage préparée avec l'acide gallique.

### **II.3. Analyses réalisées sur l'huile sélectionnée**

#### **II.3.1. Dosage des tocophérols**

La teneur en tocophérols a été déterminée par chromatographie liquide reverse haute performance (HPLC) selon la méthode décrite par **Rovellini et al. (1997)**. 1g d'huile d'olive est dissout dans 10ml d'acétone. Un volume de 20µl de la solution est injecté dans une colonne Allsphère ODS-2 (Alltech) (25 cm x 4,6 mm, taille des particules : 5µm). La phase mobile est composée: acétonitrile/méthanol (1/1) à un débit de 1,3 ml min<sup>-1</sup>. La lecture est réalisée à 292nm.

#### **II.3.2. Dosage et détermination du profil en acide gras**

L'analyse des acides gras a été réalisée par transmethylation à froid dans une solution de KOH/ méthanol (**E.C Régulation 796/, 2002**). Les esters méthyliques sont préparés par agitation vigoureuse d'une solution contenant 0,5g d'huile d'olive dans 5 ml d'hexane avec 0,5 ml d'hydroxyde de potassium (2N). Le surnagent est injecté dans un chromatographe phase gazeuse(CHROMPACKKC9002), équipé d'un détecteur FID avec colonne DB23 (30m× 0.32mmi.d.× 0.25µm épaisseur). L'azote a été utilisé comme gaz vecteur à un débit de 1ml/min.

La température de l'injecteur est de 250 °C, celle du four a été réglée, initialement, à 200 °C pendant 20 min ; l'augmentation est de 10°C± 1 par minute jusqu'à atteindre 220 °C.

Les échantillons (1µl) sont injectés au moyen d'un injecteur automatique. Les acides gras sont identifiés par comparaison avec les temps de rétention des étalons purs.

### II.3.3. Evaluation de l'activité antibactérienne des huiles d'olive

- **Les souches cibles**

L'activité antibactérienne des extraits phénoliques est testée sur cinq souches bactériennes.

- **Bactéries à Gram positive**

- *Staphylococcus aureus* ; ATCC 25923
- *Staphylococcus aureus Résistant à la Méthicilline. ATCC 43300*

- **Bactéries à Gram négative**

- *Escherichia coli*; ATCC 25922
- *Salmonella Typhi* ; ATCC 14028
- *Vibrio cholerae. ATCC 14035*

- **Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI)**

Les Concentrations Minimales Inhibitrices (CMI) ont été déterminées en utilisant la technique de micro-dilution (figure 06) avec le bouillon Mueller Hinton (NCCLS, 2006). Des plaques contenant 96 puits sont préparées en distribuant dans chaque puits 50 µl de bouillon Mueller Hinton. Dans cette colonne, on rajoute les différents extraits afin d'avoir une concentration finale de 6,93mg/ml. On additionne un volume de 50µl de ce mélange à la cupule adjacente et ainsi de suite jusqu'à la dernière cupule ou l'on élimine les 50µl restant. La dernière cupule contient une concentration de 0,054mg/ml. Un volume de 50µl de la suspension bactérienne à  $10^7$  est ajouté dans chaque cupule. Les plaques sont incubées à 37°C/24h. La CMI a été définie comme la concentration minimale d'extrait pour laquelle on n'observe pas de croissance visible à l'œil nu.

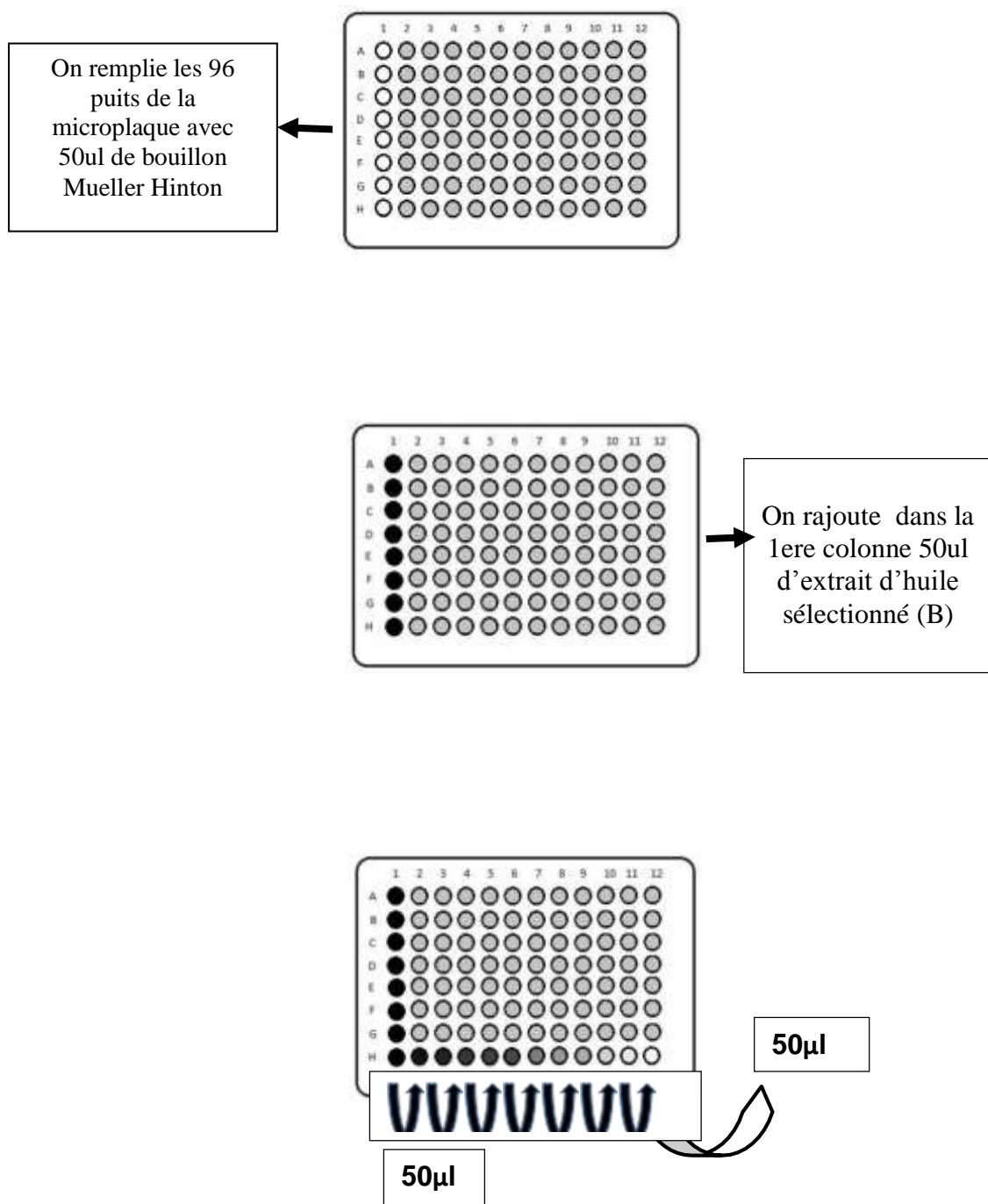


Figure06: Méthode de micro-dilution sur bouillon.

**II.4. Analyse de la mayonnaise****II.4.1. Analyse physico-chimique de la mayonnaise**

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au sein de laboratoire de l'unité Cevital Tchina el kseur. Les facteurs physico-chimiques analysés dans la mayonnaise sont: pH, extrait sec %, viscosité, Acidité titrable, l'indice de peroxyde ; la teneur en sel, la densité et la consistance.

**II.4.1.1. Potentiel d'Hydrogène**

L'acidité définit la concentration des ions d'hydrogène dans une solution, il mesure son acidité ou sa basicité, le pH influence sur l'appréciation de la qualité organoleptique du produit. La mesure du pH est effectuée par un pH-mètre électronique relié à une électrode en verre.

L'électrode est introduite dans la mayonnaise à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé.

**II.4.1.2. Acidité**

Il s'agit d'un titrage acido-basique, l'acide acétique est neutralisé par une solution d'hydroxyde de potassium KOH (0,1N) en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré. (Türkmen et Ekşi, 2011). 10g de l'échantillon est dilué avec l'eau distillé dans un erlenmeyer, puis on agite le mélange après l'ajout de quelques gouttes de phénophtaléine (indicateur coloré), le tout est titré avec une solution de KOH jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle persistant après quelques seconde, la lecture s'effectue sur la burette.

L'Acidité est calculée selon la formule suivante :

$$AC = (V \text{ (ml)} \times M \times N) / PE$$

V : Volume de la chute dans la burette;

PE: Masse de la prise d'essai;

M : Masse molaire d'acide acétique 60g/Mol ;

N: Normalité de la solution KOH (0,1).

**II.4.1.3. Indice de peroxyde**

L'indice de peroxyde (IP) représente la quantité d'oxygène liée chimiquement à un acide gras ou à des chaînes organiques d'un corps gras sous forme de peroxyde. La valeur de peroxyde est exprimée en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme d'huile (meq d'O<sub>2</sub>/Kg).

Selon **ISO 3960**, On dépose du thiosulfate de sodium dans une burette à 0.01N (évitant les bulles d'air lors du remplissage de la burette), après séparation de la phase grasse de la mayonnaise dans une température à 80°C, on pèse 5g de l'huile après décomptage dans un ballon préparé, bien séché et à l'abri du contact avec l'air. On prépare dans un bécher 0.5g d'iodure de potassium (KI) complété à 0.5ml d'eau distillée en assurant une bonne agitation. Le ballon préparé et contenant l'échantillon à titrer, on rajoute le mélange chloroforme (12ml), acide acétique (18ml) en agitant le tout pour bien dissoudre ce dernier, puis on ajoute en dernier lieu l'iodure de potassium. On doit boucher le ballon, en agitant bien pendant une minute et on laisse à l'abri de la lumière pendant une minute. On ajoute 75ml d'eau distillée (afin d'arrêter la réaction) et quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur coloré, le titrage se fait à l'aide de la solution de thiosulfate de sodium à 0.01N. La lecture s'effectue sur la burette. Le résultat est exprimé selon la formule suivante :

$$IP = N (V - V_0) \times 1000 / m \text{ (meq d'O}_2\text{/Kg)}$$

Où:

**N**: Normalité Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ;

**V, V<sub>0</sub>** : Volume en ml de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nécessaire pour le titrage de l'échantillon et de l'essai à blanc, respectivement ;

**m**: Masse en gramme de la prise d'essai.

**II.4.1.4. Extrait sec**

L'extrait sec total ou matières sèches totales est l'ensemble de toutes les substances qui sont dans des conditions physiques déterminées, ne se volatilisent pas.

L'appareil utilisé dans cette étape s'appelle un dessiccateur ou une thermo-balance.

Ajouter une quantité de mayonnaise et l'étaler sur la coupelle après avoir pesé cette dernière à l'aide d'un dessiccateur, après la fin d'évaporation la perte du poids reste constante et en fin, le dessiccateur indiqué directement en pourcentage l'extrait sec sur l'écran.

**II.4.1.5. Viscosité**

C'est le même principe suivi pour la détermination de la viscosité de l'huile. La seule différence est le diamètre de mobile.

**II.4.1.6. Teneur en sel**

La méthode de détermination de la teneur en sel est applicable sur tous les corps gras.

Selon la méthode de MOHR (ISO885/1.02.2004) la teneur en sel (%). Une prise d'essai de la mayonnaise est dissoute dans une quantité d'eau bouillie à 50 degrés pour bien dissoudre. Le mélange est titré avec une solution de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) à 0,1N, en présence de 2ml du chromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) comme un indicateur coloré, jusqu'à l'apparition d'une coloration rouge brique.

La méthode se bas sur la réaction entre les ions de  $\text{Cl}^-$  et la nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3$ . Le chlorure d'argent se précipite. Calculer la concentration de  $\text{Cl}^-$  (%).

$$Ts = \frac{V(ml) \times M \times N}{PE} / 10$$

V : Volume de la chute dans la burette ;

PE: Masse de la prise d'essai;

M: Masse molaire de Na Cl (58,5 g/Mol) ;

**II.4.1.7. Consistance**

La consistance représente la distance en centimètre (cm) parcourue par l'échantillon pendant 30 secondes (s) via un canal sous l'effet de la gravité. Positionner l'appareil suivant un angle d'inclinaison le plus correct, remplir le réservoir jusqu'à la limite supérieure avec l'échantillon, le chronomètre est actionné une fois qu'on lâche le crochet du Bost Wick. Lire la valeur affichée sur les graduations du Bost Wick après 30 seconde découlement.

Le Bost Wick doit être sec avant son utilisation. En effet l'eau diminue le coefficient de friction de l'appareil ce qui peut entrainer des erreurs de mesure.



**II.4.1.8. Densité**

La densité (ou densité relative) d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un autre corps pris comme référence. Pour les liquides et les solides, le corps de référence est l'eau pure à 4 °C et pour les gaz, le corps de référence est l'air, à la même température et sous la même pression. On injecte l'échantillon à l'intérieur de densimètre à l'aide d'une seringue, la lecture se fait après validation du résultat dans l'écran de l'appareil.

Cette grandeur est sans dimension et sa valeur s'exprime sans unité de mesure.

**II.4.2. Analyse microbiologique de la mayonnaise**

Les analyses microbiologiques sont effectuées au niveau de l'unité Tchina el-kseur.

Les tests auxquels sont soumises les mayonnaises destinées à la consommation humaine sont:

- ✓ Recherche germes totaux ;
- ✓ Recherche des coliformes fécaux ;
- ✓ Recherche des staphylococcus à coagulas positive;
- ✓ Recherche des levures et moisissures;
- ✓ Recherche des salmonelles.

