

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE 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 des sciences alimentaires  
Spécialité Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



جامعة بجاية  
Tasdawit n'Bgayet  
Université de Béjaïa

Réf : .....

## MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du Diplôme

**MASTER**

*Thème*

**Etude de l'effet de l'enrichissement d'une mayonnaise  
avec la poudre de fruit du myrte sur sa qualité  
physico-chimique au cours du stockage**

Présenté par :

**DEFLAOUI Yasmine & MOKRANI Sarah**

Soutenu devant le jury :

Mr MOKRANI. A	MCA	Université de BEJAIA	Promoteur
Mme OUCHEMOUKH. N	MCA	Université de BEJAIA	Présidente
Mme DEFLAOUI. L	MCB	Université de BEJAIA	Examinatrice
Mr TAIBI. A	Doctorant	Université de BEJAIA	Invité
Mr MASSIOUN. M	Ingénieur	CEVITAL	Invité

Année universitaire : 2021/2022

## **REMERCIEMENTS**

**En premier lieu et avant tout, on remercie « DIEU » le tout puissant de nous avoir donné le courage, la patience et la force d’accomplir ce modeste travail.**

**Tout d’abord nous tenons à exprimer notre gratitude à notre promoteur Mr MOKRANI. A (enseignant à l’université de Béjaia), pour ses conseils avisés et son soutien dans la réalisation de ce projet, qu’il trouve ici l’expression de notre profonde reconnaissance. Et Mr TAIBI. A (doctorant à l’université de Béjaia) de nous avoir apporté ses conseils précieux et ses encouragements tout au long de ce travail.**

**Nous tenons à remercier la direction de l’unité CEVITAL El-kseur pour nous avoir accepté en stage et pour l’intérêt qu’ils nous ont porté. Nos remerciements s’adressent au Groupe CEVITAL El-kseur, en particulier à Mr MASSIOUN. M, Mme OUATAH. S et tous les membres de l’équipe de laboratoire des sauces pour leur gentillesse, leur aide, leur esprit de compréhension et pour tous les moments agréables passés au laboratoire.**

**Un grand merci à tout le personnel de laboratoire 3BS (biomathématique, biochimique, biophysique et scientométrie).**

**Nos sincères remerciements à la présidente Mme OUCHEMOUKH. N (enseignante à l’université de Béjaia) et tous les membres du jury Mme DEFLAOU. L (enseignante à l’université de Béjaia) pour avoir pris leur temps précieux d’examiner ce travail.**

**Enfin, nos vifs remerciements sont adressés à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.**

## **Dédicace**

**Je dédie ce modeste travail le fruit de plusieurs années d'études :**

**En tout premier lieu, je remercie le bon dieu, tout puissant, de m'avoir donné le courage et la force, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.**

**A mes parents ; à mon père l'homme extraordinaire, mon exemplaire éternel, qui m'a doté d'une éducation digne, son soutien a fait de moi ce que je suis aujourd'hui, A celle qui m'a submergée de tendresse et d'espoir, ma chère maman, je ne te remercie jamais assez pour ta gentillesse, pour tes sacrifices, pour la femme que tu as faite de moi aujourd'hui.**

**A mes chères frères ISLEM, WAHIB et HAMZA et mes merveilleuses sœurs FIROUZ et BOUCHRA.**

**A la personne la plus chère de ma vie, mon exemplaire, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, qui s'est toujours sacrifiée pour me voir réussir.**

**A ma famille au sens large et à tous mon entourage.**

**A ma chère binôme pour les moments agréables qu'on a passés ensemble.**

**A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.**

***SARAH***

## Dédicace

**A mes très chers parents qui m'ont soutenue durant toutes mes années d'études.  
Leur sacrifice est inégalable, incalculable, qu'ils trouvent à travers ce modeste  
travail tout mon amour et ma reconnaissance.**

**« Dieu me les préserve pour qu'ils partagent avec moi tous les plaisirs de la vie ».**

**A ceux que j'aime et je respecte même quand on est sur deux lignes parallèles...**

**A mes deux frères Hacem et Azzedine et leurs petites familles.**

**A mes chères sœurs Sonia, Anissa et Nawal.**

**A mes adorables que j'aime, A mes neveux Rayane, Iyas, Ilyane et Djana.**

**A mes chères amies Wassila, Lina, Sakina, Sarah et Farah.**

**A ma « binôme » Sarah pour les moments inoubliables qu'on a passés ensemble.**

*Yasmine*

# ***SOMMAIRE***

# SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction : ..... 1

## **CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA MAYONNAISE**

1 Généralités sur la mayonnaise : .....	3
1.1 Historique : .....	3
1.2 Définition : .....	3
1.3 Matières premières et composition de la mayonnaise : .....	3
1.4 Valeur nutritionnelle : .....	5
1.5 Procédé de fabrication de la mayonnaise : .....	5
1.5.1 Mayonnaise maison : .....	5
1.5.2 Mayonnaise industrielle : .....	6
1.6 Critères de contrôle qualité et conservation du produit : .....	8
1.6.1 Critères organoleptiques : .....	8
1.6.2 Critères physico-chimiques : .....	8
1.6.3 Conservation : .....	9
1.7 Formulation d'une mayonnaise à base des extraits végétaux : .....	9

## **CHAPITRE II : GENERALITES SUR LE MYRTE**

2 Généralités sur le myrte : .....	11
2.1 Description botanique : .....	11
2.2 Classification : .....	12
2.3 Composition biochimique : .....	12
2.4 Utilisation : .....	14
2.5 Activité biologique du myrte ( <i>Myrtus communis</i> ) : .....	14
2.5.1 Activité antioxydante : .....	15
2.5.2 Activité antimicrobienne : .....	15
2.5.3 Activité antidiabétique : .....	16
2.5.4 Activité anti-inflammatoire : .....	17
2.5.5 Activité anticancéreuse : .....	17
2.5.6 Activité antifongique : .....	17
2.5.7 Activité neuroprotectrice : .....	18

### **CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES**

3 Procédure expérimentale :.....	19
3.1 Matériel et réactifs utilisés :.....	20
3.2 Formulation de la mayonnaise :.....	20
3.3 Analyses physico-chimiques : .....	20
3.3.1 Mesure du pH :.....	20
3.3.2 Taux d'acidité :.....	21
3.3.3 Taux d'humidité : .....	21
3.3.4 Taux de sel :.....	22
3.3.5 Consistance :.....	23
3.3.6 Viscosité :.....	23
3.3.7 Polyphénols totaux : .....	24
3.3.8 Activité antioxydante : .....	25
3.4 Analyse sensorielle : .....	26
3.5 Analyse statistique :.....	26

### **CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION**

4 Evaluation des analyses physico-chimiques de la mayonnaise : .....	28
4.1 pH : .....	29
4.2 Acidité titrable : .....	30
4.3 Teneur en sel :.....	31
4.4 Taux d'humidité :.....	32
4.5 Viscosité : .....	32
4.6 Consistance :.....	32
4.7 Teneur en polyphénols totaux :.....	34
4.8 Activité antioxydante :.....	35
4.8.1 Activité antiradicalaire (piégeage) DPPH/ABTS :.....	36
4.8.2 Pouvoir réducteur : .....	37
4.8.3 Matrice de corrélation entre polyphénols totaux et activité antioxydante :...	38
5 Evaluation de l'analyse sensorielle :.....	39
<b>Conclusion :</b> .....	41
<b>Références bibliographiques :</b> .....	43

**Annexes**

**Résumé**

## LISTE DES FIGURES

N°	Titre de la figure	Page
<b>1</b>	Photographie de texture d'une mayonnaise.	<b>3</b>
<b>2</b>	Diagramme de fabrication de la mayonnaise full-fat	<b>7</b>
<b>3</b>	<i>Myrtus communis</i> Linn (A) feuilles ; (B) feleurs et fruits immatures ; (C) fruits matures ; et (D) graines	<b>11</b>
<b>4</b>	Les principaux composés polyphénoliques du <i>Myrtus communis</i> L. et leurs structures chimiques	<b>13</b>
<b>5</b>	Photographie de dessiccation de la mayonnaise.	<b>22</b>
<b>6</b>	L'écoulement par le consistomètre de Bostwick.	<b>23</b>
<b>7</b>	Mesure à l'aide d'un viscosimètre.	<b>24</b>
<b>8</b>	Évolution du pH pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.	<b>28</b>
<b>9</b>	Évolution de l'acidité titrable pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise	<b>29</b>
<b>10</b>	Évolution du taux d'humidité pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.	<b>31</b>
<b>11</b>	Évolution de la viscosité pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.	<b>32</b>
<b>12</b>	Évolution de la consistance pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.	<b>33</b>
<b>13</b>	Évolution des polyphénols totaux pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.	<b>34</b>
<b>14</b>	Évolution de l'activité de piégeage du radical DPPH pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.	<b>35</b>
<b>15</b>	Évolution de l'activité de piégeage du radical ABTS pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.	<b>36</b>
<b>16</b>	Évolution de l'activité du pouvoir réducteur pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.	<b>37</b>
<b>17</b>	Photographie de la mayonnaise préparée avec la poudre lyophilisée de fruit du myrte.	<b>40</b>

## LISTE DES FIGURES DES ANNEXES

N°	Titre de la figure
1	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique utilisé dans le dosage des polyphénols totaux.
2	Courbe d'étalonnage du trolox utilisé dans la mesure de l'activité antiradicalaire DPPH.
3	Courbe d'étalonnage du trolox utilisé dans la mesure de l'activité antiradicalaire ABTS.
4	Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique utilisé dans la mesure du pouvoir réducteur.