Analyses microbiologiques effectués sur la mayonnaise sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau II:** Analyses microbiologiques effectués sur la mayonnaise.

<b>Germes recherchés</b>	<b>Milieux Utilisés</b>	<b>Méthodes</b>	<b>Incubation</b>	<b>Lecture</b>
<b>Flore totale (ISO4833/2003)</b>	PCA	Ensemencement en masse	30°C/72h	Comptage des colonies et calcule de nombre N
<b>Staphylococcus aureus (ISO 6888-1/2003)</b>	Baird Parker	Ensemencement en surface	37°C/24h et 48H	Comptage des colonies noires ou grises brillantes
<b>Levures et moisissures (ISO21527-2/2008)</b>	YGC	Ensemencement en masse	25°C/4 a5 jours	Comptage des colonies Levures: colonies brillantes Moisissures: thalle étendus, plats avec fructification coloré et des formes sporulés
<b>Salmonelles (ISO 6579/2002)</b>	Eau peptonée tamponnée	Pré-enrichissement en milieu non sélectif liquide	37/18h±2h °C± 1 °C.	Présence ou absence des Colonies (Colonie spécifique à Centre noire)
	Bouillon RVS	Enrichissement sélectif sur milieu liquide	41,5°C/24 h	
	Bouillon MKTTn		37°C/24 h	
	Gélose XLD.	Isolement et identification (Ensemencement en surface)	37 °C/24 h	

**II.4.3. Test de vieillissement accéléré :**

Ce test consiste à oxyder la mayonnaise dans une étuve portée à 40° C durant 30 jours. La mise en évidence de l’oxydation est montrée par la mesure de l’acidité, consistance, l’indice de peroxyde ainsi que des analyses microbiologiques chaque 10 jour pour les trois mayonnaises. La dispersion de l’émulsion et la taille des gouttelettes sont observées sous le microscope optique a deux temps T=0 jour et T= 30 jours.

#### **II.4.4. Analyse sensorielle**

L'analyse sensorielle a été effectuée au sein du laboratoire d'analyse sensorielle au niveau de l'université Abderrahmane Mira. Un groupe de 100 personnes ont pris part à cette analyse sensorielle et les sujets sont constitués par les étudiants de différentes facultés de l'université. Les mayonnaises, ont été sélectionnées pour l'analyse et est constituées d'une mayonnaise enrichie à 1% de l'huile d'olive (codées 120 représente la première mayonnaise étudiée), une mayonnaise enrichie à 4% de l'huile d'olive (codées 340 représente la deuxième mayonnaise étudiée) et une autre mayonnaise standard (codées 230 représente la mayonnaise industriel). Les échantillons de mayonnaises codés de 120, 230, 340 sont présentés simultanément aux sujets avec comme accompagnement du pain est mis à la disposition des sujets.

L'analyse est déroulée comme suit: on demande à chaque sujet de remplir une fiche d'analyse sensorielle (voir annexe VI). On demande en sujet de goûter successivement les trois échantillons et de les classer par ordre de préférence, en attribuant une note de 1 à 9 pour chaque échantillon. Sachant que la note 1 correspond au moins préféré et 9 au plus préféré. Il est demandé aux sujets de rincer la bouche après chaque dégustation d'un pour enlever le goût du précédent échantillon.

#### **II.5. Etude statistique**

Pour chaque test, trois essais ont été réalisés. L'étude statistique consiste en une analyse de la variance (ANOVA) suivie du test de « Newman- Keuls » à l'aide du logiciel STATISTICA 5.5Fr. Le degré de signification des données est estimé à la probabilité  $p < 0,05$ . Les coefficients de corrélation sont obtenus par l'analyse de régression linéaire à travers le coefficient de Pearson à la probabilité  $p < 0,05$ .

*Résultats*  
*et*  
*discussions*

## 1. Résultats d'analyse réalisée sur les huiles d'olive

### 1.1. Détermination des indices de qualité de l'huile d'olive

En se référant à la norme du **COI (2019)** relative à la qualité de l'huile d'olive vierge, les indices de qualité (acidité, indice de peroxyde, Abs à 232 et 270 nm). Ces normes sont appliquées dans le cas des échanges commerciaux.

#### 1.1.1. Acidité libre

L'acidité d'une huile reflète le contenu en acide gras libre notamment à courte chaîne, c'est à dire l'état de la lipolyse. Celle –ci est favorisée par l'humidité, la chaleur, la longue période de conservation, la récolte à la main et l'attaque par les ravageurs (**Ben Abdel Jelil, 2003**).

Cette acidité est un critère chimique de fraîcheur et de pureté de l'huile, il nous renseigne sur son degré d'altération (**Ollé, 2002**). Les acidités des échantillons étudiés exprimées en pourcentage d'acide oléique sont représentées dans le **tableau III**.

**Tableau III** : Acidité en pourcentage d'acide oléique.

Huiles d'olives commerciales	Acidité (en % d'acide oléique)	COI
S	0,4 <sup>a</sup> ± 0.03	≤ 0,8
B	0,4 <sup>a</sup> ± 0	
A	1 <sup>b</sup> ± 0.002	

\*Dans la même colonne les valeurs portant la même lettre ne diffèrent pas significativement ( $p < 0,05$ ), moyenne ± écart type (n=3).

D'après les résultats mentionnés dans le tableau III, on constate qu'il existe des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre les échantillons S, B et A. Ainsi aucune différence n'est enregistrée entre les huiles d'olives S et B.

L'acidité des deux variétés d'huiles d'olives commerciales S et B est inférieure à la norme fixée par (**COI, 2019**) pour une huile d'olive extra vierge ( $\leq 0,8$  %). Ce qui nous permet de classer les deux huiles dans la catégorie des huiles d'olives extra vierges. Nos résultats sont corollaire à une maturité non avancée, une récolte à la main et une transformation directe sans procéder au stockage, qui favorise l'activation des lipases endogènes naturellement présentes dans les fruits d'olive ou à celles synthétisées par les microorganismes qui se développent dans le fruit. En respectant ces exigences, l'acidité de

l'huile ne devrait pas dépasser 0,5 % (Garcia et al., 1996 ; El Antari et al., 2000 ; Ledrole et al., 2004). Par contre la variété A, elle est considérée comme étant une Huile Vierge, ceci est probablement dû à une récolte tardive ce qui augmente l'acidité.

### 1.1.2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est utilisé comme test pour évaluer l'état primaire d'oxydation des produits, il nous renseigne sur le taux des hydro-péroxydes qui sont des produits intermédiaires et transitoires de l'oxydation des acides gras insaturés. Comme il peut nous fournir des informations sur l'auto-oxydation des lipides (Ben Abdel Jelil, 2003 ; Haddada et al., 2008).

Les résultats de l'indice de peroxyde sont présentés dans le **tableau IV**.

**Tableau IV** : Indice de peroxyde en meq d'O<sub>2</sub> / kg.

Huiles d'olives commerciales	Indice de peroxyde (en meq d'O <sub>2</sub> / kg)	COI Extra vierge
S	12,7 <sup>a</sup> ± 0.03	≤ 20
B	12,8 <sup>a</sup> ± 0.03	
A	15,7 <sup>b</sup> ± 0.1	

\*Dans la même colonne les valeurs portant la même lettre ne diffèrent pas significativement (p < 0,05), moyenne ± écart type (n=3).

L'étude statistique présentée dans le tableau révèle des différences significatives (p < 0,05) entre les échantillons S, B et A. Ainsi aucune différence n'est enregistrée entre les huiles d'olives S et B.

Les indices de peroxyde enregistrés pour les trois échantillons S, B, A est inférieur à 20 meq d'O<sub>2</sub> / kg (COI 2019), les résultats des deux huiles commerciales S et B appartiennent à l'intervalle des valeurs d'IP retrouvées par Tanouti et al., (2010) et Laribi et al., (2011) qui varient de 7 à 15,4 meq O<sub>2</sub> / kg et de 7,25 respectivement. Nos résultats reflètent une oxydation inférieure à 20 meq O<sub>2</sub> / kg, Ceci est peut-être dû à l'état sanitaire des fruits et les bonnes conditions de transformation des olives (transport, récolte à la main, stockage à l'air libre), le système d'extraction et d'autre part l'humidité (Ben Abdel Jelil, 2003).

La présence de l'oxygène dissout dans l'huile et certains facteurs défavorables (UV, eau, enzyme, trace de métaux.) accélère la formation des peroxydes.

### 1.1.3. Absorbance spécifique dans l'Ultraviolet

L'oxydation d'un corps gras conduit à la formation des hydro-péroxydes qui absorbent la lumière au voisinage de 232nm. Si l'oxydation se poursuit, il se forme des produits secondaires d'oxydation, en particulier des dicétones et des cétones insaturées qui absorbent la lumière vers 270nm (Osawa et al., 2007). Les valeurs d'extinction spécifiques sont représentées dans le **tableau V**.

**Tableau V** : Valeurs de coefficient d'extinction spécifique en UV à 232 et 270nm.

	Huiles d'olive commerciales	Absorbance	COI Extra vierge
K232	<b>S</b>	2,31 <sup>b</sup> ± 0,01	≤ 2,5
	<b>B</b>	2,25 <sup>a</sup> ± 0,001	
	<b>A</b>	2,82 <sup>c</sup> ± 0,01	
K270	<b>S</b>	0,15 <sup>a</sup> ± 0,003	≤ 0,22
	<b>B</b>	0,14 <sup>a</sup> ± 0,005	
	<b>A</b>	0,68 <sup>b</sup> ± 0,01	

\*Dans la même colonne les valeurs portant la même lettre ne diffèrent pas significativement ( $p < 0,05$ ), moyenne ± écart type (n=3).

A partir des résultats obtenus (Tableau V), note que les deux échantillons d'huile d'olive S et B possèdent des valeurs d'absorbance K232 et K270 respectant la norme fixées par **COI (2019)** pour une huile d'olive extra vierge. Ces valeurs de K232 et K270 sont très proches des résultats décelés par **Tanouti et al., (2010)** et celles de **Laribi et al., (2011)**. Concernant l'échantillon A les valeurs obtenues sont supérieures aux normes, qui conduit à classer l'huile d'olive A dans la catégorie vierge pour les deux paramètres.

En effet, l'extinction spécifique à 232nm et à 270nm d'une huile nous renseigne sur son état d'oxydation. Plus l'extinction à  $\lambda$  : 232 nm est élevée, plus elle est peroxydée. De même plus l'extinction à  $\lambda$  : 270nm est élevée, plus elle présente un taux élevé en produits d'oxydations secondaires et traduit une faible aptitude à la conservation (**Wolff, 1968**).

D'après les résultats obtenus pour les trois tests de classification d'une huile d'olive décrites par COI (acidité, indice de peroxyde et des coefficients d'extinction spécifique dans l'UV (K232, K270)) nous pouvons classer les deux variétés S et B de l'huile d'olive dans la catégorie « extra vierge », par contre l'échantillon A ne peut être classé dans cette catégorie, il sera classée dans la catégorie « vierge ».

#### 1.1.4. La viscosité

Les résultats de la viscosité des trois huiles commerciales sont présentés dans le **tableau VI**.

**Tableau VI** : Résultats de la viscosité en centi-poise.

Huiles olive commerciales	La viscosité (cp)
S	25,63 <sup>b</sup> ±0,14
B	32,83 <sup>c</sup> ±0,14
A	23,45 <sup>a</sup> ±0,05

\*Dans la même colonne les valeurs portant la même lettre ne diffèrent pas significativement ( $p < 0,05$ ), moyenne  $\pm$  écart type (n=3).

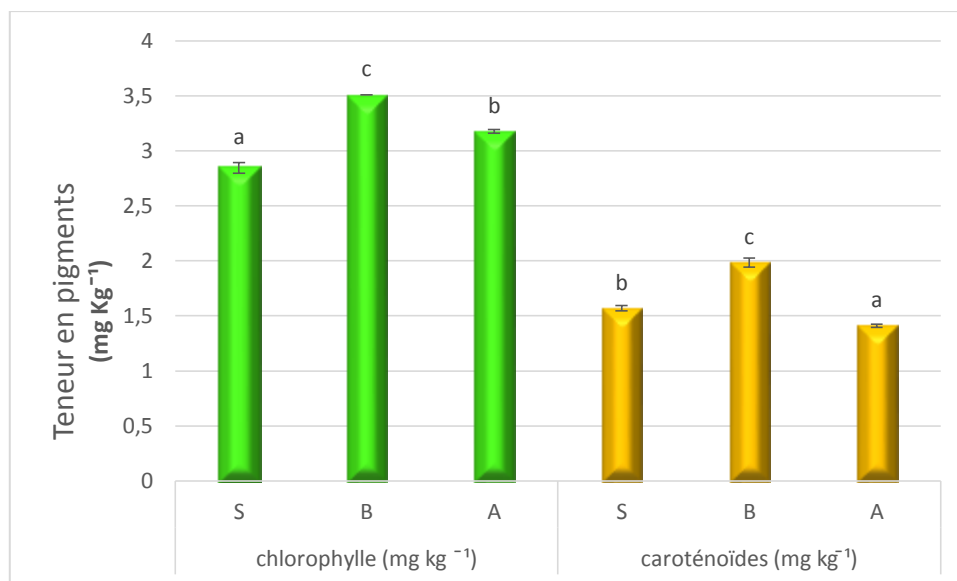
Dans le tableau (VI), l'étude statistique révèle des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre les trois huiles de S, B, A. L'huile commercial B est la plus visqueuse par rapport aux deux autres huiles commerciales S et A, cette différence peut être due à la variation dans les composants bioactifs. La viscosité des huiles végétales augmente avec la longueur de la chaîne d'acides gras triglycérides et diminue avec l'insaturation d'où la supposition de la richesse des deux huiles S et A en acides gras insaturés (**Ashrafi et al., 2012**).