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>N°</b>	<b>Titre du tableau</b>	<b>Page</b>
<b>I</b>	Valeur nutritionnelle pour 100gr de mayonnaise.	<b>5</b>
<b>II</b>	Composition chimique et minérale du fruit de myrte	<b>12</b>
<b>III</b>	Matériel et réactifs utilisés pendant le travail expérimental.	<b>19</b>
<b>IV</b>	Évolution de la teneur en sel pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.	<b>30</b>
<b>V</b>	Coefficient de corrélation entre les teneurs en polyphénols et les activités anti oxydantes des échantillons de mayonnaise.	<b>38</b>
<b>VI</b>	Evaluation sensorielle des échantillons de mayonnaise préparés avec différentes concentrations de poudre fruit du myrte.	<b>39</b>

## **LISTE DES ABREVIATIONS :**

**ABTS :** Asino-bis éthylbenzothiazoline sulfonic (azino-bis éthylbenzothiazoline sulfonique).

**AGPI :** Acide gras polyinsaturé.

**ANOVA :** Analyses of variance (analyse de la variance).

**BHT :** Hydroxytoluène butylé

**BHA :** Hydroxyanisole butylé.

**BPP :** Poudre de pelures de betterave.

**CAT :** Capacité antioxydante totale.

**CBM :** Concentration bactéricide minimale.

**CMI :** Concentration minimale inhibitrice.

**Cp :** Centpoise.

**DLC :** Date limite consommation.

**DPPH :** Diphényl picryl hydrazyl ( diphényl picryle hydrazyle).

**EAG :** Equivalent acide gallique.

**EAA :** Equivalent acide ascorbique.

**ET :** Equivalent trolox.

**HPLC :** High performance liquid chromatography (chromatographie liquide à haute performance).

**IUPAC :** Union internationale de la chimie pure et appliquée.

**LC/ MS :** Liquid chromatography / masse spectrometry (chromatographie liquide)/ (spectrométrie de masse)

**LDL :** Lipoprotéines de basse densité.

**PET :** Polyéthylène téréphtalate.

**PLFM :** Poudre lyophilisé de fruit du myrte.

**pH :** Potentiel d'hydrogène.

**PR :** Pouvoir réducteur.

**Rpm :** Rotation par minute.

**TCA :** Trichloro-acétique.

**UV :** Ultraviolet.

**VMC :** Vacuotherm.

# ***INTRODUCTION***

## Introduction

L'un des principaux défis du secteur agroalimentaire est de faire face à l'accroissement de la population mondiale en offrant une alimentation suffisante et disponible mais également d'offrir des produits alimentaires sains, variés et innovés tout en assurant un développement durable et ceci grâce à la formulation de nouveaux produits alimentaires.

La mayonnaise est considérée comme la sauce la plus préférée par différentes populations du monde. Elle est ajoutée à presque toutes les collations dans les plats principaux et/ou d'accompagnements en raison de sa sensation crémeuse en bouche et de sa saveur particulière (**Mirzanajafi-Zanjani, Yousefi et al. 2019**). La mayonnaise est devenue l'un des produits alimentaires les plus demandés sur le marché (**Chivéro et J. 2016; Alvarez-Sabatel, de Marañón et al. 2018**).

La mayonnaise est une émulsion semi-solide d'huile dans l'eau faite de jaune d'œuf, d'huiles végétales raffinées, de stabilisants, d'épaississants, d'arômes et d'épices (**Harrison and Cunningham 1985**). Bien qu'elle soit très appréciée pour son arôme et son goût, la mayonnaise demeure l'un des produits les plus sensibles à l'oxydation lipidique en raison de la teneur élevée en acides gras polyinsaturés (AGPI) de l'huile végétale. L'oxydation des lipides affecte les propriétés organoleptiques et nutritionnelles et même la stabilité au cours du stockage de la mayonnaise (**Decker, Warner et al. 2005**).

L'oxydation des lipides est connue pour réduire la qualité des produits en produisant des odeurs et des saveurs désagréables mais aussi de compromettre la sécurité alimentaire en générant des substances chimiques toxiques. Les antioxydants synthétiques, tels que l'hydroxytoluène butylé (BHT) et l'hydroxyanisole butylé (BHA) sont fréquemment utilisés dans de nombreux aliments (**Japon-Lujan R. 2008**). Cependant, les produits alimentaires contenant des ingrédients chimiques synthétiques suscitent de plus en plus d'inquiétudes, car ces derniers peuvent affecter sérieusement la santé des consommateurs. Bien que, les antioxydants synthétiques soient moins coûteux et efficaces, ils ne sont pas largement acceptés par les consommateurs. Par conséquent, l'industrie alimentaire s'efforce actuellement de les remplacer par ceux obtenus à partir de ressources naturelles (**Park, Kim et al. 2019**).

## INTRODUCTION GENERALE

---

Les industriels développent actuellement de plus en plus de procédés utilisant des extraits de plantes et des principes actifs. Parmi ces nouveaux composés potentiellement intéressants ; les antioxydants tels que les polyphénols, qui sont particulièrement utilisés en pharmacie, cosmétique et en domaine alimentaire pour leurs effets bénéfiques sur la santé (**Chatterjee and Bhattacharjee 2014**). Des études antérieures ont d'ores et déjà montré que les extraits phénoliques et/ou les matrices végétales riches en antioxydants naturels (extraits de baies ou de pépins de raisin, poudre de germe de sésame, betterave, ...) pouvaient augmenter la stabilité des émulsions et retarder le processus d'oxydation (**Altunkaya, Hedegaard et al. 2013; Chivéro et J. 2016; Raikos, McDonagh et al. 2016**). Cependant, aucune étude ne s'est intéressée à l'étude de l'effet des antioxydants du myrte sur la mayonnaise.

Le myrte (*Myrtus communis L.*) est une plante médicinale aromatique appartenant à la famille des Myrtaceae. Différentes parties du myrte (baies, feuilles, fleurs) ont été utilisées en médecine traditionnelle comme remède pour traiter la toux, les troubles gastro-intestinaux, les troubles urinaires et les affections cutanées, ainsi que pour favoriser la cicatrisation. Toutes ces propriétés bénéfiques sont essentiellement dues aux composés bioactifs tels que les antioxydants (les polyphénols), les acides organiques, les acides gras et les minéraux présents dans les différentes parties du myrte (**Alipour, Dashti et al. 2014**).

L'objectif de notre travail est l'étude de l'effet de l'incorporation de la poudre de fruit du myrte dans une préparation de mayonnaise sur sa stabilité, ses caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques au cours du stockage. Dans ce contexte, plusieurs tests ont été réalisés : tests physico-chimiques (pH, indice d'acide, humidité, consistance...etc.) suivi du dosage des polyphénols totaux et de la détermination des capacités antioxydantes (DPPH°, ABTS et PR) des différents échantillons de la mayonnaise enrichie.

Afin de mieux situer le contexte de cette recherche, une bibliographie a été également présentée sur le myrte (description botanique, composition biochimique, activité biologique...) et sur la mayonnaise (composition et enrichissement en antioxydant).

# ***SYNTHESE BIBLIOGRAPHIE***

## 1. Généralités sur la mayonnaise :

### 1.1. Historique :

La mayonnaise est l'une des sauces les plus consommées dans le monde aujourd'hui. Elle a été produite commercialement pour la première fois au début des années 1900 et est devenue populaire en Amérique depuis 1917 et plus récemment au Japon où les ventes ont augmenté de 21% dans les années 1987 (**Depree and Savage, 2001**).

### 1.1 Définition :

La mayonnaise est une sauce condimentaire obtenue par émulsion d'huile végétale comestible dans une phase aqueuse constituée de vinaigre, l'émulsion huile dans l'eau étant assurée par le jaune d'œuf. Elle peut contenir des ingrédients facultatifs conformément aux spécifications du produit (**Commission, 1989**).

La mayonnaise est une sauce, généralement de couleur blanche ou jaune pâle à texture épaisse et crémeuse, qui est consommée à froid pour l'assaisonnement de la salade, de la pomme de terre. Une mayonnaise allégée en matières grasses contient environ 30 à 65% d'huile alors que la mayonnaise grasse en contient environ 75 à 80% (**Anamaria, 2019**).



**Figure 1** : Photographie de texture d'une mayonnaise.

### 1.2 Matières premières et composition de la mayonnaise :

Tous les ingrédients utilisés pour la fabrication de la mayonnaise doivent être de bonne qualité et convenir à la consommation. L'eau doit être de qualité potable, ainsi que les œufs de poule ( **29 juin-10 juillet 1987; Commission, 1989**).

Les matières premières (vinaigres, huile végétale) doivent répondre aux exigences des normes Codex. Elles doivent être entreposées, traitées et manipulées dans des conditions de nature à maintenir leurs caractéristiques chimiques et bactériologiques (**29 juin-10 juillet 1987; Commission, 1989**).

La mayonnaise est produite en utilisant de l'huile végétale, un émulsifiant (jaune d'œuf), des composants acides (acide acétique, acide citrique et acide maléique), des agents aromatisants (édulcorant, sel et moutarde), des exhausteurs de texture, des stabilisants et un inhibiteur de cristaux indésirables (**Yildirim et al., 2016**).

- **Huile** : l'huile joue un rôle important dans les émulsions alimentaires puisqu'elle contribue dans la viscosité, l'adhérence, la texture (sensation crémeuse et lisse en bouche), le pouvoir lubrifiant, l'apparence en plus de renforcer la durée de conservation (**Ma and Boye, 2013**).

La quantité d'huile dispersée dans la mayonnaise contribue à la stabilité oxydative et présente un impact sur les propriétés organoleptiques en apportant de l'onctuosité et de la saveur à la mayonnaise. Donc, il est important d'utiliser une huile au goût neutre, comme le tournesol ou le colza (**McClements and Demetriades, 1998**).

- **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%) qu'il contient (**Anamaria, 2019**).
- **Vinaigre** : il joue un double rôle dans la fabrication de la mayonnaise : d'un côté il participe à la saveur gustative du produit fini et de l'autre côté il contribue à assurer une certaine stabilité microbiologique.

Comme le vinaigre, le jus de citron contient des composés acides permettant de favoriser la formation des micelles et de ce fait stabiliser la mayonnaise (**Bothe, 2002**).

- **Moutarde** : la moutarde apporte une quantité d'eau plus importante que celle de l'huile. Par conséquent, elle permet la dispersion des micelles dans l'eau. Elle joue également un rôle gustatif essentiel pour obtenir une mayonnaise aromatique (**Charreau et al., 2006**).
- **Sel** : le sel entre dans la saveur et la stabilité de la mayonnaise. Il améliore le goût et agit comme un conservateur (**Gomes et al., 2017**).
- **Sucre** : le sucre contribue à la saveur de la mayonnaise et est ajouté principalement pour neutraliser la saveur du vinaigre (**Widerström and Öhman, 2017**).
- **Les additifs** : tels que les gommés et l'amidon sont utilisés pour stabiliser l'émulsion en augmentant la viscosité de la phase aqueuse (**Bothe, 2002**).

- **Ingrédients facultatifs** : les ingrédients alimentaires destinés à exercer une influence notable et de la façon souhaitée sur les caractéristiques physiques et organoleptiques du produit : blanc d'œuf de poule, sucres et dérivés, condiments, épices, herbes aromatiques, fruits et légumes y compris les jus de fruits et légumes, produits laitiers, eau (, 29 juin-10 juillet 1987; Commission, 1989).

### 1.3 Valeur nutritionnelle :

La valeur nutritionnelle est étroitement liée à l'apport énergétique et les quantités de nutriments qui entrent dans la composition de la mayonnaise. Le tableau I montre la valeur nutritionnelle pour 100g de mayonnaise.

**Tableau I** : Valeur nutritionnelle pour 100gr de mayonnaise (Règlement UE. 2011; Norme entreprise, 2019).

Composant	Concentration pour 100 g
Lipides	71 g
Acides gras saturés	4,33g
Glucides	2,21 g
Protéines	0,85 g
Sel	1,5 g
Vitamine E	54,48 mg

### 1.4 Procédé de fabrication de la mayonnaise :

Les ingrédients utilisés pour la préparation de la mayonnaise changent selon la méthode de préparation. La mayonnaise maison est préparée à partir de recette simple, contrairement à la mayonnaise industrielle qui est préparée à partir d'une recette de plusieurs ingrédients.

**1.4.1 Mayonnaise maison** : elle est préparée avec de jaune d'œuf, de vinaigre, de la moutarde et du sel en ajoutant peu à peu de l'huile. Le tout est mélangé avec un batteur électrique jusqu'à l'obtention d'une texture épaisse. La mayonnaise fait maison est conservée à une durée limitée (une semaine environ) (Anonyme1, 2022).

---

**1.4.2 Mayonnaise industrielle :** la mayonnaise industrielle est préparée industriellement à base d'une recette d'ingrédients bien mesurés et contrôlés afin d'assurer un produit fini souhaité. Les étapes de préparation de la mayonnaise industrielle sont comme suit **(Norme entreprise, 2019) :**

**1.4.2.1 Réception de la matière première :** à la réception des matières premières, un double contrôle est appliqué sur la marchandise : le premier par le magasinier pour l'aspect général de la marchandise (état hygiénique des produits, documents associés et quantités) et le deuxième est le contrôle qualité pour évaluer la conformité des produits aux exigences exprimées.

**1.4.2.2 Stockage :** après le déchargement de la marchandise, les matières solides seront stockées au niveau du magasin contrairement aux matières liquides (huile et vinaigre) qui seront dépotées, filtrées et stockées dans des cuves.

**1.4.2.3 Préparation de la mayonnaise :** les matières premières sont déballées et pesées selon la fiche recette. Ainsi l'huile acheminée des cuves sera refroidie à 22°C afin qu'elle soit utilisée dans la fabrication. Étant une émulsion, deux phases sont nécessaires à la fabrication de la mayonnaise :

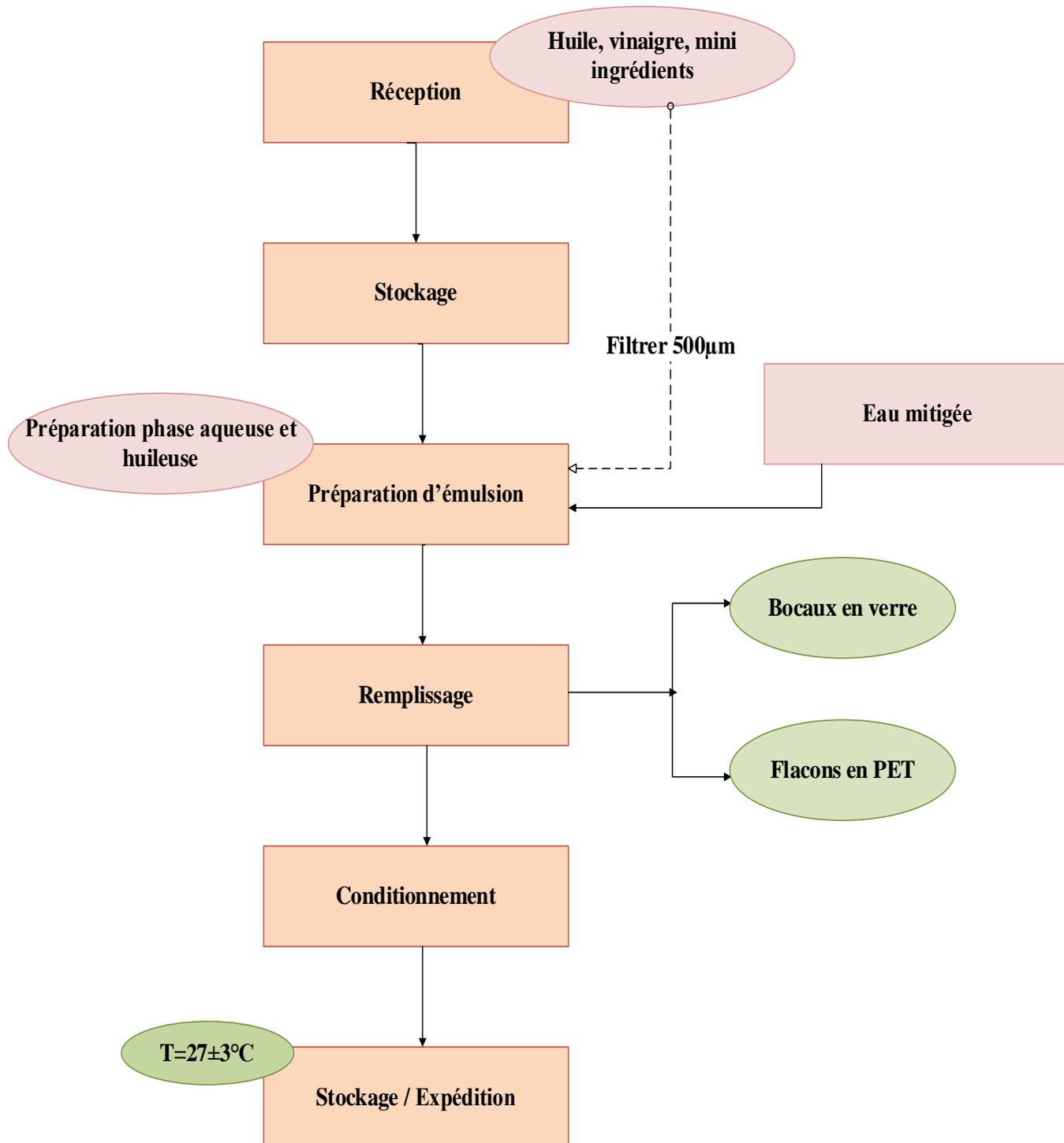
**a. Phase aqueuse :** la phase aqueuse est constituée d'eau, de jaune d'œuf et de vinaigre ainsi que des additifs alimentaires qui y sont solubles tels que : sel, sucre, arômes et colorants.

**b. Phase huileuse :** la phase huileuse est constituée principalement par l'injection de l'huile végétale de colza à un faible débit bien contrôlé.

**1.4.2.4 Stockage semi fini :** à la fin de l'étape de préparation, un contrôle de laboratoire est appliqué sur le produit issu dont les paramètres physico chimiques, microbiologiques et organoleptiques sont contrôlés. La mayonnaise sera stockée dans des cuves équipées d'azote afin d'éviter l'oxydation du produit.

**1.4.2.5 Conditionnement et stockage :** La mayonnaise formée est donc conditionnée dans des bocaux en verre et dans des flacons en PET de différents formats (220g, 450g, ...). Après que les bocaux soient remplis et bouchonnés, ils vont subir l'étiquetage, la mise en barquettes et la palettisation. Les palettes du produit fini sont stockées dans le magasin à température ambiante (20-25°C) jusqu'à la libération du produit par le service qualité pour qu'il soit expédié aux clients.

La figure 2 présente le diagramme des différentes étapes de fabrication de la mayonnaise.



**Figure 2** : Diagramme de fabrication de la mayonnaise full-fat (Norme entreprise, 2019).

---

## 1.5 Critères de contrôle qualité et conservation du produit :

### 1.5.1 Critères organoleptiques :

Les critères organoleptiques d'une mayonnaise (apparence, couleur, odeur et texture...etc.) ont pour but de répondre aux goûts du consommateur. Parmi les problèmes rencontrés dans l'industrie ; le mauvais dosage (sur et sous dosage ou l'oubli de l'un des ingrédients de la mayonnaise), par exemple l'oubli du sel ou du vinaigre, une dose élevée de paprika et de colorant induit à la formation d'une mayonnaise piquante et plus jaunâtre (**Bassereau, 2003**).

### 1.5.2 Critères physico-chimiques :

L'analyse physico-chimique est effectuée sur la mayonnaise correspond à la détermination des paramètres d'acidité, de pH, du taux d'oxydation, de la couleur...etc.

- **pH** : Les acides sont des entités chimiques capables de perdre les ions  $H^+$  en solution. Les vinaigres libèrent des ions hydrogènes exploitant les propriétés des molécules tensioactives, qui peuvent augmenter leur charge en raison de leurs têtes hydrophiles. De ce fait, les micelles se repousseront davantage, ce qui augmente leur cohésion et la mayonnaise sera plus ferme (**Afnor, 1982**).
- **L'acidité** : La quantité de vinaigre et/ou du jus de citron utilisé peut affecter l'onctuosité et le goût final de la mayonnaise ; inhibe efficacement la croissance des levures, des lactobacilles et des moisissures (**Sawadogo, 2010**).
- **Indice de peroxyde** : L'indice de peroxyde des corps gras est le nombre de milliéquivalents d'oxygène actif de peroxyde contenu dans un kilogramme de produit et l'oxydation de l'iodure de potassium libère de l'iode.  
L'indice de peroxyde renseigne sur le degré d'oxydation de la mayonnaise et s'exprime en milliéquivalent d' $O_2$ /Kg de corps gras (**Lion, 1969; Sawadogo, 2010**).
- **La viscosité** : C'est une grandeur physique qui exprime la capacité d'un corps à s'opposer au cisaillement. C'est un paramètre important de la qualité de la plupart des produits, elle exprime la résistance d'un liquide à l'écoulement uniforme et sans turbulence (**Véronique ollivier, 2015**).
- **La consistance** : La consistance d'un produit est déterminée en évaluant sa résistance à l'écoulement dans des conditions spécifiques et pendant une durée bien déterminée. Elle est mesurée à l'aide d'un appareil appelé Bostwick (Manuelle de consistomètre) (**Animasaun, 2015**).