#### 1.2. Dosages des pigments

La chlorophylle et les caroténoïdes sont les principaux pigments présents dans les huiles végétales. Les pigments présents dans une huile d'olive sont responsables de la couleur verdâtre à jaune. La couleur est un attribut de base pour la détermination des caractéristiques de l'huile d'olive, elle est associée pour la plupart des consommateurs à la notion de qualité (**Ryan et al., 1998 ; Mateos et García-Mesa, 2006**).

Les résultats obtenus pour les dosages des pigments (chlorophylle et caroténoïdes) sont représentés dans l'histogramme de la figure 07.





**Figure 07** : Les résultats obtenus pour la teneur en pigments.

\* Dans chaque série les valeurs portant les mêmes lettres ne présentent aucune différence significative ( $p < 0,05$ ),

\* les barres verticales représentent les écarts types, moyenne  $\pm$  écart type (n=3).

L'étude statistique révèle des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre les trois huiles de S, B, A que ce soit les teneurs en caroténoïdes ou en chlorophylles.

Les résultats du dosage des chlorophylles présentés dans la figure 07 varient entre 2,84 mg Kg<sup>-1</sup> et 3,50 mg/Kg pour les trois huiles commerciales, ils sont relativement élevés par rapport aux résultats rapportés par **Tanouti et al., (2011)** ; **Borges et al., (2017)** et ceux trouvés par **Laincer et al., (2014)**. Les valeurs des pigments observées pour l'échantillon sont relativement faibles. Ceci peut être dû à l'état de maturité des olives lors de leur trituration.

La teneur en caroténoïdes des échantillons S, B, A sont de 1,57 mg/kg, 1,98 mg kg<sup>-1</sup> et 1,41 mg kg<sup>-1</sup> respectivement, ils sont des valeurs aussi inférieures à la moyenne trouvée par **Tanouti et al., (2011)** (2,76 mg Kg<sup>-1</sup>). La concentration en chlorophylles peut dépasser 80 mg kg<sup>-1</sup> pour des huiles obtenues à partir d'olives en stade précoce de maturité et lorsque le fruit est bien mûr elle peut diminuer à des valeurs d'environ 2 mg kg<sup>-1</sup> (**Salvador et al, 2001** ; **Psomiadou et Tsimidou 2001**).

En effet **Ait Yacine, (2001)** a signalé que la teneur en chlorophylle diminue au fur et à mesure de la maturité des olives. Cette diminution est accompagnée par une augmentation de la teneur en caroténoïdes qui confèrent à l'huile sa couleur jaune au dépend de la coloration verte chlorophyllienne. La présence des pigments dans l'huile d'olive dépend de la variété, du degré de maturité du fruit. Les caroténoïdes, semblent jouer un rôle important dans la stabilité oxydative de l'huile au cours de son stockage (**Tsimidou et al., 1992 ; Ben Tekaya et Hassouna, 2005**) et dans la préservation de sa qualité (**Ryan et al., 1998 ; Giuffrida et al., 2007**).

### 1.3. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits phénoliques

#### 1.3.1. Evaluation de l'activité anti-radicalaire contre le radical DPPH

Le radical DPPH est généralement l'un des composés les plus utilisés pour l'évaluation rapide et directe de l'activité anti-oxydante en raison de sa stabilité en forme radicale et la simplicité de l'analyse (**Kholkhhal et al., 2013**).

Les résultats du pouvoir anti-radicalaire des extraits méthanoliques, exprimés en pourcentage d'inhibition du radical DPPH, tableau (VII) indiquent que les trois extraits d'huiles d'olive analysés possèdent la capacité de neutraliser le radical DPPH. L'activité diffère significativement ( $p < 0,05$ ) entre les trois huiles commerciales. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits phénoliques est présentée dans le **tableau VII**.

**Tableau VII :** Evaluation de l'activité anti-oxydante des extraits phénoliques

Huiles d'olives commerciales	Pourcentage
S	33,88 <sup>b</sup> ±1,66
B	50,01 <sup>c</sup> ±0,48
A	13,42 <sup>a</sup> ±0,27

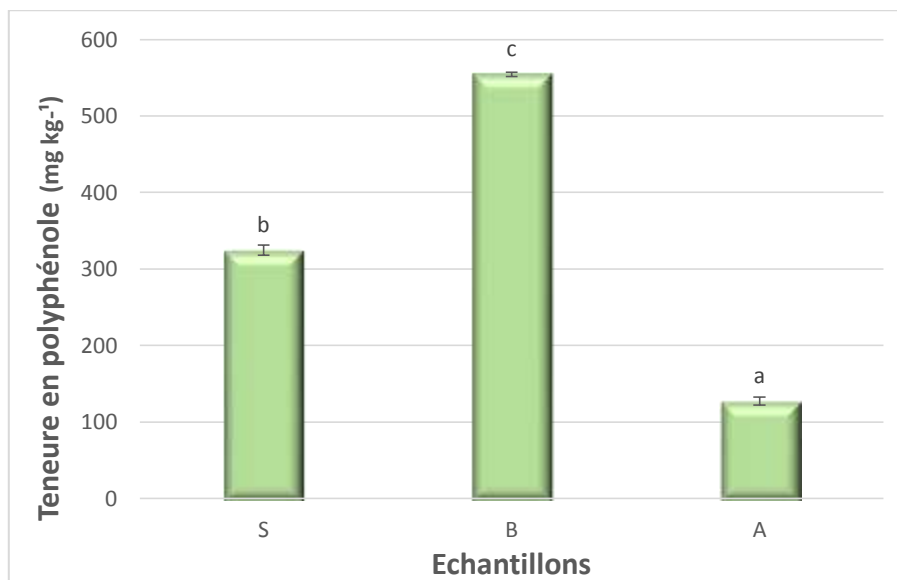
\*Dans la même colonne les valeurs portant la même lettre ne diffèrent pas significativement ( $p < 0,05$ ), moyenne ± écart type (n=3).

D'après le tableau (VII), l'extrait méthanolique de l'échantillon d'huiles d'olives de variété **B** enregistre une capacité scavenger la plus performante ( $> 50\%$ ). Suivi des extraits phénoliques des échantillons S et A (33,88%, 13,42%) respectivement faible par rapport au résultat de B.

Ces résultats corroborent ceux de (**Cicerale et al., 2010 ; Laincer et al., 2014**) qui ont affirmé que des variations de la capacité anti-oxydante des extraits poly-phénoliques des différentes huiles pourraient être dues aux différences de la composition des extraits, notamment la présence de l'oleuropéine, du tyrosol et de l'hydroxytyrosol.

### 1.3.2. Dosage des polyphénols totaux

Les résultats obtenus pour les trois échantillons de l'huile d'olive sont représentés dans la Figure 08.



**Figure 08** : Dosage des poly phénols totaux

\* Les valeurs portant les mêmes lettres ne présentent aucune différence significative ( $p < 0,05$ ),

\* les barres verticales représentent les écarts types, moyenne  $\pm$  écart type ( $n=3$ ).

L'étude statistique révèle des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre les trois huiles des variétés S, B, A.

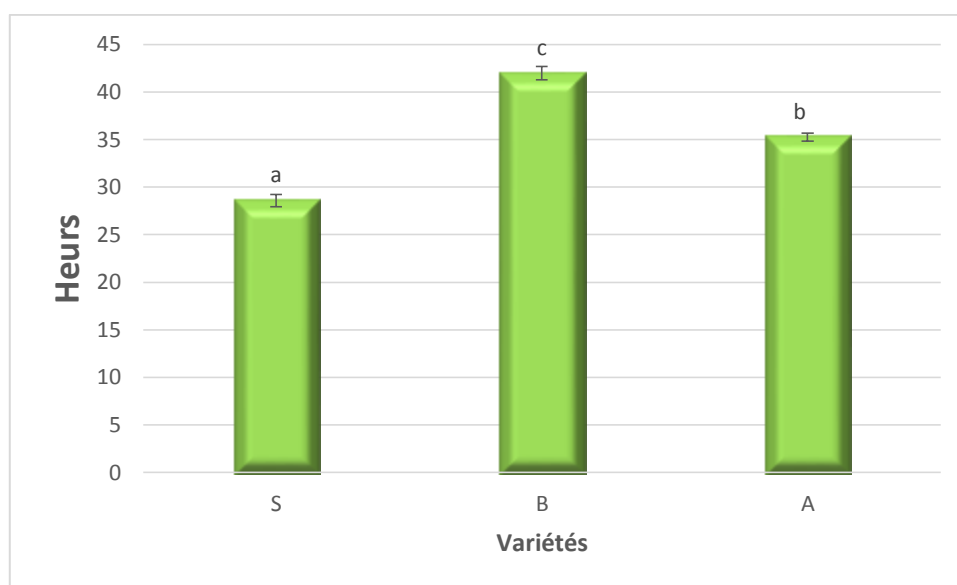
Les résultats des échantillons étudiés sont illustrés à l'aide de la figure 08. La teneur la plus élevée est celle de l'échantillon B qui est d'ordre de  $554,43 \text{ mg kg}^{-1}$  suivi de  $324,66 \text{ mg kg}^{-1}$  pour l'échantillon S et en dernier l'échantillon A avec une teneur de  $127,46 \text{ mg kg}^{-1}$ .

La différence des résultats obtenus pour la teneur en polyphénol peut être influée par différents facteurs comme la maturité, le stockage, la zone géographique, l'altitude et la diversité intra-variétale de l'olivier et la méthode d'extraction (Ranalli et al., 1999 ; Garcia et al., 2003 ; Ocakoglu, 2009 ; Tanouti et al. 2011 ; Merouane et al., 2014 ; Rouas et al., 2016).

#### 1.4. La stabilité oxydative des huiles

La stabilité oxydative de l'huile d'olive est liée directement aux changements de la qualité et de la quantité de ses différents antioxydants naturels et aux variations de sa fraction Lipidique (**Baccouri et al., 2008 ; Bengana et al., 2013**).

Les résultats de la stabilité oxydative des trois huiles commerciales sont représentés dans la figure suivante :



**Figure 09** : Stabilité oxydative des trois huiles commerciales en (h).

\* Les valeurs portant les mêmes lettres ne présentent aucune différence significative ( $p < 0,05$ ),

\* les barres verticales représentent les écarts types, moyenne  $\pm$  écart type (n=3).

L'étude statistique révèle des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre les trois huiles des variétés S, B, A.

La stabilité oxydative, bien qu'elle ne soit pas un paramètre standard de qualité, est très utile pour estimer la durée de conservation des huiles d'olive. Ainsi, le temps d'induction est d'autant plus élevé que l'huile est plus riche en substances bioactives, signifiant donc que les réactions de rancissement sont retardées (**Bendini et al., 2010**).

Les résultats (Figure 09) sont exprimés en temps d'induction (heures), déterminés grâce à une courbe de conductivité (annexe III). Le temps d'induction maximal (42h) est enregistré pour l'huile commerciale B suivie par l'huile commerciale S (28,56h). La faible stabilité à l'oxydation est notée pour l'huile de variété A avec un temps de 18,34h.

Plusieurs recherches sur le domaine des antioxydants en rapportés que la présence des caroténoïdes et des polyphénols dans l'huile d'olive incorporée sont responsables de l'augmentation de l'endurance à l'oxydation et c'est le même ça pour les résultats trouvés après l'analyse des huiles d'olive étudiée (**Aparicio et al., 1999 ; Gutiérrez et al., 2001 ; Cortesi et revellini, 2004**).

D'après **Farmani et al., (2007)**, l'huile qui contient une plus grande teneur en AGS et une moindre teneur en AGI possède une période d'induction plus importante. Une réduction plus importante de la période d'induction est due à la présence d'AGPI.

### **Choix de l'huile d'olive**

Le choix de l'huile d'olive parmi les trois analysées est porté sur l'huile B qui est Blady de la région de Sedouk, l'échantillon est une huile extra-vierge, riche en composés phénolique et présente l'activité antioxydante la plus élevée. La stabilité de l'huile à l'oxydation semble être très intéressant afin de l'incorporer dans la mayonnaise dans ce contexte une caractérisation est réaliser.

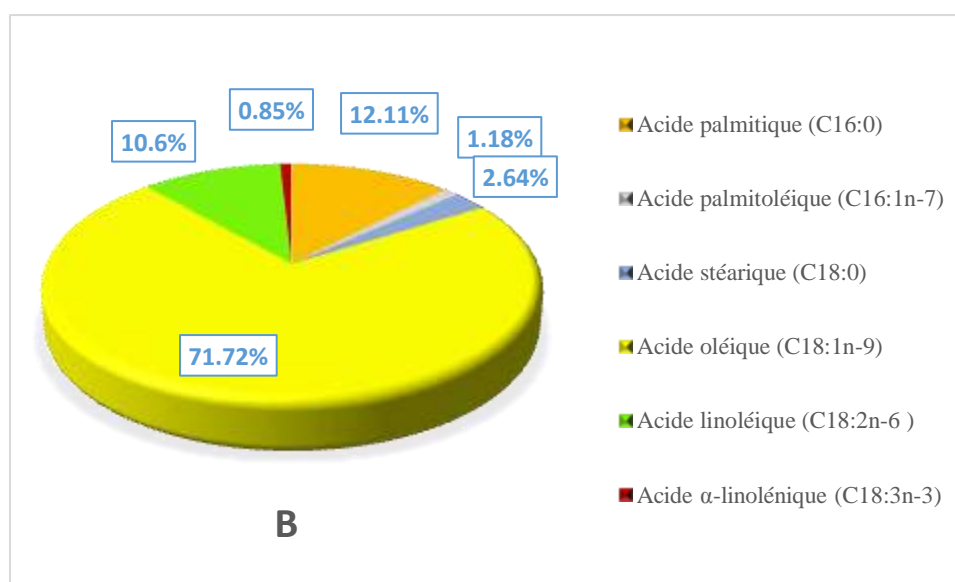
### **1.5. Composition en acide gras**

Le tableau VIII résume la composition en acides gras de l'huile d'olive testée. Les résultats rejoignent les normes commerciales du Conseil oléicole international **COI (2017)** pour l'huile d'olive extra vierge sont représentées dans le **tableau VIII**.