---

### 1.5.3 Conservation :

La mayonnaise est conservée (conditionnée) dans des pots en verre ou en PET. Elle est conservée à des températures ambiantes ( $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ) pendant une durée de 18 mois. Après l'ouverture, elle sera conservée dans le réfrigérateur pour une durée d'un mois maximum (Abu-Salem and Abou-Arab, 2008; Norme entreprise, 2019).

### 1.6 Formulation d'une mayonnaise à base des extraits végétaux :

Les aliments fonctionnels sont actuellement un objectif majeur dans l'industrie agro-alimentaire, notamment avec la propagation de plusieurs pathologies, ayant pris une importance en santé publique. Dans plusieurs pays, beaucoup de chercheurs se sont intéressés à des formulations alimentaires qui ont des vertus thérapeutiques et ont un impact positif sur la santé humaine (Han et al., 2011; Muniandy et al., 2016; Oliveira et al., 2015).

Dans le cas de la mayonnaise, plusieurs travaux de recherche ont étudié son enrichissement avec différentes matrices et extraits végétaux. Les résultats obtenus ont abouti à des aliments riches en antioxydants d'origine végétale acceptables par le consommateur selon l'analyse sensorielle effectuée (Evanuarini and Susilo, 2020; Rasmy et al., 2012). Abd El-Rahman et al. (Abd El-Rahman et al., 2020) ont étudié l'effet de l'ajout d'extraits de feuilles de moringa (*Moringa oleifera* LAM) sur les propriétés physiques chimiques et sensorielles de la mayonnaise avec différents pourcentages (0,5, 1 et 1,5%). Leurs résultats ont montré que la supplémentation de la mayonnaise en extraits de Morinaga a augmenté sa teneur en protéines, fibres et antioxydants.

Kishk et Elsheshetawy (Kishk and Elsheshetawy, 2013) ont formulé une mayonnaise à base de poudre de gingembre à 1% et à 1,25%. Les résultats ont montré que cet enrichissement a amélioré les caractéristiques sensorielles pendant la période de stockage par rapport à l'échantillon témoin qui a été refusé à la fin du stockage après 20 semaines. Raikos et al. (Raikos et al., 2016) ont enrichi une mayonnaise avec de la betterave. Ils ont prouvé que la formulation de la mayonnaise avec la betterave a affecté la texture. L'évaluation sensorielle quant à elle a révélé, à l'exception du grain et de l'uniformité, que la plupart des attributs sensoriels sont améliorés avec l'ajout de la betterave.

Dans une autre étude portant sur l'impact de l'incorporation de curcuma (*Curcuma Longa* L.) sur la qualité physicochimique et organoleptique de la mayonnaise, Asmaa (Asmaa, 2019), a suggéré l'utilisation de curcuma dans les mayonnaises en raison de ses

effets bénéfiques pour la santé du consommateur en tant qu'antioxydant naturel (présence de curcumine) et pour prolonger la durée de vie de cette émulsion (Date Limite de Consommation).

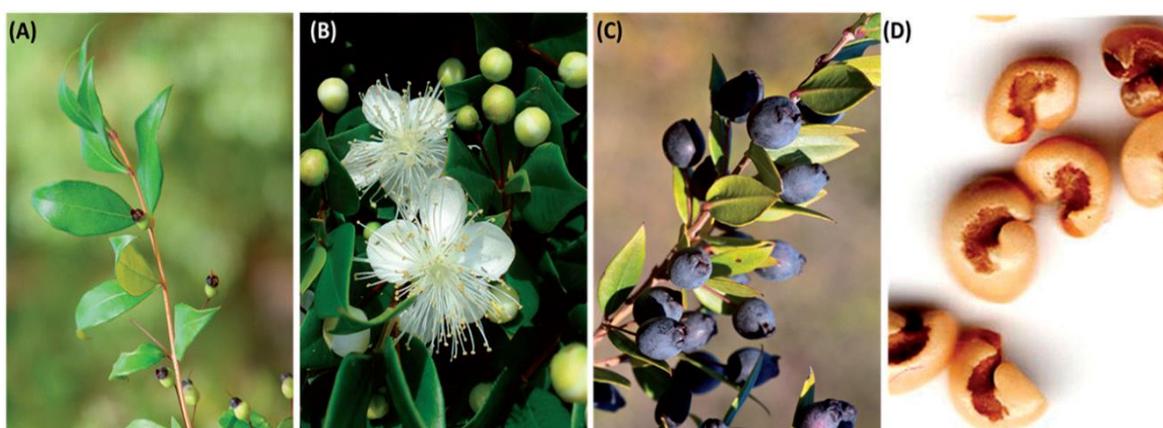
## 2 Généralités sur le myrte :

### 2.1 Description botanique :

Le myrte ou *Myrtus communis* est une espèce autochtone du maquis méditerranéen (Mulas 2010). Cette plante est distribuée en Asie occidentale, Amérique du sud, Europe bassin méditerranéen et en Afrique (Derwich 2011). Elle évolue dans des climats subhumides, humides à variante chaude et tempérée (Wahid 2013). Le myrte pousse généralement dans les zones situées entre 500-600 mètre d'altitude au niveau de la mer, en particulier dans les forêts de pins et les montagnes de Taurus en Turquie (Ozek 2000; Aydin 2007). En Algérie, le myrte s'accroît spontanément sur l'atlas tellien des régions d'Alger et Constantine où il est connu sous le nom de « Rihan » (Quézel 1962), mais également dans le maquis et les forêts du littoral (Kaddem 1990).

*Myrtus Communis* est un arbuste aromatique de 1 à 3 mètres de haut, aux tiges très ramifiées partant de la base. Il est caractérisé par des feuilles de 2 à 5cm de long, opposées, très rapprochées et persistantes, de couleur vert foncé (Migliore 2011).

La période de floraison commence à partir de mai-juin et peut durer jusqu'au mois d'août sous la forme de fleurs blanches, très odorantes à l'aisselle des feuilles. Cette floraison s'accompagne de fruits (baies), de couleur bleue noirâtre ayant une saveur âpre, atteignant le stade de maturité au mois de novembre (Migliore 2011). Ce fruit contient des graines réniformes, de saveur résineuse, son goût est astringent (Boullard 1988).



**Figure 3 :** *Myrtus communis* Linn (A) feuilles ; (B) fleurs et fruits immatures ; (C) fruits matures ; et (D) graines (Jabri, Marzouki et al. 2018).

**2.2 Classification :** La classification de *Myrtus communis* est la suivante (Benoit 2009).

**Règne :** Plantae.

**Division :** Magnoliphyta.

**Classe :** Magnoliopsida.

**Ordre :** Myrtales.

**Famille :** Myrtaceae.

**Genre :** *Myrtus*.

**Espèce :** *Myrtus Communis*.

**2.3 Composition biochimique :** Les fruits de myrte présentent une composition variée et riche résumée dans le tableau II.

**Tableau II :** Composition chimique et minérale du fruit de myrte  
(Traveset 2001; Aydin 2007).

Composants	Teneurs %
Eau	74.44
Protéines	4.17
Fibres	17.41
Énergie (kcal/g)	11.21
Huiles essentielles	6.56
Sucres réducteurs	8.64
Azote	0.31
Phosphore	0.043
Potassium	0.75
Calcium	0.274
Magnésium	0.131
Sodium	0.192
Cuivre	3.5
Fer	32
Manganèse	9
Zinc	7

De plus, le myrte contient des métabolites secondaires dont on peut citer les composés phénoliques et les huiles essentielles (Singer 2003).

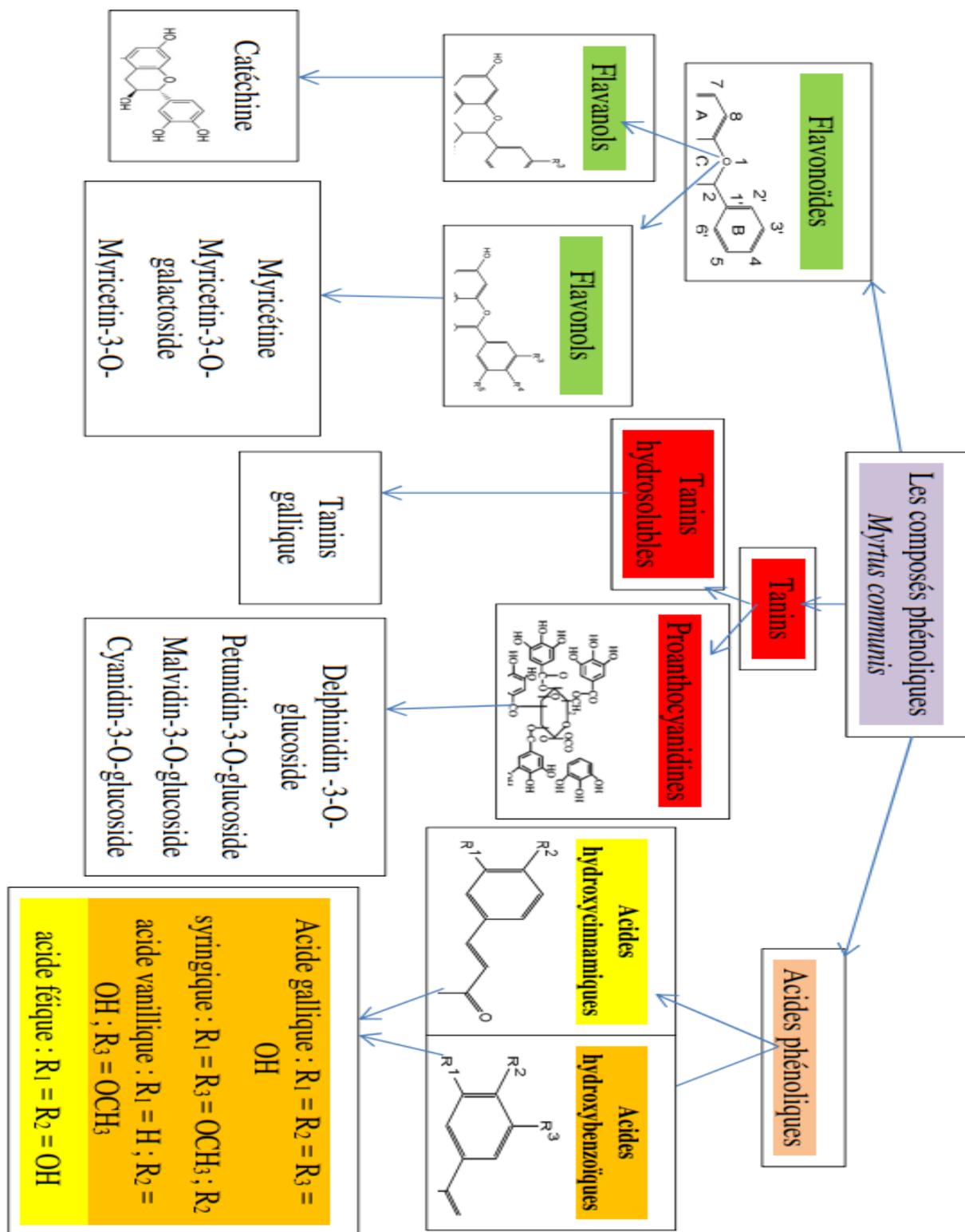


Figure 4 : Les principaux composés polyphénoliques du *Myrtus communis* L. et leurs structures chimiques (Mulas 2002; Reynertson 2008).