**Tableau VIII : Composition en acide gras de l'échantillon B.**

	<b>Résultat</b>	<b>COI (2019) (%)</b>	<b>Codex Alimentarius(2017) (%)</b>
<b>Acide palmitique (C16:0)</b>	12,11±0,01	7,5 - 20,0	7,5 - 20,0
<b>Acide palmitoléique (C16:1n-7)</b>	1,18±0,001	0,3 - 3,5	0,3 - 3,5
<b>Acide stéarique (C18:0)</b>	2,64±0	0,5 - 5,0	0,5 - 5,0
<b>Acide oléique (C18:1n-9)</b>	71,72±0,001	55,0 - 83,0	55,0 - 83,0
<b>Acide linoléique (C18:2n-6)</b>	10,60±0,005	2,5 - 21,0	3,5 - 21,0
<b>Acide α-linolénique (C18:3n-3)</b>	0,85±0,005	< 1,0	-

L'acide oléique dévoile la teneur la plus élevée (71,72%) (Figure 10). Les acides mono-insaturés de l'huile d'olive, en particulier l'acide oléique, sont extrêmement importants en raison de leurs avantages nutritionnels et de leur contribution à la stabilité oxydative de l'huile. Parmi les acides gras saturés, l'acide palmitique a été détecté en grande quantité (12,12%), la présence d'acide stéarique est également retrouvée à de très faibles concentrations (2,64%). En termes d'acides gras essentiels, l'acide linoléique a une valeur de 10,60 %, tandis que l'acide  $\alpha$ -linoléique a une valeur de 0,86 %. Teneurs en composition de l'échantillon étudié en acides gras totaux représentées dans la figure 10.



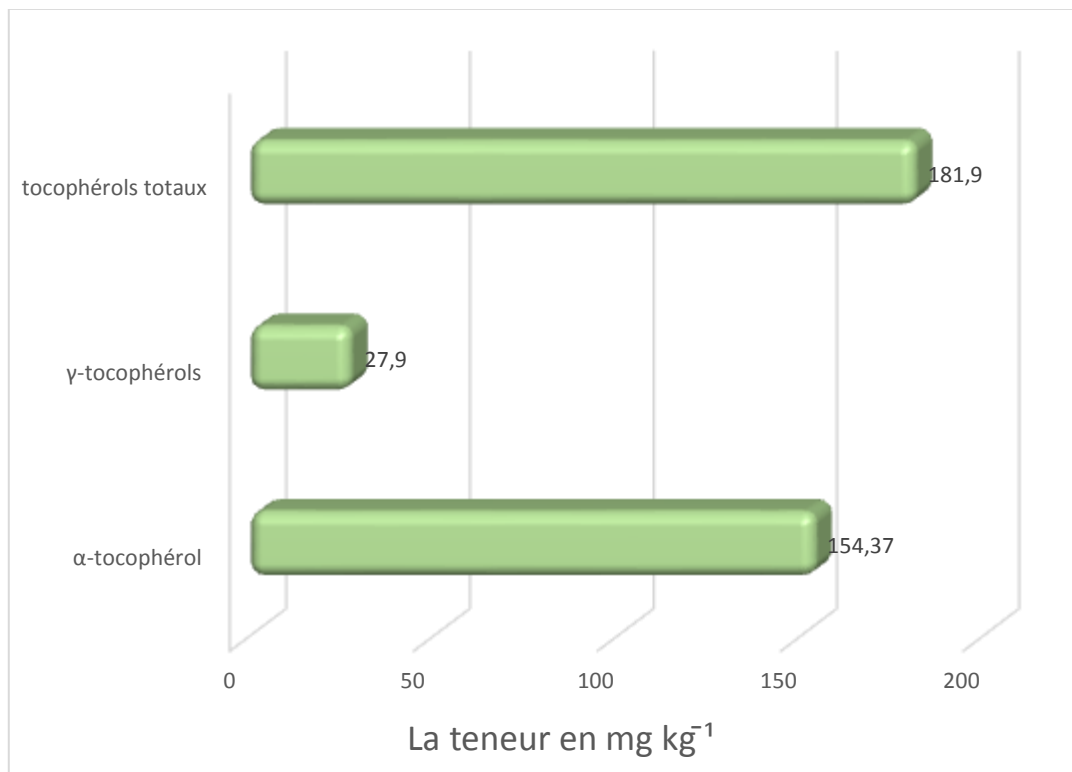
**Figure 10 :** Composition de l'échantillon étudié en acides gras totaux

Le rapport acide oléique/linoléique est un prédicteur majeur de la stabilité oxydative de l'huile d'olive ; une valeur plus élevée indique que l'huile est moins sensible à l'oxydation. Ce rapport était de 6,76 % dans l'huile d'olive analysée, indiquant que l'huile est résistante à l'oxydation.

Nos résultats sont comparables aux huiles étudiées par **Laincer et al., (2016)** qui ont étudié le profil en acides gras des huiles de Chemlal provenant d'olives récoltées dans la région de Bejaia. De même, pour la recherche menée par **Boudour-Benrachou et al., (2017)** et **Douzane et al., (2010)** sur les compositions en acides gras des huiles d'olive de six cultivars de l'est et du sud-ouest algérien.

### 1.6. Composition des tocophérols

La qualité et la quantité de tocophérols dans cette étude sont essentielles car ils seront utilisés pour remplacer les antioxydants synthétiques actuellement utilisés dans la mayonnaise. Composition de l'échantillon étudié en tocophérol est représentées dans la figure 11.



**Figure 11** : Composition de l'échantillon étudié en tocophérol

La figure (11) montre la teneur en tocophérols ( $\alpha$ ,  $\gamma$  et totaux), la teneur élevée des tocophérols totaux ( $181,9 \text{ mg kg}^{-1}$ ) rend notre huile particulièrement pertinente, l' $\alpha$ -tocophérol est un isomère prédominant dans les échantillons d'huile d'olive, dépassant 80 % du tocophérol totaux ( $154,37 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (Annexe IV), comme le montrent plusieurs études récentes (Guissois et al., 2018 ; Faci et al., 2021 ; Lechhab et al., 2021). En effet, l' $\alpha$ -tocophérol élimine les radicaux peroxydes lipidiques pour empêcher la formation d'espèces réactives de l'oxygène et interrompt les réactions en chaîne. Dans l'événement de rupture de chaîne, le tocophérol génère un radical libre qui pourrait réagir immédiatement avec un autre radical peroxyde, mettant fin à deux chaînes de peroxydation (Szewczyk, 2020).

En comparaison avec l' $\alpha$ -tocophérol, la teneur de l'échantillon d'huile en  $\gamma$ -tocophérols est de 27,90 mg kg<sup>-1</sup>, la teneur est faible mais possède une grande activité anti-oxydante.

Ce profil de tocophérols est proche de celui de diverses variétés d'huiles d'olive algériennes (**Bendi Djelloul et al., 2020**), et des huiles d'olive vierges de variétés grecques et espagnoles cultivées dans les cultivars italiens du nord-est du Maroc (**Mansouri et al., 2019**).

### 1.7. Activité anti-oxydante de la fraction hydrophile

Le modèle DPPH est largement utilisé pour évaluer les capacités anti-oxydantes des produits naturels. Le résultat d'activité anti-oxydante est relatif au test DPPH, l'EC50 de piégeage radicalaire de la fraction hydrophile est de 0,81 ± 0,001 mg/ml. Plusieurs chercheurs ont observé la forte activité des extraits phénoliques (**Boucheffa et al.; 2014 ; Laincer et al.; 2014 ; Metlefet et al.; 2017 ; Boussahel et al.; 2020**). La teneur en composés phénolique de l'huile est un déterminant essentiel de ses performances et de sa qualité.

### 1.8. Evaluation de l'activité antibactérienne des huiles d'olive

#### 1.8.1. Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI)

Afin de déterminer l'efficacité de l'extrait méthanolique de l'huile utilisé, on a procédé à la détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) (tableau IX). Globalement, le résultat de détermination des CMI de l'extrait utilisé a mis en évidence des niveaux d'activité antibactérienne très variables selon la souche testée. Les concentrations minimales inhibitrices (CMI) de l'extrait méthanolique de l'huile d'olive commercial B sont représentées dans le **tableau IX**.

**Tableau IX:** Concentrations minimales inhibitrices (CMI) de l'extrait méthanolique de l'huile d'olive commercial B en ( mg/ ml).

	<i>SARM</i>	<i>S. Typhi</i>	<i>S. aureus</i>	<i>V. cholerea</i>	<i>E. coli</i>
<b>Extrait méthanolique de la variété B</b>	0,43 +++	0,43 +++	0,21 +++	0,86 ++	3,46 +

+++ : Activité forte, ++ : activité intermédiaire, + : activité faible



**Bubonja-Sonje et al., (2011)** ont distingué différents niveaux d'activité des extraits en se basant sur les concentrations minimales inhibitrices : Forte activité antibactérienne < 0,4 mg/ml, intermédiaire  $0,4 \geq \text{CMI} \geq 0,8$  mg/ml et faible  $\text{CMI} > 0,8$  mg/ml.

L'activité de l'extrait est importante avec un spectre antimicrobien plus large et à des doses plus faibles. Il s'avère être plus actif sur *S. Typhi*, *V. cholerae*, *S. aureus* et *SARM* ainsi que *E. coli* avec de faibles CMI.

D'après les résultats obtenus, on constate que *S. aureus* est la souche la plus sensible avec  $\text{CMI} = 0,21 \text{ mg ml}^{-1}$ . Alors que *SARM* et *S. Typhi* sont moins sensibles avec des CMI de  $0,43 \text{ mg ml}^{-1}$ , ainsi que *V. cholerae* enregistre une CMI égale  $0,86$ . Et pour *E. coli* est considéré comme étant la souche la plus résistante à notre extrait à une CMI de  $3,46$ .

Différentes recherches sont réalisées sur l'activité antimicrobienne, ou ils ont déduit que les différents composants de l'huile d'olive autres que les acides gras, probablement les composés phénoliques, seraient responsables de l'action bactéricide et la concentration en polyphénols n'est pas le seul paramètre qui gère le potentiel antimicrobien mais également la nature des composés présents dans les extraits (**Bisignano et al., 1999 ; Pereira et al., 2006 ; Sousa et al., 2006 ; Dominciano et al., 2016 ; Zorić et al. 2016**).

**2. Résultats d’analyses réalisées sur la mayonnaise**

**2.1. Analyse physico-chimique de la mayonnaise**

Les résultats obtenus des analyses physico-chimiques des trois mayonnaises sont présentés dans le **tableau (XII)**.

Les résultats des paramètres physico-chimiques sont conformes aux normes internes de l’unité interne de l’entreprise (**tableau XII**).

**Tableau X:** Caractéristiques physico-chimiques des mayonnaises Élaborée et Standard

	<b>Mayonnaise enrichie à 1 % de HO</b>	<b>Mayonnaise enrichie à 4 % de HO</b>	<b>Mayonnaise Industrielle</b>
<b>PH</b>	3,36 <sup>a</sup> ± 0	3,43 <sup>a</sup> ± 0,01	3,37 <sup>a</sup> ± 0,01
<b>Acidité %</b>	0,39 <sup>a</sup> ± 0,01	0,39 <sup>a</sup> ± 0,001	0,41 <sup>a</sup> ± 0,01
<b>Extrait sec %</b>	76,23 <sup>a</sup> ± 1,07	77,63 <sup>a</sup> ± 0,5	76,33 <sup>a</sup> ± 0,9
<b>Teneur en sel</b>	1,53 <sup>a</sup> ± 0,01	1,52 <sup>a</sup> ± 0,01	1,65 <sup>a</sup> ± 0,04
<b>Densité</b>	0,959 <sup>a</sup> ± 0	0,959 <sup>a</sup> ± 0,0005	0,959 <sup>a</sup> ± 0
<b>Viscosité (cp)</b>	83813,333 <sup>b</sup> ± 2030,59	219700 <sup>a</sup> ± 2128,3	80813,333 <sup>b</sup> ± 1357,69
<b>Consistance (cm/30sec)</b>	0,25 <sup>a</sup> ± 0	0,2 <sup>a</sup> ± 0	0,5 <sup>b</sup> ± 0,05
<b>Indice de peroxyde</b>	2 <sup>a</sup> ± 0	3,4 <sup>b</sup> ± 0	3,2 <sup>b</sup> ± 0

\*Dans la même ligne les valeurs portant la même lettre ne diffèrent pas significativement (p< 0,05), moyenne ± écart type (n=3).

D’après l’étude statistique on constate que le pH, l’acidité, densité, extrait sec et la teneur en sel des trois échantillons (MI, MHO à 4%, MHO à 1%) ne révèle aucune différence significative or que la différence inclus la consistance, viscosité et indice de peroxyde.

Pour la consistance, l’étude statistique révèle des différences significatives (p<0,05) entre la MHO à 1%, MHO à 4% et la MI. Ainsi aucune différence n’est enregistrée entre la MHO à 1% et MHO à 4%. Il est mentionné que plus la valeur de la consistance trouver à l’aide de bost wisk est petite plus le produit est consistant. Donc d’après cette interprétation on déduit que la MHO à 4% est la plus consistante par rapport aux deux autres mayonnaises.

Ainsi l'étude statistique des résultats de la viscosité et de l'indice de peroxyde des trois échantillons révèle des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre la MHO à 1%, MI et la MHO à 4%. Ainsi aucune différence n'est enregistrée entre la MHO à 1% et MI. L'indice de peroxyde le plus faible est enregistré pour l'échantillon de mayonnaise à 1% d'huile d'olive suivie de celle à 4% d'huile d'olive puis la mayonnaise témoin. Caractéristiques physico-chimiques des mayonnaises Elaborée et Standard sont représentées dans le **tableau X**.

**2.2. Analyse microbiologique**

Les résultats de l'analyse microbiologique des trois mayonnaises (MHO à 1%, MHO à 4% et MI) effectuée au sein de laboratoire d'analyse microbiologique de l'unité Cevital Tchina sont représentés dans le **tableau XI**.

**Tableau XI : Résultats d'analyse physico-chimique des trois mayonnaises.**

Les bactéries recherchées	Les produits			Limites microbiologiques (ufc/g)	
	MI	MHO à 1%	MHO à 4%	M	M
Germes aérobies à 30 °C	<b>ABS</b>	<b>ABS</b>	<b>ABS</b>	104	105
Levures et moisissures	<b>ABS</b>	<b>ABS</b>	<b>ABS</b>	102	10
Escherichia coli	<b>ABS</b>	<b>ABS</b>	<b>ABS</b>	10	102
Staphylocoques à coagulase +	<b>ABS</b>	<b>ABS</b>	<b>ABS</b>	102	103
Salmonella	<b>ABS</b>	<b>ABS</b>	<b>ABS</b>	Absence dans 25 g	

ABS = absence

Le tableau XI montre l'absence totale de tous les germes recherchés, on déduit que la préparation de ses mayonnaises est effectuée dans des bonnes conditions hygiéniques, ainsi les ingrédients utilisés sont bien traités et stériles.

En comparant ses résultats avec les normes du **journal officiel mayonnaise** on déduit que les résultats microbiologiques des trois produits de mayonnaise sont propres à la consommation de point de vue microbiologique.

2.3. Analyse sensorielle

Les résultats d’analyse sensorielle des trois mayonnaises codée 120 (MHO à 1%), 230 (MI) et 340 (MI) sont représentés dans la figure 12.

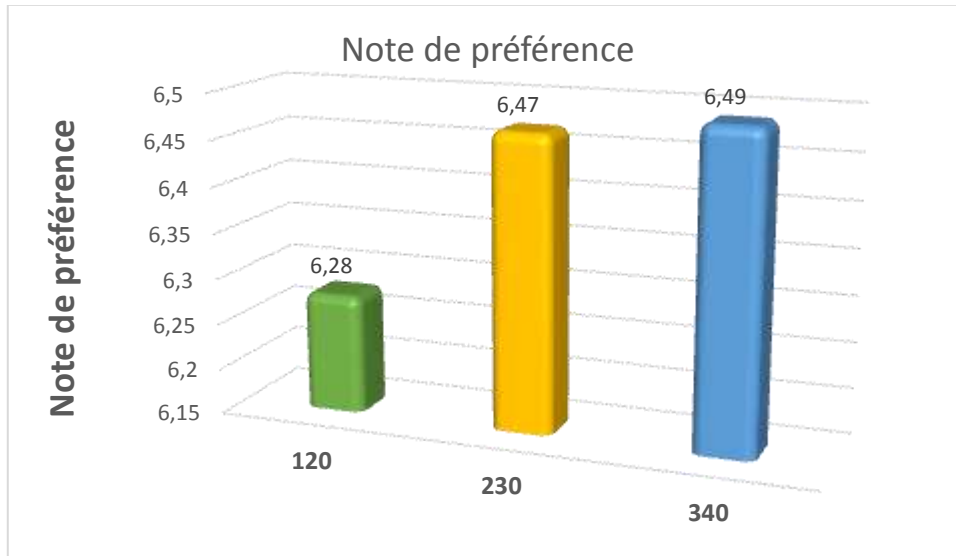


Figure 12 : Résultats d’analyse sensorielle des trois mayonnaises codées.

La figure 12 représente les trois mayonnaises en fonction de la note de préférence mentionnée dans la fiche de dégustation (voir l’annexe 6). D’après ces résultats la note des échantillons 230 et 340 sont presque égales, par contre la note de l’échantillon 120 est inférieur un peu par rapport aux deux autres mayonnaises.

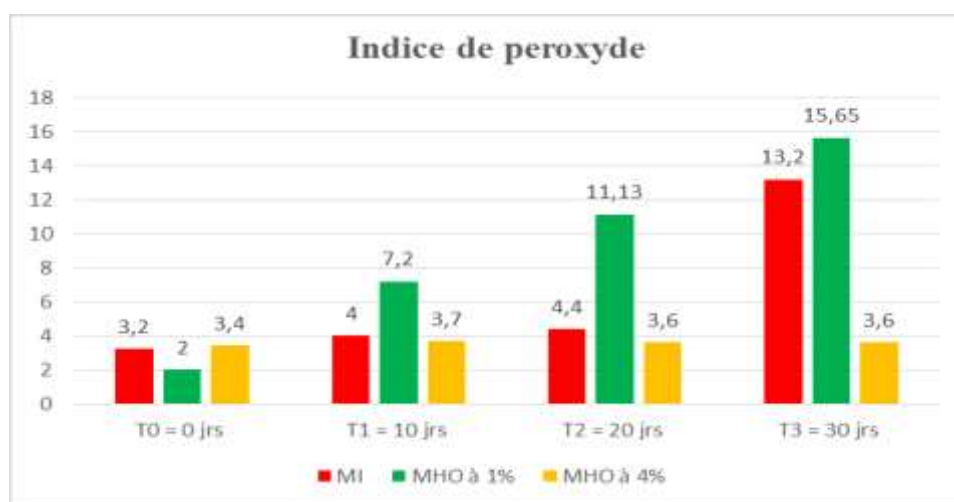
D’une manière globale la mayonnaise enrichie en huile d’olive à 4% est plus préférée par les sujets que la mayonnaise de commerce locale en faveur de ses propriétés organoleptiques.

2.4. Test de vieillissement accéléré

Après 30 jours d’incubation des trois produits de mayonnaise dans une étuve à 40 °C, en suivant les paramètres physico-chimique et microbiologique chaque 10 jours. Les résultats obtenus ainsi que leurs études statistiques sont illustrées dans la figure suivante.

Le test de Schaal a été utilisé pour évaluer la stabilité accélérée des mayonnaises, La figure 13 montre les changements de PV obtenus pour les mayonnaises additionnés aux différents volumes de l’huile d’olive et la mayonnaise témoin à l’EDTA pendant la période de stockage (30j).

L'indice de peroxyde évalué au jour 0 est le même pour toutes les mayonnaises formulées. Les résultats démontrent la fraîcheur des échantillons qui n'ont pas subi le phénomène d'oxydation. Après une semaine on observe une augmentation significative de l'indice de peroxyde des deux mayonnaises (MT et MHO à 1%) par rapport à mayonnaise témoin. Cela peut s'expliquer par le développement de l'oxydation des lipides et la formation de ses produits primaires (Angelo et Jorge, 2008). Résultats de suivi des paramètres physico-chimique des trois mayonnaises pendant 30 jours sont présentées dans la figure 13.



**Figure 13 :** Résultats de suivi des paramètres physico-chimique des trois mayonnaises pendant 30 jours.

La mayonnaise enrichie avec l'huile d'olive qui offre les meilleures protections contre l'oxydation accélérée comparant au témoin.

Après 30 jours, l'indice de peroxyde du mayonnaise témoin est passé de 3,2 à 13,2 mg eq. O<sub>2</sub> actif/kg de mayonnaise. Presque les mêmes observations sont signalées pour la mayonnaise additionnées à 1% d'huile d'olive (3-15 mg eq O<sub>2</sub> actif/kg de mayonnaise)

Concernant la mayonnaise additionnée à 4% d'huile d'olive, l'étude statistique de la valeur de l'indice de peroxyde au bout de 10, 20 et 30 jours d'incubation ne révèle aucune différence significative (3,6 ± 0,2 mg eq O<sub>2</sub> actif/kg). La stabilité de cette mayonnaise peut être due à des propriétés antioxydante de l'huile d'olive incorporée. Ces propriétés des huiles d'olive dans ce test dépendaient de plusieurs paramètres tels que le caractère hydrophile-lipophile dans un produit alimentaire, les conditions de stockage (température), la composition chimique du produit, etc.

Les résultats de l'analyse microbiologique des trois mayonnaises (MHO à 1%, MHO à 4% et MI) effectué au sien de laboratoire d'analyse microbiologique de l'unité cevital tchina sont représentés dans la figure 14.

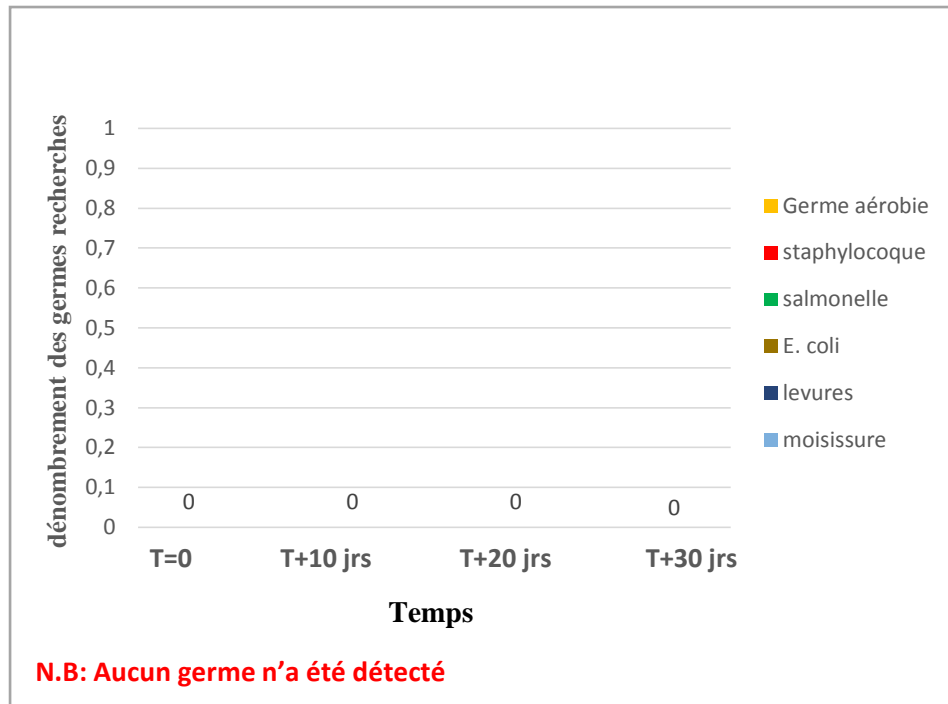


Figure 14 : Résultats d'analyse microbiologique réalisée durant la période d'incubation.

La figure 14 montre l'absence totale de tous les germes recherchés, cela veut dire que ses mayonnaises ont resté comme étant avant l'incubation 40°C. Cela reconferme que la préparation est effectuée dans des bonnes conditions hygiéniques, ainsi les ingrédients utilisés sont bien traités et stériles.

En comparant ses résultats avec les normes du **journal officiel mayonnaise** en déduit que les résultats microbiologiques des trois produits de mayonnaise préparent sont satisfaits, donc les mayonnaises sont propres à la consommation de point de vue microbiologique.

### Conclusion et perspectives

Le présent travail fait l'objet d'une formulation d'une mayonnaise enrichie en huile d'olive, dans le but d'améliorer la résistance à l'oxydation et d'incorporer des antioxydants naturels.

Dans un premier temps, les indices de qualité des trois huiles d'olive de variété *Chemlal* nous ont permis de classer deux huiles (S ET B) dans la catégorie « extra vierge » et le A dans la catégorie « vierge ».

Vu la stabilité oxydative élevée et la richesse de l'huile B en composés phénolique ainsi que l'activité antioxydante performante, elle a été sélectionnée parmi les trois échantillons pour l'utiliser dans la formulation des mayonnaises.

La chromatographie en phase gazeuse réalisée sur l'échantillon B a révélé la dominance de l'acide oléique, comme un élément majeur de la composition d'acides gras. La teneur en polyphénols de l'huile sélectionnée est de 557 mg/kg tandis que la teneur en pigment est relativement faible est de 1,98 mg/Kg pour la chlorophylle et 3,5 mg/kg pour le caroténoïde. L'analyse par HPLC de l'échantillon nous a permis de quantifier les tocophérols il s'avère que notre échantillon est riche en alpha tocophérols avec des taux de 154,36 mg kg<sup>-1</sup>.

Deux mayonnaises enrichies par des différents volumes d'huile d'olive extra vierge 1% et 4% de la matière grasse, sans addition de l'EDTA ont été élaborées. L'analyse des deux mayonnaises obtenue présente, les caractéristiques physico-chimiques satisfaisante comparant à la mayonnaise témoin. La stabilité oxydative est évaluée par le test du vieillissement en suivant la variation d'indice de peroxyde pendant 30 jours d'incubation à 40°C, ou la Mayonnaise 4% d'huile d'olive est resté stable avec une valeur de 3,4 méq d'O<sub>2</sub>/Kg contrairement la valeur d'indice de peroxyde des deux mayonnaises standard et enrichi avec 1% d'huile d'olive a présenté une variation comprise de 3 à 15méq d'O<sub>2</sub>/Kg.

Concernant l'analyse sensorielle, d'une manière globale la mayonnaise enrichie en huile d'olive à 4% est plus préférée par les sujets que la mayonnaise de commerce locale en faveur de ses propriétés organoleptiques.