## 2.4 Utilisation :

Les myrtes sont exploités de différentes manières, leur utilisation peut être culinaire, médicinale, industrielle ou encore traditionnelle (**Aidi Wannès 2009**).

### ✓ Utilisation alimentaire :

Le fruit est principalement consommé frais ou utilisé dans la fabrication des confitures et du vinaigre (**Haciseferoğulları 2012**). Les feuilles peuvent remplacer le poivre noir comme épice pour les viandes et sauces (**Baytop 1984; Cakir 2004**). Leur composition en huiles essentielles détermine l'arôme spécifique de la plante et la saveur des condiments (**Cakir 2004**).

### ✓ Utilisation médicinale :

En plus d'être une plante aromatique, le myrte est utilisé en thérapeutique et cosmétique. Les fruits de myrte sont largement utilisés comme remède contre plusieurs maladies dont celle des voies respiratoires. De plus, les huiles essentielles de myrte favorisent le sommeil et jouent un rôle antiseptique des voies urinaires (**Haciseferoğulları 2012**).

Les préparations à base de cette plante tel que la décoction ou l'infusion des feuilles sont utilisées contre la toux et les maladies buccales ainsi que pour leur effet hypoglycémiant, anti-inflammatoire, antimicrobien, anti-hémorragique, stimulation de l'appétit et la cicatrisation des plaies (**Ozek 2000; Traboulsi 2002; Cakir 2004**). Les baies sont utilisées pour le traitement de plusieurs maladies infectieuses comme la diarrhée et la dysenterie (**Chryssavgi 2008**).

Les huiles essentielles de l'écorce, des feuilles et des fleurs de myrte sont utilisées en parfumerie, savons et soins de la peau, produits cosmétiques. Une eau cosmétique appelée « eau d'ange » est obtenue à partir des fleurs (**Traboulsi 2002**).

## 2.5 Activité biologique du myrte (*Myrtus communis*) :

*M. communis* L, est utilisée traditionnellement pour le traitement des troubles tels que la diarrhée, l'inflammation et les maladies de la peau. Bien que des études cliniques et expérimentales suggèrent qu'elle possède un spectre plus large d'effets pharmacologiques et thérapeutiques tel que l'effet antioxydant, anticancéreux, anti-diabétique, antibactérien et antifongique (**Alipour G. 2014**).

---

### 2.5.1 Activité antioxydante :

Des études antérieures ont montré que les extraits de feuilles de myrte ont la plus forte activité antioxydante et la plus forte teneur en phénols par rapport à d'autres parties de la plante (**Chryssavgi G 2008; Wannas WA 2010**). Au cours des dernières années, un intérêt croissant s'est manifesté pour la recherche et l'étude de nouveaux composés naturels à utiliser dans l'industrie alimentaire et cosmétique afin d'éviter l'utilisation d'antioxydants synthétiques. De plus, les consommateurs à travers le monde sont de plus en plus conscients de l'importance des antioxydants pour maintenir une bonne santé et prévenir l'apparition de certaines pathologies (**Augustin 2015**).

Le myrte est une source d'antioxydants naturels riche en métabolites secondaires tels que les huiles essentielles. En fait, l'abondance des composés bioactifs présents dans ses baies et ses feuilles contribue de manière significative à augmenter la capacité antioxydante totale (CAT). Les polyphénols, en particulier, ont une capacité antioxydante élevée car ils sont d'excellents donateurs d'hydrogène, agents réducteurs et piègeurs d'oxygène (**Rice-Evans 1997**). Des méthodes plus spéciales ont été appliquées pour évaluer la CAT de différentes parties du myrte (**Romani 2004; Tuberoso 2010; Augustin 2015; Sanna 2019**). Par exemple, des extraits de baies à la concentration de 150 et 300 g/L ont montré une forte activité de piégeage des radicaux hydroxyles (**Sanna 2019**). Alors que les extraits de feuilles et de baies de myrte étaient capables d'inhiber l'oxydation des lipoprotéines de basse densité (LDL) (**Romani 2004; Tuberoso 2010; Rosa 2015**).

### 2.5.2 Activité antimicrobienne :

Différents extraits de baies et de feuilles du myrte ainsi que ses huiles essentielles ont été largement étudiés pour leurs propriétés antibactériennes. Les extraits de myrte et les huiles essentielles exercent des activités antibactériennes en affectant la perméabilité de la paroi cellulaire bactérienne et de la membrane entraînant la libération du contenu cellulaire à l'extérieur de la cellule et conduisant à la perturbation de la fonction essentielle de la membrane, y compris l'absorption des nutriments, l'activité enzymatique et le transfert d'électrons (**Amensour 2010**).

Les extraits de feuilles et de baies du myrte ont montré un potentiel antibactérien pertinent contre différentes bactéries Gram-positives et Gram-négatives (*Bacillus subtilis*, *Listeria innocua*, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *P. vulgaris*, *P. aeruginosa* et *P. fluorescens*) avec des

---

CMI (Concentration minimale inhibitrice) comprises entre 0,075 (*S. aureus*) et 5 (*P. vulgaris*) mg/ml pour les deux extraits (**Amensour 2010**).

Il a été démontré que l'huile essentielle dérivée du myrte inhibe la croissance d'*E. coli*, *S. aureus* et *C. albicans* avec des valeurs des CMI et des CBM (Concentration bactéricide minimale) de 2 à 4 et de 4 à 8 µg/ml, respectivement (**Yadegarinia 2006**) ainsi que la croissance de 12 microorganismes pathologiques y compris les bactéries à Gram positif et à Gram négatif, champignons et levures (**Berka-Zougali B. 2012**).

### 2.5.3 Activité antidiabétique :

Le diabète sucré est un trouble métabolique causé par de graves anomalies du métabolisme glucidique et lipidique et caractérisé par une résistance à l'insuline et une hyperglycémie. Il a augmenté d'une façon démesurée au cours de ces dernières années, 415 millions d'adultes étaient diabétiques en 2015 et il devrait atteindre 642 millions d'ici 2040 (**Herman 2017**). Les principaux deux facteurs qui contribuent au développement et à la progression du diabète sont les habitudes alimentaires et l'hygiène de vie. En effet, plusieurs études ont montré que la consommation d'aliments végétaux riches en antioxydants et composés bioactifs exerce un rôle préventif diminuant le risque de développer cette maladie (**Olfert 2018**).

Une étude a montré que les feuilles et les rameaux du myrte (2 g/kg) ont prévenu et diminué l'hyperglycémie chez des souris rendus diabétiques avec la streptozotocine (**Elfellah 1984**). De même, chez des rats traités par la streptozotocine (pour l'induction du diabète de type I) ou la dexaméthasone (pour l'induction du diabète de type II), l'extrait de baies de myrte a diminué les niveaux d'hyperglycémie et a amélioré le profil lipidique, ainsi que le volume et la teneur en protéines de l'urine (**Talebianpoor, Talebianpoor et al. 2019**).

#### 2.5.4 Activité anti-inflammatoire :

L'inflammation est la principale cause qui contribue à l'apparition et au développement des maladies humaines les plus courantes telles que les troubles métaboliques, les maladies cardiovasculaires, et le cancer (**Joseph 2014**). Dans l'état physiologique, l'inflammation représente la réponse normale et temporaire du système immunitaire à la présence d'antigènes pathogènes. Cependant, son hyperactivation induit des lésions tissulaires et un stress oxydatif dus à une production excessive de radicaux libres (**Schieber 2014**).

Par conséquent, l'utilisation d'antioxydants naturels capables de contrer les niveaux de radicaux libres réduisant à la fois l'inflammation et le stress oxydatif pourrait représenter un outil stratégique pour prévenir plusieurs pathologies humaines (**Al-Hindawi, Al-Deen et al. 1989; Hosseinzadeh 2011; Jabri, Marzouki et al. 2018**). Différentes concentrations d'extraits de feuilles de myrte de différentes ont montré un effet protecteur chez des souris albinos stressées par le xylène contre les inflammation aigus et chronique (**Hosseinzadeh 2011**). L'extrait de graines de fruits du myrte (25, 50, et 100 mg/kg pendant 2 mois) a diminué les taux plasmatiques de cytokines inflammatoires telles que le facteur de nécrose tumorale  $\alpha$ , l'interleukine (IL)-8, l'IL-6 et l'IL-1 $\beta$ , et les concentrations érythrocytaires des espèces réactives d'oxygène et de peroxydation lipidique, et a augmenté l'activité des principales enzymes antioxydantes chez les rats intoxiqués à l'éthanol (**Jabri, Marzouki et al. 2018**).

#### 2.5.5 Activité anticancéreuse :

Le cancer est l'une des principales causes de décès dans le monde avec 16,9 millions de personnes diagnostiquées en 2019 et 22,1 millions attendues en 2030 (**Miller 2019**). De nombreuses études ont montré une forte corrélation entre une alimentation riche en aliments végétaux et un risque moindre de développer différents types de tumeurs (**Grosso 2013; Battino 2019; Papandreou 2019; Chen 2020; Pan 2020**). Les huiles essentielles de feuilles de myrte montrent un effet anti-mutagène chez *E.coli* réduisant le pourcentage de mutagénèse spontanée (**Mimica-Dukić 2010**).