En perspective, il est souhaitable :

- ✓ D'essayer l'incorporation de l'huile d'olive à plusieurs pourcentages.
- ✓ De suivre le test de vieillissement à une durée de 3-4 mois et de vérifier le diamètre des gouttelettes d'huile et la stabilité oxydative de la mayonnaise. Etude de l'activité antimicrobienne de la mayonnaise enrichie avec l'huile d'olive sur la salmonelle.
- ✓ Étudier l'effet d'incorporation de l'huile d'olive sur des différents produits alimentaires.

# *Références bibliographique*



# Références Bibliographiques

## A

- Ait Yacine Z.(2001). Etude des facteurs déterminant la meilleure période de récolte des olives (var. Picholine marocaines) Destinées à la trituration dans le TADLA. Thèse de Doctorat d'état ès-Sciences, Université Mohamed I, Faculté des Sciences, Oujda. pp. 1-106.
- Alais and Linden (1997) 'Cours\_DJERMOUNE Lynda\_Biochimie Alimentaire.pdf'.
- Alcázar Román R, Amorós JA, Pérez de los Reyes C, García Navarro FJ, and Bravo S (2014a) 'Major and trace elements contents of olive leaves'. Available at: <https://doi.org/10.13140/2.1.3712.5766>.
- Alcázar Román R, Amorós JA, Pérez de los Reyes C, García Navarro FJ, and Bravo S (2014b) 'Major and trace elements contents of olive leaves'. Available at: <https://doi.org/10.13140/2.1.3712.5766>.
- Alizadeh Behbahani, B., Falah, F., Lavi Arab, F., Vasiee, M. and Tabatabaee Yazdi, F. (2020) 'Chemical Composition and Antioxidant, Antimicrobial, and Antiproliferative Activities of *Cinnamomum zeylanicum* Bark Essential Oil', *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020, pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.1155/2020/5190603>.
- Alu'datt, M.H., Rababah, T., Alhamad, M.N., Gammoh, S., Ereifej, K., Al-Mahasneh, M.A., Al-u'datt, D., Naimi, O., Hussein, N. and Kubow, S. (2017) 'Application of Olive Oil as Nutraceutical and Pharmaceutical Food: Composition and Biofunctional Constituents and Their Roles in Functionality, Therapeutic, and Nutraceutical Properties', in *Soft Chemistry and Food Fermentation*. Elsevier, pp. 265–298. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811412-4.00010-2>.
- Aparicio, R., Roda, L., Albi, M.A. and Gutiérrez, F. (1999) 'Effect of Various Compounds on Virgin Olive Oil Stability Measured by Rancimat', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), pp. 4150–4155. Available at: <https://doi.org/10.1021/jf9812230>.

## B

- Baccouri, B., Temime, S.B., Taamalli, W., Daoud, D., M'Sallem, M. and Zarrouk, M. (2007) 'Analytical Characteristics OF Virgin Olive Oils From Two New Varieties Obtained

- by Controlled Crossing on Meski Variety', *Journal of Food Lipids*, 14(1), pp. 19–34.  
Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2006.00067.x>.
- Benabdeljelil K. (2003) .L"utilisation de matière grasse dans l'alimentation avicole: caractéristique nutritionnelle et recommandation pratique.
- Ben Tekaya, I. and Hassouna, M. (2005) 'Étude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage', *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 12(5–6), pp. 447–454. Available at: <https://doi.org/10.1051/ocl.2005.0447>.
- Ben Tekaya, I. and Hassouna, M. (2007) 'Effets des chlorophylles, du bêta-carotène, de l'alphatocophérol, du tyrosol et de leurs interactions sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive tunisienne', *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 14(1), pp. 60–67. Available at: <https://doi.org/10.1051/ocl.2007.0097>.
- Bendini, A., Bonoli, M., Cerretani, L., Biguzzi, B., Lercker, G. and Gallina Toschi, T. (2003) 'Liquid–liquid and solid-phase extractions of phenols from virgin olive oil and their separation by chromatographic and electrophoretic methods', *Journal of Chromatography A*, 985(1–2), pp. 425–433. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(02\)01460-7](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(02)01460-7).
- Boarelli, M.C., Biedermann, M., Peier, M., Fiorini, D. and Grob, K. (2020) 'Ergosterol as a marker for the use of degraded olives in the production of olive oil', *Food Control*, 112, p. 107136 . Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107136>.
- Borges, T.H., Pereira, J.A., Cabrera-Vique, C., Lara, L., Oliveira, A.F. and Seiquer, I. (2017) 'Characterization of Arbequina virgin olive oils produced in different regions of Brazil and Spain: Physicochemical properties, oxidative stability and fatty acid profile', *Food Chemistry*, 215, pp. 454–462. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.162>.
- Boskou, D. (2006a) *Olive Oil: Chemistry and Technology, Second Edition*. AOCS Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1201/9781439832028>.
- Boskou, D. (2006b) *Olive Oil: Chemistry and Technology, Second Edition*. AOCS Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1201/9781439832028>.
- Boucheffa, S., Tamendjari, A., Rovellini, P. and Venturini, S. (2014) 'Composition and antioxidant activity of some Algerian wild extra virgin olive oils', p. 10.
- Boudour-Benrachou, Boudour-Benrachou, N., Plard, J., ISM<sup>2</sup>, UMR 6263, Equipe AD<sup>2</sup>EM, Université Paul Cézanne, Case 451, 13397 Marseille Cedex 20, France, Pinatel, C., Centre Technique de l'olivier (CTO), Maison des Agriculteurs, 22

- Avenue Henri Pontier, 13626 Aix-en-Provence Cedex, France, Artaud, J., ISM<sup>2</sup>, UMR 6263, Equipe AD<sup>2</sup>EM, Université Paul Cézanne, Case 451, 13397 Marseille Cedex 20, France, Dupuy, N., and ISM<sup>2</sup>, UMR 6263, Equipe AD<sup>2</sup>EM, Université Paul Cézanne, Case 451, 13397 Marseille Cedex 20, France (2017) ‘Fatty Acid Compositions of Olive Oils from Six Cultivars from East and South-Western Algeria’, *Advances in Food Technology and Nutritional Sciences - Open Journal*, 3(1), pp. 1–5. Available at: <https://doi.org/10.17140/AFTNSOJ-3-138>.
- Boulfane, S., Maata, N., Anouar, A. and Hilali, S. (2015) ‘Caractérisation physicochimique des huiles d’olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc’, *Journal of Applied Biosciences*, 87(1), p. 8022. Available at: <https://doi.org/10.4314/jab.v87i1.5>.
- Borges, T. H., Pereira, J. A., Cabrera-vique, C., Lara, L., Oliveira, A. F. & Seiquer, I. 2017. Characterization of Arbequina virgin olive oils produced in different regions of Brazil and Spain: Physicochemical properties, oxidative stability and fatty acid profile. *Food Chemistry*, 215, 454-462.
- Brenes, M., García, A., García, P., Rios, J.J. and Garrido, A. (1999a) ‘Phenolic Compounds in Spanish Olive Oils’, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(9), pp. 3535–3540. Available at: <https://doi.org/10.1021/jf990009o>.
- Brenes, M., García, A., García, P., Rios, J.J. and Garrido, A. (1999b) ‘Phenolic Compounds in Spanish Olive Oils’, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(9), pp. 3535–3540. Available at: <https://doi.org/10.1021/jf990009o>.

## C

- Calligaris, S., Manzocco, L. and Nicoli, M.C. (2007) ‘Modelling the temperature dependence of oxidation rate in water-in-oil emulsions stored at sub-zero temperatures’, *Food Chemistry*, 101(3), pp. 1019–1024. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.056>.
- Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, Ma. de L., Páez-Hernández, Ma.E., Rodríguez, J.A. and Galán-Vidal, C.A. (2009) ‘Chemical studies of anthocyanins: A review’, *Food Chemistry*, 113(4), pp. 859–871. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.001>.

- Chikhi, M. 2019. Evaluation de l'expression staphylococcus à coagulas positive de la mayonnaise consommée au pizzeria de la ville ait ti mouchent. Memoire de fin d'études. Centre de l'université Belhadj Bouchaibe d'Ain-Timouchent. 43p
- Cicerale, S., Lucas, L. and Keast, R. (2010) 'Biological Activities of Phenolic Compounds Present in Virgin Olive Oil', *International Journal of Molecular Sciences*, 11(2), pp. 458–479. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms11020458>.
- Codex (1981) 'NORME POUR LES OLIVES DE TABLE', p. 16. Cortesi N. et Rovellini P. (2004). L'état d'oxydation de l'huile d'olive vierge : effet des antioxydants naturels. *Olivae*, 101: pp:27-33.
- COI (2011). Document COI/OH/Doc. No 1. Guide pour la détermination des caractéristiques des olives à huile. International Olive Oil Council, Madrid.
- COI (2016). Document COI/T.20/Doc. No. Determination of peroxide value. International Olive Oil Council, Madrid.
- COI (2017). Document COI/T.20/Doc No 29/Rev1. Determination of biophenols in olive oils by HPLC. International Olive Oil Council, Madrid.
- COI (2019). Document COI/T.15/NC No 3/Rev. 14. Trade standard applying to olive oils and olive pomace oils. International Olive Oil Council, Madrid.

## *D*

- De Alzaa F, Guillaume C et Ravetti L. Evaluation of Chemical and Physical Changes in different Commercial Oils during Heating. *Acta Scientific Nutritional Health*. 2018; 2: 6.
- Demirag, O. and Konuskan, D.B. (2021) 'Quality Properties, Fatty Acid and Sterol Compositions of East Mediterranean Region Olive Oils', *Journal of Oleo Science*, 70(1), pp. 51–58. Available at: <https://doi.org/10.5650/jos.ess20179>.
- DOUZANE, M., TAMENDJARI, A., ABDI, A., K., DAAS, M., MEHDID, F. & BELLAL, M., M 2013. Phenolic compounds in mono-cultivar extra virgin olive oils from Algeria. *Grasas y Aceites*, 64, 285-294.

## *E*

El Antari A, Hilal A, Boulouha. et El Moudni A. (2000) .Etude de l' "influence de la variété, del' "environnement et des techniques culturales sur les caractéristiques des fruits et la composition chimiques de l' "huile d' "olive vierge extra au Maroc. *Olivae*, 80: 29-36.

Eshghi, N., Asnaashari, M., Haddad Khodaparast, M.H. and Hosseini, F. (2014) 'Evaluating the potential of natural curcumin for oxidative stability of soybean oil', *Natural Product Research*, 28(17), pp. 1375–1378. Available at: <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.901319>.

Elketroussi, M. 2018. Effet de type de jaune d'œuf sur la qualité organoliptique et microbiologique de la mayonnaise. Mémoire de fin d'études. Universté Abdelhamide Ibn Badis. Mostaghanem 38p

## F

Fuentes de Mendoza, M., De Miguel Gordillo, C., Marín Expósito, J., Sánchez Casas, J., Martínez Cano, M., Martín Vertedor, D. and Franco Baltasar, M.N. (2013) 'Chemical composition of virgin olive oils according to the ripening in olives', *Food Chemistry*, 141(3), pp. 2575–2581. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.074>.

## G

García- González, D.L., Aparicio- Ruiz, R. and Aparicio, R. (2008) 'Virgin olive oil - Chemical implications on quality and health', *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(7), pp. 602–607. Available at: <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700262>.

GASTRONOMAYO. (1901). La Mayonnaise. <http://gastronomayo.centerblog.net/> Gavahian, M., Mousavi Khaneghah, A., Lorenzo, J.M., Munekata, P.E.S., Garcia-Mantrana, I., Collado, M.C., Meléndez-Martínez, A.J. and Barba, F.J. (2019) 'Health benefits of olive oil and its components: Impacts on gut microbiota antioxidant activities, and prevention of noncommunicable diseases', *Trends in Food Science & Technology*, 88, pp. 220–227. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.008>.

Ghanbari, R., Anwar, F., Alkharfy, K.M., Gilani, A.-H. and Saari, N. (2012) 'Valuable Nutrients and Functional Bioactives in Different Parts of Olive (*Olea europaea* L.)—A Review', *International Journal of Molecular Sciences*, 13(3), pp. 3291–3340. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms13033291>.

- Gharbi, I., Issaoui, M., Mehri, S., Cheraief, I., Sifi, S. and Hammami, M. (2015) ‘Agronomic and Technological Factors Affecting Tunisian Olive Oil Quality’, *Agricultural Sciences*, 06(05), pp. 513–526. Available at: <https://doi.org/10.4236/as.2015.65051>.
- Giuffrida, D., Salvo, F., Salvo, A., Pera, L.L. and Dugo, G. (2007) ‘Pigments composition in monovarietal virgin olive oils from various sicilian olive varieties’, *Food Chemistry*, 101(2), pp. 833–837. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.030>.
- Gomes, I.A. and Izabela Alves Gomes; Flávia dos Santos Gomes; Otniel Freitas-Silva; Janine Passos Lima da Silva. (2017) ‘Ingredients of mayonnaise: Future perspectives focusing on essential oils to reduce oxidation and microbial counts’, p. 13.
- Gómez-Alonso, S., Mancebo-Campos, V., Salvador, M.D. and Fregapane, G. (2007) ‘Evolution of major and minor components and oxidation indices of virgin olive oil during 21 months storage at room temperature’, *Food Chemistry*, 100(1), pp. 36–42. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.006>.
- Gutiérrez, F., Jiménez, B., Ruíz, A. and Albi, M.A. (1999) ‘Effect of Olive Ripeness on the Oxidative Stability of Virgin Olive Oil Extracted from the Varieties Picual and Hojiblanca and on the Different Components Involved’, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(1), pp. 121–127. Available at: <https://doi.org/10.1021/jf980684i>.

## *H*

- Haddada F.M., Krichène D., Manai H., Oueslati I., Daoud D. and Zarrouk M.( 2008). Analytical evaluation of six monovarietal virgin olive oils from Northern Tunisia. *European Journal of Lipid Science and Technology*, (110), 905-913.
- Harwood, J. and Aparicio, R. (eds) (2000) *Handbook of Olive Oil*. Boston, MA: Springer US. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5371-4>.

## *J*

- Jacotot B, L'huile d'olive de la gastronomie à la santé Paris. 1993. Artulen: 280.

## *K*

- Kholkhal, F., Lazouni, H.A., Bendahou, M., Boublenza, I. and Chabane, S.D. (2013) ‘Étude phytochimique et évaluation de l’activité anti-oxydante de *Thymus Ciliatus* ssp. *Coloratus*’, p. 8.

Kone.S., (2001).Fabrication artisanale de la mayonnaise. Site web :[http://pmb.sicac.org/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=474](http://pmb.sicac.org/opac_css/doc_num.php?explnum_id=474).

Kishk, Y.F.M. and Elsheshetawy, H.E. (2013) ‘Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics’, *Annals of Agricultural Sciences*, 58(2), pp. 213–220. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2013.07.016>.

## L

Laincer, F., Iaccarino, N., Amato, J., Pagano, B., Pagano, A., Tenore, G., Tamendjari, A., Rovellini, P., Venturini, S., Bellan, G., Ritieni, A., Mannina, L., Novellino, E. and Randazzo, A. (2016) ‘Characterization of monovarietal extra virgin olive oils from the province of Béjaïa (Algeria)’, *Food Research International*, 89, pp. 1123–1133. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.04.024>.

Laincer, F., Laribi, R., Tamendjari, A., Arrar, L., Rovellini, P. and Venturini, S. (2014a) ‘Olive oils from Algeria: Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activities’, *Grasas y Aceites*, 65(1), p. e001. Available at: <https://doi.org/10.3989/gya.035713>.

Laincer, F., Laribi, R., Tamendjari, A., Arrar, L., Rovellini, P. and Venturini, S. (2014b) ‘Olive oils from Algeria: Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activities’, *Grasas y Aceites*, 65(1), p. e001. Available at: <https://doi.org/10.3989/gya.035713>.

Lazzez A, Cossentini M et Karray B. (2006). Etude de l’évolution des stérols des alcools aliphatiques et des pigments de l’huile d’olive au cours du processus de maturation. *Journal de la société chimique de Tunisie*, 8 : PP 21-32.

Ledrole R, Siciliano A et Ramu L. (2004). L’olivier pas à pas .Groupement des oléiculteurs de Haute Provence et du Luberon. Edisud. Paris, pp : 82-83.

Lopez, S., Bermudez, B., Montserrat-de la Paz, S., Jaramillo, S., Varela, L.M., Ortega-Gomez, A., Abia, R. and Muriana, F.J.G. (2014) ‘Membrane composition and dynamics: A target of bioactive virgin olive oil constituents’, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes*, 1838(6), pp. 1638–1656. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2014.01.007>.

Loumou, A. and Giourga, C. (2003) ‘Olive groves: ‘‘The life and identity of the Mediterranean’’’, p. 11.

## M

- Medina E, De Castro A, Romero C et Brenes M. (2006). Phenolic compounds in olive oil and other plant oils: correlation with antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54(14): 4954-4961.
- Ma, Z. and Boye, J.I. (2013) 'Advances in the Design and Production of Reduced-Fat and Reduced-Cholesterol Salad Dressing and Mayonnaise: A Review', *Food and Bioprocess Technology*, 6(3), pp. 648–670. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11947-012-1000-9>.
- Manai-Djebali, H., Krichène, D., Ouni, Y., Gallardo, L., Sánchez, J., Osorio, E., Daoud, D., Guido, F. and Zarrouk, M. (2012) 'Chemical profiles of five minor olive oil varieties grown in central Tunisia', *Journal of Food Composition and Analysis*, 27(2), pp. 109–119. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2012.04.010>.
- McDowell, L.R. (2000) 'Vitamins in Animal and Human Nutrition', p. 812.
- Muzammil, S., Kanwal, H., Shahzad, T., Hussain, S., Nadeem, H.U., Rasul, I., Imran, M., Afzal, M., Iftikhar, K. and Siddique, M.H. (2021) 'Olive oil', in *Green Sustainable Process for Chemical and Environmental Engineering and Science*. Elsevier, pp. 17–29. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821886-0.00009-9>.

## O

- Ocakoglu, D., Tokatli, F., Ozen, B. and Korel, F. (2009) 'Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years', *Food Chemistry*, 113(2), pp. 401–410. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.057>.
- Ollé M. (2002). Analyse des corps gras. Dans : Techniques de l'ingénieur, traité de Génie des procédés. P 3 325 – 2.
- Oueslati, I., Anniva, C., Daoud, D., Tsimidou, M.Z. and Zarrouk, M. (2009) 'Virgin olive oil (VOO) production in Tunisia: The commercial potential of the major olive varieties from the arid Tataouine zone', *Food Chemistry*, 112(3), pp. 733–741. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.041>.
- Oulebsir, R. (2008) *L'olivier en Kabylie entre mythes et réalités*. Paris: l'Harmattan.
- Owen RW, Giacosa A, Hull WE, Haubner R, Würtele G, Spiegelhalder, et Bartsch H. (2000) Olive-oil consumption and health : the possible role of antioxidants. *The Lancet Oncology*.(1): 107-112.



## P

- Papadopoulos, G. and Boskou, D. (1991) 'Antioxidant effect of natural phenols on olive oil', *Journal of the American Oil Chemists Society*, 68(9), pp. 669–671. Available at: <https://doi.org/10.1007/BF02662292>.
- Plaza & Janes Editorial, Barcelona, pp. 145–90.
- Psomiadou, E. and Tsimidou, M. (2001) 'Pigments in Greek virgin olive oils: occurrence and levels', *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(7), pp. 640–647. Available at: <https://doi.org/10.1002/jsfa.859>.
- Psomiadou, E. and Tsimidou, M. (2002) 'Stability of Virgin Olive Oil. 1. Autoxidation Studies', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(4), pp. 716–721. Available at: <https://doi.org/10.1021/jf0108462>.

## R

- Raikos, V., McDonagh, A., Ranawana, V. and Duthie, G. (2016) 'Processed beetroot (*Beta vulgaris* L.) as a natural antioxidant in mayonnaise: Effects on physical stability, texture and sensory attributes', *Food Science and Human Wellness*, 5(4), pp. 191–198. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.10.002>.
- RANALLI, A., TOMBESI, A., FERRANTE, M. L. & DE MATTIA, G. 1997. A new olive ripening index and quality of product. *Rivista Italiana delle Sostanze Grass*, 75: 553-557.
- Ryan D, Robards K. et Lavee S. (1998). Assessment of quality in olive oil. *Olivae* 72: 23-41.

## S

- SAARELA, A. M., PAULA, H., SINIKKA, M., ATTE, V. W. (2010). *Elintarvikeprosessit. 3. uudistettupainos. Savonia-ammattikorkeakoulun julkaisusarja. D5/9/2010. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu*
- Salvador MD, Aranda F, Góme z- Alonso S, Fregapane G. (2001). Cornicabra virgin olive oil: a study of five crop seasons. Composition, quality and oxidative stability. *Food Chem.* 74, 267–274. 33-Pardo J
- Schwingshackl, L. and Hoffmann, G. (2012) 'Monounsaturated Fatty Acids and Risk of Cardiovascular Disease: Synopsis of the Evidence Available from Systematic Reviews

and Meta-Analyses', *Nutrients*, 4(12), pp. 1989–2007. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu4121989>.

Seçmeler, Ö. and Galanakis, C.M. (2019) 'Olive Fruit and Olive Oil', in *Innovations in Traditional Foods*. Elsevier, pp. 193–220. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814887-7.00008-3>.

Servili, M., Sordini, B., Esposito, S., Urbani, S., Veneziani, G., Di Maio, I., Selvaggini, R. and Taticchi, A. (2013) 'Biological Activities of Phenolic Compounds of Extra Virgin Olive Oil', *Antioxidants*, 3(1), pp. 1–23. Available at: <https://doi.org/10.3390/antiox3010001>.

## T

Talhaoui, N., Gómez-Caravaca, A., León, L., De la Rosa, R., Fernández-Gutiérrez, A. and Segura-Carretero, A. (2016) 'From Olive Fruits to Olive Oil: Phenolic Compound Transfer in Six Different Olive Cultivars Grown under the Same Agronomical Conditions', *International Journal of Molecular Sciences*, 17(3), p. 337. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms17030337>.

Tanouti K, Elamrani A, Serghini-Caid H, Khalid A, Bahetta Y, Benali A, Harkous M, and Khair M (2010) 'Caracterisation D'huiles D'olive Produites.pdf'.

Tsao, R. (2010) 'Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols', *Nutrients*, 2(12), pp. 1231–1246. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu2121231>.

## V

Veneziani, G., Esposito, S., Taticchi, A., Urbani, S., Selvaggini, R., Sordini, B. and Servili, M. (2018) 'Characterization of phenolic and volatile composition of extra virgin olive oil extracted from six Italian cultivars using a cooling treatment of olive paste', *LWT*, 87, pp. 523–528. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.09.034>.

## W

Widerström, E. et Öhman, R. (2017). Mayonnaise : Quality and Catastrophic Phase Inversion [ Thèse de doctorat, Lund university ]. <https://lup.lub.lu.se/student-papers/record/8916120>

# *ANNEXES*

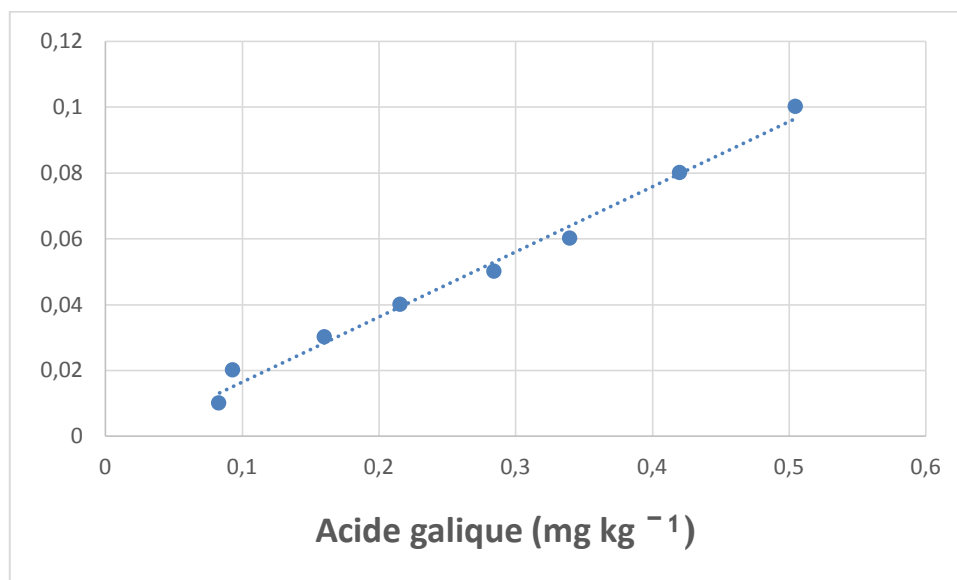


Figure A1 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des composés phénolique