#### 2.5.6 Activité antifongique :

Les activités antifongiques des huiles essentielles de myrte sont forcément liées à la présence de monoterpènes oxygénés et d'autres polyphénols qui sont capables d'affecter de manière définitive les membranes cellulaires favorisant la libération des matériaux

---

cellulaires et la mort du microorganisme, comme cela s'est produit avec les bactéries (Cox 2001).

Les huiles essentielles dérivées du myrte inhibent la croissance de 19 champignons phytopathogènes dont *Rhizoctonia solani*, *Fusarium tabacinum*, *Fusarium culmorum*, *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia minor*, *Cladosporium herbarum* et *Nigrospora oryzae* avec différents pourcentages d'inhibition (Kordali 2016). Elles ont également exercé des effets antifongiques contre différentes souches de *Candida* avec des valeurs de CMI comprises entre 2 et 4 µg/ml (Cannas 2013).

#### 2.5.7 Activité neuroprotectrice :

Une étude a révélé que les extraits de baies de myrte étaient plus efficaces que les extraits de feuilles pour inhiber les activités *in vitro* de l'acétylcholinestérase, de la butyrylcholinestérase et de la tyrosinase, qui sont des enzymes corrélées avec des maladies neurodégénératives telles que la maladie d'Alzheimer (Tumen 2012).

# ***MATERIEL & METHODES***

### 3 Procédure expérimentale :

Notre travail consiste en l'élaboration d'une mayonnaise à différentes proportions de poudre lyophilisée de fruit de myrte. Une analyse physico-chimique est effectuée dans le laboratoire de l'unité de production des sauces El-kseur wilaya de Bejaïa (complexe agroalimentaire CEVITAL) et au laboratoire 3BS à l'université de Bejaïa (biomathématique, biochimique, biophysique et scientométrie). L'analyse sensorielle de la mayonnaise quant à elle a été effectuée par une équipe d'experts entraînés de l'unité pour déterminer la qualité organoleptique de la mayonnaise enrichie par comparaison à la mayonnaise non enrichie commercialisée (Témoin).

#### 3.1 Matériel et réactifs utilisés :

Le matériel (appareils) ainsi que les réactifs utilisés pendant notre travail pratique sont résumés dans le tableau III.

**Tableau III :** Matériel et réactifs utilisés pendant le travail expérimental.

Matériel	Réactifs
Balance analytique	Eau distillée
Balance électronique	Phénolphtaléine
pH mètre	Hydroxyde de sodium NaOH
Dessiccateur	Nitrate d'argent (AgNO <sub>3</sub> )
Consistomètre de Bostwick	Chromate de potassium(K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> )
Viscosimètre	Iodure de potassium (KI)
Burette de titration	Chloroforme, acide acétique
Vortex	Empois d'amidon
Agitateur magnétique	Thiosulfate de sodium
Barreaux magnétiques	Hexane, méthanol, éthanol, acétone
Centrifugeuse	ABTS
Bain marie	DPPH
Spectrophotomètre	Carbonate de sodium
Micropipette	Folin Ciocalteu
Erlenmeyer	Ferricyanide de potassium
Becher	TCA
Tubes à essai, tubes à hémolyse, Eppendorf....	Chlorure ferrique FeCl <sub>3</sub>

Les fruits de myrte ont été achetés dans un marché local de la wilaya de Bejaïa. Les fruits ont été transférés au laboratoire, lavés, séchés puis lyophilisés. Après lyophilisation, les fruits ont été broyés jusqu'à obtention d'une poudre fine et conservée à 4°C jusqu'à analyse.

### 3.2 Formulation de la mayonnaise :

La préparation de la mayonnaise a été faite dans le laboratoire de contrôle de la qualité (CEVITAL Agro-industrie) en respectant le diagramme de fabrication de la mayonnaise précisé à l'échelle standard (**Norme entreprise, 2019**), avec ajout de la poudre lyophilisée de fruit du myrte (PLFM). Ainsi, deux kilogrammes de chaque échantillon de mayonnaise ont été préparés. La recette contient les ingrédients suivants (exprimés en %) : huile de colza commerciale (70%), jaune d'œuf liquide (5%), sucre (0,5%), eau (18%), vinaigre (3,5%), graine de moutarde (2%) et sel (1%). Tous les ingrédients ont été achetés dans un supermarché local et mélangés avec un bras mixeur (**Raikos, McDonagh et al. 2016**).

Afin d'évaluer l'effet de l'addition du myrte, en tant qu'ingrédient fonctionnel, sur la qualité de la mayonnaise, quatre échantillons ont été préparés avec différents taux d'enrichissements :

**Échantillon(T)** : un échantillon témoin de mayonnaise sans aucun enrichissement.

**Échantillon (A)** : mayonnaise + 0,3% de la poudre lyophilisée de fruit du myrte (PLFM).

**Échantillon(B)** : mayonnaise + 0.6% de la poudre lyophilisée de fruit du myrte (PLFM).

**Échantillon (C)** : mayonnaise + 1% de la poudre lyophilisée de fruit du myrte (PLFM).

Chaque échantillon est mis dans des bocaux en verre avec des couvercles à fermeture hermétique et stocké à une température ambiante ( $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ ) pour une durée d'un mois. Des analyses physico-chimique et sensorielles ont été effectuées sur tous les échantillons de mayonnaise pour la durée de 0, 14 et 28 jours.

### 3.3 Analyses physico-chimiques :

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'unité de fabrication des sauces. Les principaux paramètres physico-chimiques analysés dans la mayonnaise sont : pH, indice d'acide, taux d'humidité, taux de sel, consistance et viscosité. Toutes les préparations sont faites en double pour chaque concentration de PLFM et pour le témoin, ainsi les mesures des tests physico-chimiques sont effectuées trois essais.

#### 3.3.1 Mesure du pH :

**Principe** : La détermination du pH consiste à la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'un produit (**Afnor 1982**).

**Mode opératoire :** La mesure du pH est effectuée par un pH mètre électronique en introduisant l'électrode dans la mayonnaise à analyser. La lecture se fait directement sur l'écran de l'appareil après stabilisation de la valeur affichée.

### 3.3.2 Taux d'acidité :

**Principe :** l'acidité correspond principalement à la présence des acides organiques et minéraux utilisés dans le produit. Il s'agit d'un titrage acidobasique. L'acide acétique est neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (0,1N) en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré (**Afnor 1982**).

**Mode opératoire :**

Une prise d'essai de 1g d'échantillon est pesée dans un erlenmeyer puis dissoute dans 100 ml d'eau distillée. Après addition de 3 gouttes de phénolphthaléine, l'ensemble est titré avec une solution de NaOH (0.1N) jusqu'à apparition d'une couleur rose clair persistante. Enfin, le volume de chute de la burette est noté (**AOAC15-30**).

**Expression de résultats :**

L'acidité est exprimée conventionnellement en gramme d'acide acétique par gramme de produit. Elle est calculée selon la formule suivante :

$$A\% = \frac{V(\text{ml}) \times N \times M}{PE}$$

V : Volume de chute de burette de NaOH en ml.

N : Normalité de NaOH 0,1N.

M : Masse molaire de l'acide acétique 60g/mol.

PE : Masse de la prise d'essai.

### 3.3.3 Taux d'humidité :

**Principe :** Il s'agit de la quantité d'eau contenue dans la mayonnaise. Elle est déterminée par séchage de la mayonnaise dans un dessiccateur muni d'un système électronique (Infrarouge) permettant de calculer le taux de l'extrait sec (**Norme entreprise, 2019**).

**Mode opératoire :** Une prise d'essai de 1g de mayonnaise est pesée dans une coupelle puis mise dans le dessiccateur pour séchage. Le résultat (fin du séchage) est lu après un bip sonneur.



**Figure 5 :** Photographie de dessiccation de la mayonnaise.

**Expression des résultats :** le pourcentage d'humidité est déduit à partir de l'extrait sec total en appliquant la formule :  $H\% = 100\% - EST$

EST : extrait sec total.

### 3.3.4 Taux de sel :

**Principe :** la mayonnaise est d'abord fondue dans de l'eau bouillante puis les chlorures sont titrés avec une solution de nitrate d'argent ( $AgNO_3$ ) en présence de chromate de potassium ( $K_2CrO_4$ ) comme indicateur coloré selon la méthode de **MOHR (ISO885/1.02.2004)**.

La méthode se base sur la réaction entre les ions d'argent et le chlore qui permet la formation d'un précipité de chlorure d'argent.



Au point d'équivalence, une faible concentration en ion  $Ag^+$  provoque la coloration du rouge brique du  $K_2CrO_4$ .



### Mode opératoire :

1g d'échantillon est pesé dans un erlenmeyer puis additionnée de 100 ml d'eau distillée bouillante. Ensuite sous agitation, 2 ml de solution de chromate de potassium sont ajoutés. L'ensemble est titré avec une solution de nitrate d'argent jusqu'au virage à la couleur rouge brique persistante pendant 30 s.

**Expression des résultats :** le taux de sel est calculé selon la méthode suivante :

$$\text{NaCl \%} = \frac{V(\text{ml}) \times N \times 5.85}{\text{PE}}$$

V : Volume de chute de burette en ml.

N : Normalité d'AgNO<sub>3</sub> 0.1N.

PE : Prise de masse.

### 3.3.5 Consistance :

**Principe :** la consistance est représentée par la distance en centimètre (cm) parcourue par l'échantillon en 30s tout au long d'un canal sous l'effet de la gravité (**Animasaun 2015**).

**Mode opératoire :**

L'échantillon de mayonnaise est versé dans le consistomètre de Bostwick à niveau après avoir mis la bulle de niveau au milieu. Le crochet de bostwick est lâché en actionnant le chronomètre. Au bout de 30s, la valeur est affichée sur la graduation de bostwick.



**Figure 6 :** L'écoulement par le consistomètre de Bostwick.

### 3.3.6 Viscosité :

**Principe :** la viscosité est définie comme étant le coefficient de frottement moléculaire interne. Elle est déterminée par les forces de frottement d'un solide se mouvant dans un liquide selon les recommandations de l'union internationale de la chimie pure et appliquée (I.U.P.A.C.). La mesure de la viscosité (donnée en centipoise) est réalisée par un viscosimètre de torsion relié à un bain thermostaté à 20°C (**Animasaun 2015**).

**Mode opératoire :** Après l'ajustement du niveau du viscosimètre, la tige du montage du viscosimètre est insérée dans un flacon contenant 100 g d'échantillon. L'analyse est démarrée en appuyant sur le bouton « motor on ». La valeur de la viscosité est lue directement sur l'appareil.

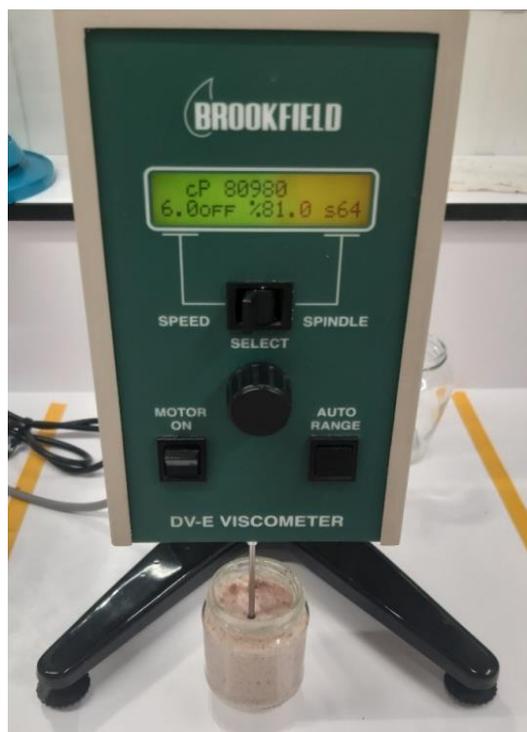


Figure 7 : Mesure à l'aide d'un viscosimètre.

### 3.3.7 Polyphénols totaux :

#### 3.3.7.1 Préparation des extraits :

Un échantillon de 2 g de mayonnaise a été additionné de 10 ml de mélange acétone 50% : hexane (50 : 50). L'ensemble subit une agitation magnétique pendant 10 min puis une centrifugation à 5000 rpm pendant 10 min. La phase hexanique est retirée tandis que l'extrait acétonique est filtré à travers un papier filtre (Romeo, De Bruno et al. 2021). Les extraits ainsi obtenus sont conservés à 4°C jusqu'à analyse. Ces extraits sont utilisés pour le dosage des polyphénols totaux et mesure de l'activité antioxydante.

#### 3.3.7.2 Dosage des polyphénols totaux :

**Principe :** Le réactif de Folin Ciocalteu de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMo_{12}O_{40}$ ) qui se réduit en milieu basique en tungstène et en molybdène par l'oxydation des composés phénoliques. La coloration bleue est proportionnelle à la teneur de polyphénols présents dans les extraits présentant une absorption maximale à 765 nm (Boizot and Charpentier 2006).

**Mode opératoire :** Un volume de 200  $\mu$ l de l'extrait est mélangé avec 1 ml du réactif de Folin Ciocalteu (dilué 10 fois avec de l'eau distillée) et 0,8 ml de carbonate de sodium (7,5%). L'ensemble des tubes ont été agités et incubés dans l'obscurité à température ambiante

pendant 30 minutes. L'absorbance est lue à 765nm contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre (**Singleton and Rossi 1965**).

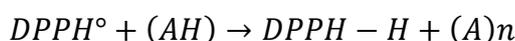
Tous les tests ont été effectués en trois essais, les résultats sont exprimés en mg équivalents d'acide gallique par 100g de mayonnaise en se référant à la courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide gallique (**Annexe II**).

### 3.3.8 Activité antioxydante :

#### 3.3.8.1 Piégeage du radical DPPH :

**Principe :** L'activité antioxydante a été déterminée par le test du piégeage du DPPH. La capacité de donation d'atomes d'hydrogène ou de transfert d'électrons des extraits a été mesurée à partir du blanchiment d'une solution méthanolique de diphényl picryl hydrazyl (DPPH) de couleur violette (**Burits and Bucar 2000**).

La réaction peut être résumée par l'équation :



#### Mode opératoire :

Un volume de 100 µl d'extraits a été mélangé avec 900 µl d'une solution méthanolique de DPPH à 0,04 mg/ml. Après une période d'incubation de 20 minutes à température ambiante, la lecture est faite contre un blanc à 517 nm (**Blois 1958**). Les résultats ont été exprimés en mg équivalent de trolox par 100 g de mayonnaise en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec le trolox (**Annexe II**).

#### 3.3.8.2 Piégeage du radical ABTS :

**Principe :** Lors de la mise en œuvre de ce test, l'ABTS incolore est préalablement oxydé avec du persulfate de potassium ( $K_2S_2O_8$ ) pour former le radical cationique  $ABTS^+$  de coloration bleu-vert. L'addition d'un composé antioxydant engendre la réduction du radical  $ABTS^+$  en ABTS (**Osman, Wong et al. 2006; Moon and Shibamoto 2009**).

**Mode opératoire :** un volume de 50 µl d'extrait est additionné de 950 µl d'ABTS, après 6 min d'incubation à l'obscurité, la lecture de l'absorbance est effectuée à 734 nm (**Re, Pellegrini et al. 1999**). Les résultats ont été exprimés en mg équivalent de trolox par 100 g de mayonnaise en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec le trolox (**Annexe II**).

### 3.3.8.3 Pouvoir réducteur PR :

**Principe :** Les substances à potentiel réducteur réagissent avec le ferricyanure de potassium ( $\text{Fe}^{3+}$ ) pour former de ferrocyanure de potassium ( $\text{Fe}^{2+}$ ), qui réagit ensuite avec le chlorure ferrique pour former un complexe ferreux qui a un maximum d'absorption à 700 nm.

**Mode opératoire :** Le pouvoir réducteur des extraits est déterminé selon la méthode décrite par Oyaizu 1986 (**Oyaizu 1986**). Un volume de 300  $\mu\text{l}$  d'extrait est mélangé avec 750  $\mu\text{l}$  d'une solution tampon phosphate 0,2 M (PH 6,6) et 750  $\mu\text{l}$  d'une solution de ferricyanure de potassium ( $\text{K}_3 [\text{Fe} (\text{CN})_6]$ ) à 1%. L'ensemble est incubé au bain marie à 50°C pendant 20 min, ensuite 750  $\mu\text{l}$  d'acide trichloro-acétique TCA à 10% sont ajoutées. Un volume de 500  $\mu\text{l}$  du mélange est prélevé et est mélangé avec 500  $\mu\text{l}$  d'eau distillée et 100  $\mu\text{l}$  d'une solution aqueuse de  $\text{FeCl}_3$  à 0,1%.

L'intensité de la couleur bleu-vert a été mesurée à 700 nm par rapport à un blanc, semblablement préparé en remplaçant l'extrait par de le solvant d'extraction qui permet de calibrer l'appareil (UV-Vis spectrophotomètre). Les résultats ont été exprimés en mg équivalent d'acide ascorbique par 100 g de mayonnaise en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide ascorbique (**AnnexeII**).

### 3.4 Analyse sensorielle :

L'analyse sensorielle est extrêmement importante dans la fabrication d'une mayonnaise. Une évaluation sensorielle de mayonnaise enrichie a été réalisée pour sur un ensemble de panélistes. Le panel sensoriel est composé de 8 dégustateurs experts. Ces derniers ne sont pas des fumeurs, n'avaient aucun parfum et n'avaient consommé aucune nourriture ou boissons qui pourraient influencer leur perception pendant une période d'une heure avant l'analyse. La séance de dégustation a eu lieu dans un local au sien du complexe CEVITAL où l'ambiance générale du local (aération, température et silence), les installations et le matériel utilisé pour l'évaluation sensorielle sont contrôlés (**Avramescu, Bazzaro et al. 2014**).

### 3.5 Analyse statistique :

Toutes les analyses sont effectuées en deux essais (N=2) avec 3 répétitions pour chaque essai (n=3). L'analyse ANOVA à un facteur est réalisée pour étudier l'effet de la période de stockage sur les propriétés physicochimiques et les composés phénoliques de la mayonnaise. Les différences significatives ( $p < 0.05$ ) entre les moyennes sont déterminées par le test Post-

Hoc de Tukey pour vérifier l'importance de tous les tests. Le logiciel STATISTICA (version 7.1) est utilisé pour le traitement des données (Statsoft).

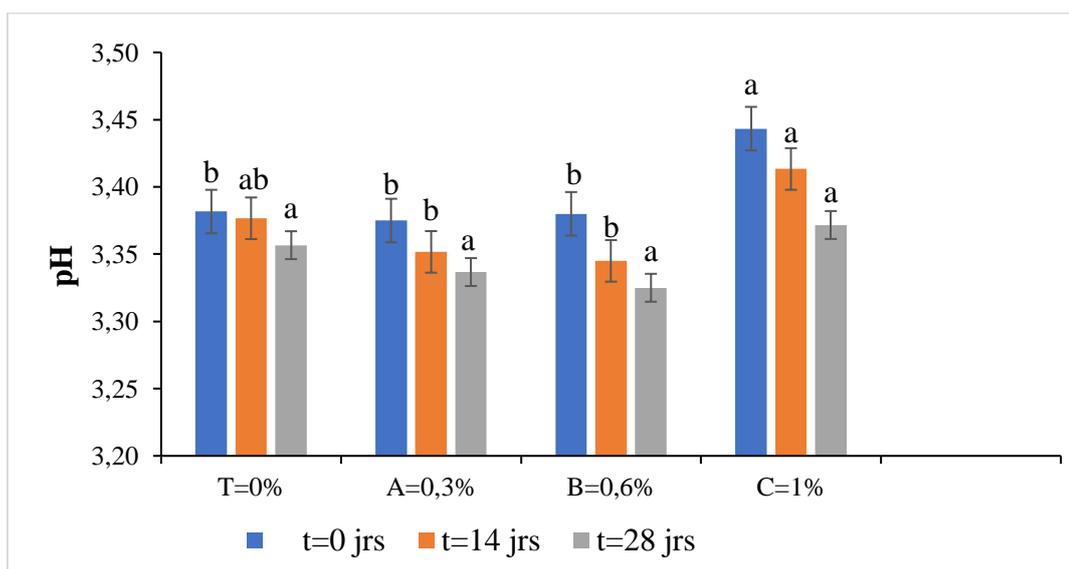
# ***RESULTATS & DISCUSSION***

Ce chapitre présente les principaux résultats obtenus lors de notre travail. Ces résultats sont discutés et mis en valeur par rapport à ceux obtenus dans les différents travaux de recherche.