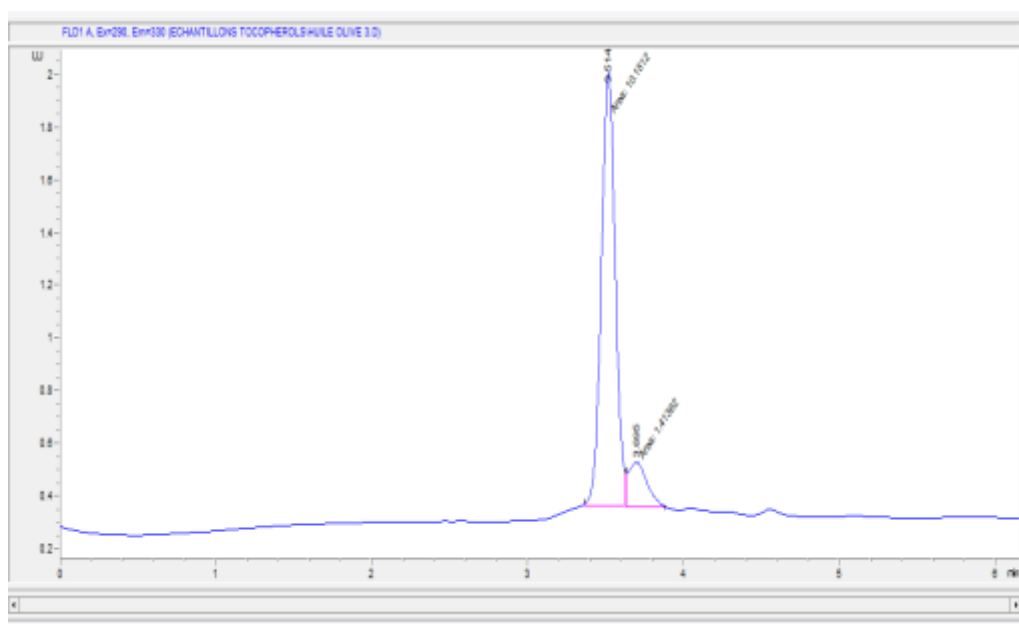
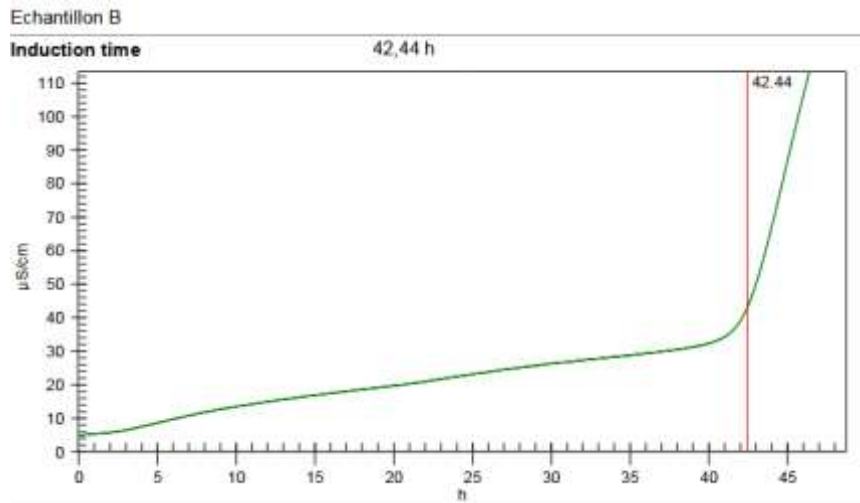
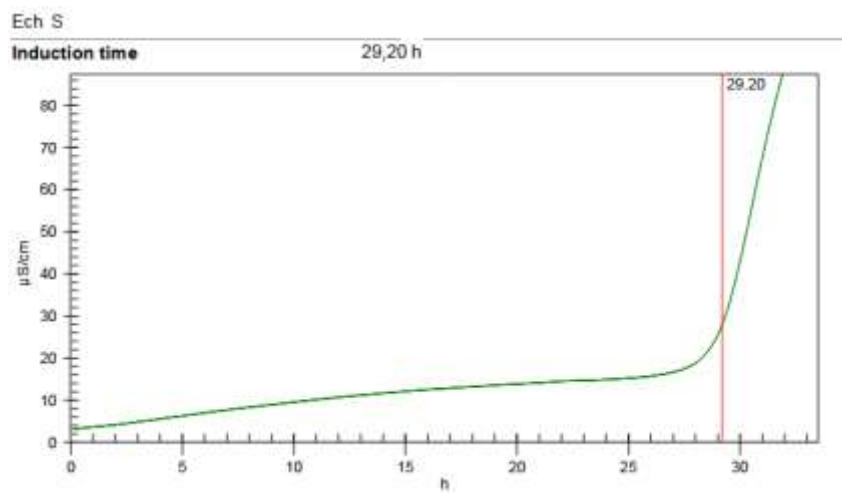


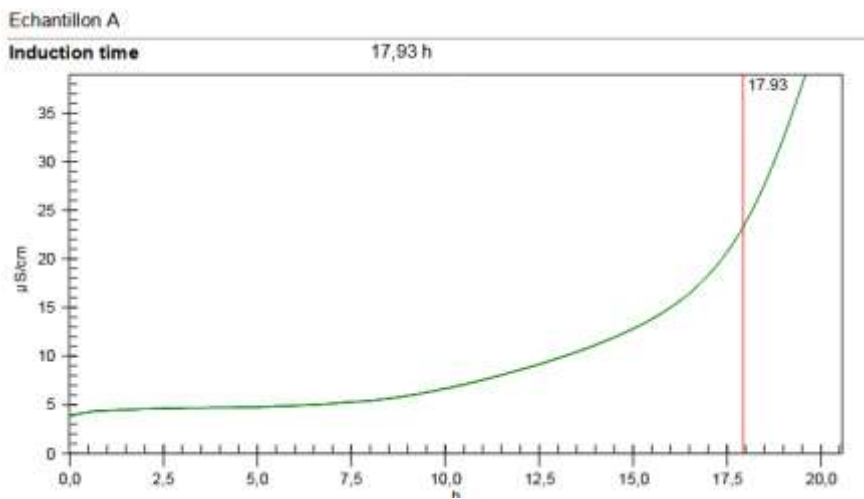
Figure A2 : Chromatogramme des tocophérols oxydés.



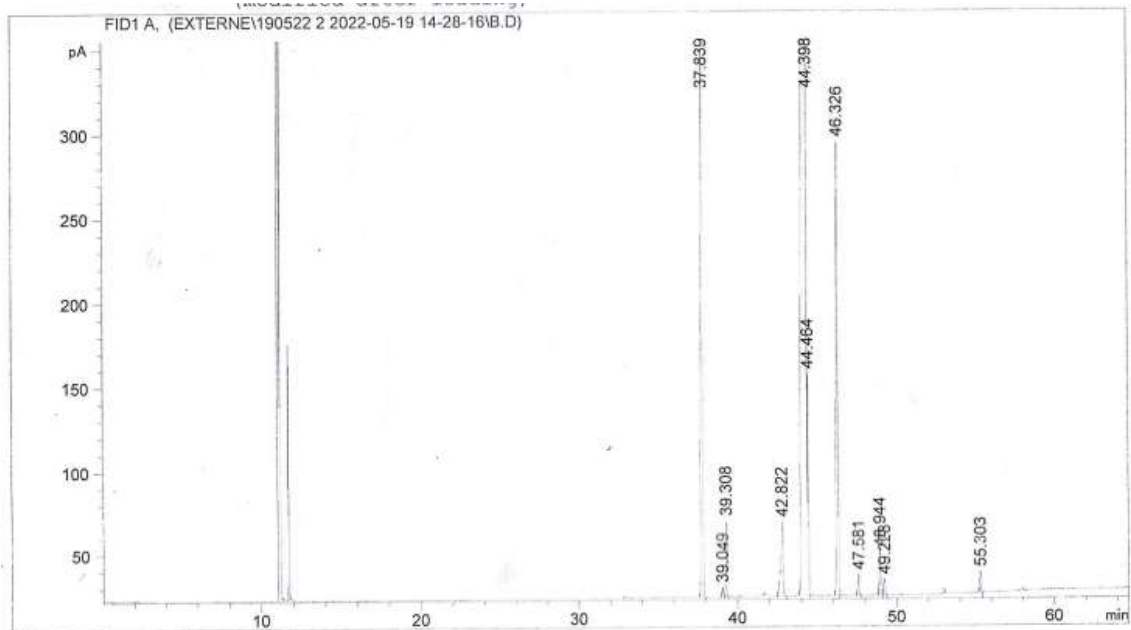
**Figure B1** : Courbe de conductivité du Rancimat (110°C, 10 l/h) d'huile d'olive B



**Figure B2** : Courbe de conductivité du Rancimat (110°C, 10 l/h) d'huile d'olive S.



**Figure B3** : Courbe de conductivité du Rancimat (110°C, 10 l/h) d'huile d'olive A.



**Figure C** : Chromatogramme type des esters méthyliques des acides gras d'huile d'olive :

acide palmitique (C 16 :0), 3 : acide stéarique (C 18 :0), 4 : acide oléique (C 18 :1 [n9]), 5 : acide oléique (C 18 :1 [n-7]), 6 : acide linoléique (C 18 :2), 7 : acide linoléique (C 18 :3), 8 : acide arachidique (C 20 :0), 9 : acide gadoléique (C 20 :1)

**Tableau A : composition des milieu de culture utilisées**

<b>Bouillon Mueller Hinton</b>	Extrait de viande: 2 g, hydrolysate acide de caséine : 17,5 g, amidon : 1,5 g, eau distillée : 1 litre. pH=7,4
<b>Milieu PCA (Plate Count Agar).</b>	Tryptone 5,0 g. Extrait de levure 2,5 g. Glucose 1,0 g. Agar agar bactériologique 12,0 g
<b>Bouillon laurylsulfate-Tryptose</b>	Tryptose .20 g. Lactose .5 g .Phosphate dipotassique .2, 75 g Phosphate monopotassique .2, 75 g .Chlorure de sodium .5, g. Laurylsulfate de sodium .0, 10 g
<b>Baird-Parker</b>	Tryptone 10,0 g .Extrait de viande 5,0 g. Extrait autolytique de levure 1,0 g . Pyruvate de sodium 10,0 g .Glycine 12,0 g. Chlorure de lithium 5,0 g .Agar agar bactériologique 15,0 g. Emulsion de jaune d'oeufs 47,0 ml Telurite de potassium à 3,5% 3,0 ml
<b>RAPPAPORTVASSILIADIS SOJA (RVS)</b>	Tryptone 5,0 g .Glucose 10,0 g .Phosphate monopotassique 1,0 g Sulfate de magnésium, 0,5 g. Dichloran (dichloro-2,6-nitro-4-aniline) 2,0 mg . Chloramphénicol 0,1 gGlycérol 220g, Agar agar bactériologique 13,0 g.
<b>Bouillon de MÜLLERKAUFFMANN Au Tétrathionate-Novobiocine (MKTTn)</b>	Tryptone .8, 6 g. Extrait de viande .4, 3 g .Sels biliaries.4, 78 g Chlorure de sodium.2, 6 g. Carbonate de calcium .38, 7 g Thiosulfate de sodium anhydre.30, 45 g .Vert brillant.9, 6 mg
<b>Xylose-Lysine-Désoxycholate) XLD</b>	Extrait autolytique de levure.3, 0 g .L-Lysine.5, 0 g. Lactose .7, 5 g, Saccharose .7, 5 g, Xylose .3, 5 g. Désoxycholate de sodium.2, 5 g, Chlorure de sodium.5, 0 g .Thiosulfate de sodium.6, 8 g. Citrate ferrique ammoniacal .0, 8 g .Rouge de phénol.80, 0 mg, Agar agar bactériologique.13, 5 g
<b>Milieu VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar)</b>	Peptone 7 g, Extrait de levure 3 g, Lactose 10 g, Chlorure de sodium 5 g, Mélange sel biliaire 1,5 g, Cristal violet 0,002 g, Rouge neutre 0,03 g ,Agar-agar 15g, Eau distillé 1000 ml.
<b>YGC (Yeastextract Glucose Chloramphenicol) ou CGA (Chloramphénicol Glucose Agar)</b>	Extrait de levure 5g, Glucose 20g, Chloramphénicol 0,10g, Agar 15g, Eau distillé 1000 ml.

**Questionnaire de l'analyse hédonique de la mayonnaise**

**Questionnaire :**

**Nom :** .....

**Prénom :** .....

**Age :** .....

**Sexe : F ou M**

**Date :** .....

**1. Préférence générale :**

Dans l'optique de réaliser une évaluation sensorielle de la mayonnaise trois échantillons codés **120, 230, 340** vous sont présentés. Il vous est demandé de les goûter successivement et de les classer par ordre de préférence, en attribuant une note de 1 à 9 pour chaque échantillon. Sachant que la note 1 correspond au moins préféré et 9 au plus préféré, selon l'échelle présentée ci - dessous :

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

1. Extrêmement désagréable,
2. Très désagréable,
3. Désagréable,
4. Assez désagréable,
5. Ni agréable ni désagréable,
6. Assez agréable,
7. Agréable,
8. Très agréable,
9. Extrêmement agréable.

<u>Echantillon</u>	120	230	340
<u>Note</u>			



## **Résumé**

Le présent travail a pour objectif l'étude de l'impact d'incorporation de l'huile d'olive à deux concentrations sur la qualité physico chimique et microbiologique de la mayonnaise Fleurial. L'huile B possède une stabilité oxydative élevée et une richesse en composés phénolique ainsi que l'activité antioxydante performante, elle sélectionner parmi les trois échantillons pour l'utiliser dans la formulation des mayonnaises. Sa teneur en polyphénols de est de 557 mg/kg tandis que la teneur en pigment est relativement faible est de 1,98 mg/Kg pour la chlorophylle et 3,5 mg/kg pour le caroténoïde. Il est riche en alpha tocophérols avec des taux de 154,36 mg kg<sup>-1</sup>. Pendant le teste se vieillissement la Mayonnaise 4% d'huile d'olive est resté stable avec une valeur de 3,4 méq d'O<sub>2</sub>/Kg contrairement et la valeur d'indice de peroxyde des deux mayonnaises standard et enrichi avec 1% d'huila d'olive a présenté une variation comprise de 3 à 15 méq d'O<sub>2</sub>/Kg. Concernant l'analyse sensorielle, d'une manière globale la mayonnaise enrichie en huile d'olive à 4% est plus préféré par les sujets que la mayonnaise de commerce locale en faveur de ses propriétés organoleptiques.

**Mots clés :** Huile d'olive extra vierge, composés phénoliques, acides gras, tocophérols, activité antioxydante, activité antibactérienne, stabilité, mayonnaise.

## **Summary**

The present work aims to study the impact of incorporating olive oil at two concentrations on the physicochemical and microbiological quality of Fleurial mayonnaise. Oil B has a high oxidative stability and richness in phenolic compounds as well as the powerful antioxidant activity; it is selected among the three samples for use in the formulation of mayonnaises. Its polyphenol content is 557 mg/kg while the pigment content is relatively low: 1.98 mg/kg for chlorophyll and 3.5 mg/kg for carotenoid. It is rich in alpha tocopherols with levels of 154.36 mg kg<sup>-1</sup>. During the aging test, the 4% olive oil mayonnaise remained stable with a value of 3.4 meq of O<sub>2</sub>/Kg unlike and the peroxide index value of the two standard mayonnaises and enriched with 1% of The olive oil presented a variation ranging from 3 to 15 meq of O<sub>2</sub>/Kg. Concerning the sensory analysis, globally the mayonnaise enriched with 4% olive oil is more preferred by the subjects than the local commercial mayonnaise in favor of its organoleptic properties.

**Keywords:** Extra virgin olive oil, phenolic compounds, fatty acids, tocopherols, antioxidant activity, antibacterial activity, stability, mayonnaise.