#### 4 Evaluation des analyses physico-chimiques de la mayonnaise :

##### 4.1 pH :

Des mesures du pH des différents échantillons de mayonnaise ont été effectuées pendant 28 jours de stockage (**Figure 8**).



**Figure 8 :** Évolution du pH pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.

*Des lettres différentes indiquent des différences significatives à  $p < 0,05$ .*

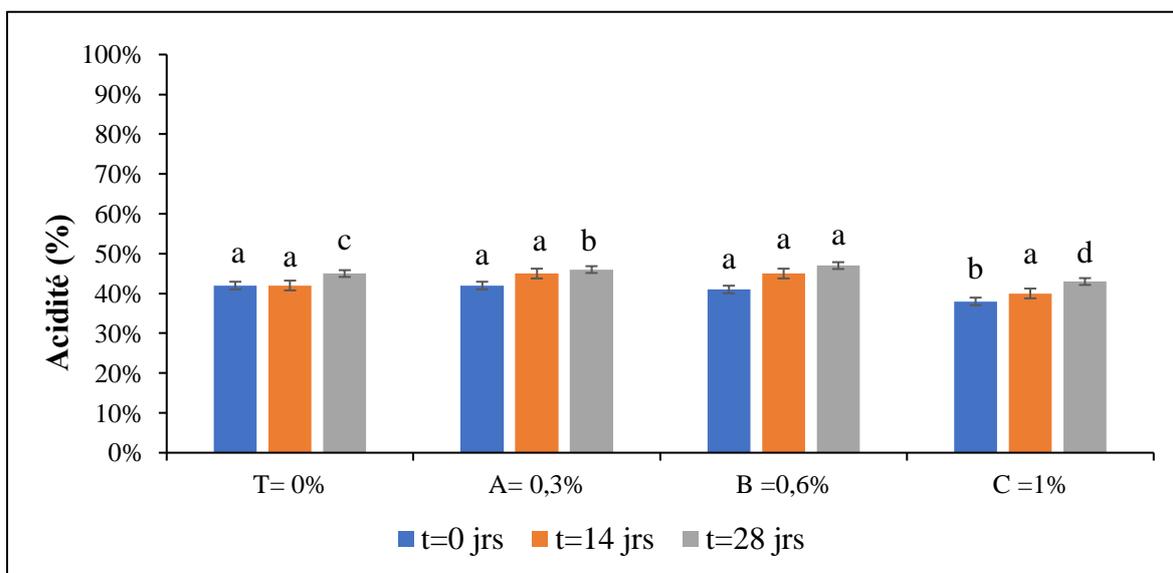
Selon les résultats obtenus, on observe que pour les échantillons à  $t=0j$  et à  $t=14j$  il y a une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) de la valeur du pH pour l'échantillon C (enrichi à 1%) par rapport aux échantillons A (enrichi à 0,3%) et B (enrichi à 0,6%). Par contre, pour l'échantillon à  $t=28j$ , l'ajout de la PLFM n'a eu aucun effet significatif ( $p < 0,05$ ) sur la valeur du pH.

Ce résultat corrobore avec celui de (Shabbir, Iftikhar et al. 2015) ayant remarqué que l'ajout de poudre de germes de sésame a augmenté le pH moyen de la mayonnaise dont la valeur du pH la plus élevée a été enregistrée au niveau de l'échantillon le plus enrichi. Les résultats de (Kishk and Elsheshetawy 2013) confirment également que la mayonnaise

enrichie avec de la poudre de gingembre a montré une plus grande valeur du pH par rapport à la mayonnaise non enrichie pendant 20 semaines de stockage.

On remarque également qu'il y a une légère diminution de la valeur du pH pendant la période de stockage, mais qu'il reste dans les normes du pH  $\{3,3 \pm 0,25\}$ . Nos résultats sont en accord avec ceux de (Worrasinchai, Suphantharika et al. 2006) Et (El-Bostany, Ahmed et al. 2011) qui ont trouvé que les valeurs du pH diminuent continuellement dans les échantillons de mayonnaise pendant la période de stockage. La réduction du pH est probablement due à une éventuelle croissance microbienne qui acidifie le milieu (Marinescu 2011).

**4.2 Acidité titrable :** Des mesures de l'acidité titrable des différents échantillons de mayonnaise ont été effectuées pendant 28 jours de stockage (Figure 9).



**Figure 9 :** Évolution de l'acidité titrable pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.

*Des lettres différentes indiquent des différences significatives à  $p < 0,05$ .*

Concernant l'acidité titrable, les résultats de son évolution pendant le stockage montrent que sa valeur augmente légèrement au cours du stockage ce qui concorde avec la diminution de la valeur du pH notée précédemment  $\{0,4 \pm 0,1\}$ .

Une différence significative ( $p < 0,05$ ) est enregistrée à  $t=0$  j entre l'échantillon C et les trois échantillons T, A, B. Cependant, aucune différence significative ( $p < 0,05$ ) entre l'échantillon T et les deux autres échantillons A, B. Quant aux échantillons à  $t=14$  j, aucune

différence significative n'a été trouvée. Par contre, à la fin de stockage (t=28j), on observe une différence significative entre tous les échantillons ( $p < 0,05$ ).

L'augmentation de l'acidité titrable pourrait être principalement attribuée à l'activité des micro-organismes tolérants à l'acide tels que les bactéries lactiques présentes dans la solution de la phase aqueuse de mayonnaise (**Pourkomialian 2000; Karas 2002**).

Selon d'autres auteurs, ces augmentations sont probablement dues à l'activité des enzymes hydrolytiques et oxydatives présentes dans les œufs (**Stefanow 1989; Akin, Aktumsek et al. 2010**).

### 4.3 Teneur en sel :

La salinité des échantillons présente une légère augmentation pendant la période de stockage, à l'exception de l'échantillon A dans lequel on observe une diminution, mais sans différence significative ( $p < 0,05$ ) entre tous les échantillons (**Tableau IV**).

**Tableau IV** : Évolution de la teneur en sel pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.

[C] \ t	t=0 jrs	t=14 jrs	t=28 jrs
T= 0%	1,59 <sup>a</sup> ±0,02	1,61 <sup>a</sup> ±0,04	1,61 <sup>a</sup> ±0,01
A= 0,3%	1,68 <sup>a</sup> ±0,01	1,62 <sup>a</sup> ±0,01	1,61 <sup>a</sup> ±0,01
B =0,6%	1,61 <sup>a</sup> ±0,02	1,62 <sup>a</sup> ±0,006	1,62 <sup>a</sup> ±0,02
C =1%	1,58 <sup>a</sup> ±0,01	1,63 <sup>a</sup> ±0,04	1,64 <sup>a</sup> ±0,02

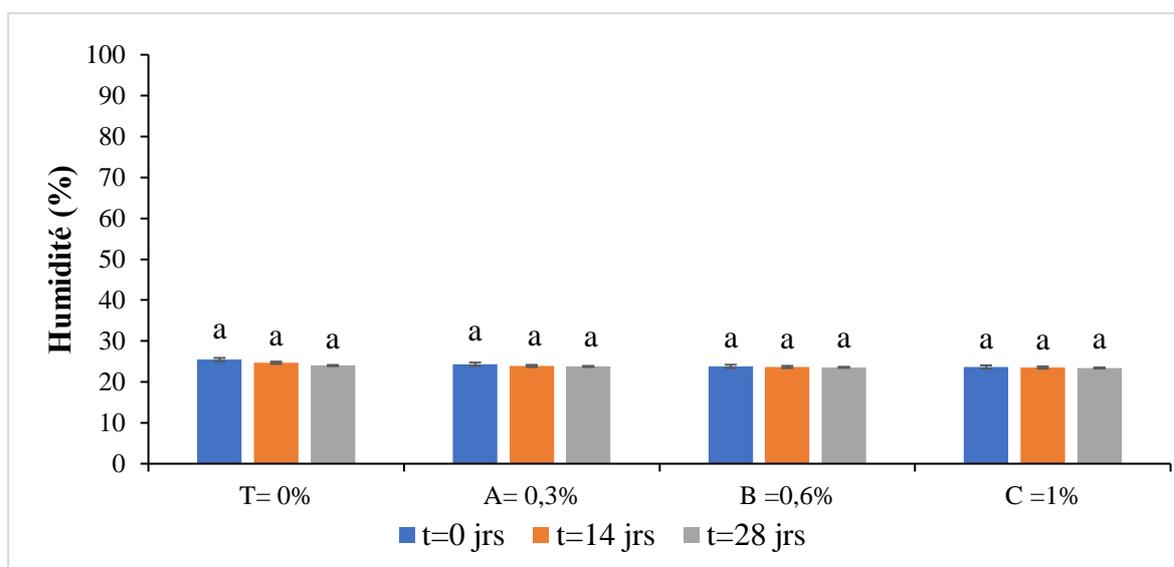
L'ensemble des échantillons analysés présentent des teneurs en sel comprises entre 1,58% et 1,68% conformément aux normes {1.5±0.2}. L'ajout du sel à la mayonnaise découle de la nécessité d'améliorer l'appétence à la consommation, il permet de ralentir le développement de certains micro-organismes et de prolonger la durée de conservation. Le sel aide à améliorer les caractéristiques et la stabilité de la mayonnaise, en raison de neutraliser les charges protéiques, ce qui leur permet de s'adsorber à la surface des

gouttelettes d'huile et ces dernières interagissent plus fortement (**Depree and Savage 2001**).

Le sel est utilisé à une dose précise selon le poids de la mayonnaise. A forte dose la mayonnaise devient trop salée, sa consommation ainsi provoque l'hypertension et les maladies cardiovasculaires. En revanche, à faible dose, le goût devient déplaisant et la mayonnaise devient désagréable à la consommation (**de Oliveira Lopes, Barcelos et al. 2014**).

#### 4.4 Taux d'humidité :

Des différences non significatives sont enregistrées dans les valeurs de la teneur en humidité pour tous les échantillons de la mayonnaise témoin et la mayonnaise enrichie à différentes concentrations A, B, C pendant le stockage (j0, j14, j28) (**Figure 10**).



**Figure 10 :** Évolution du taux d'humidité pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.

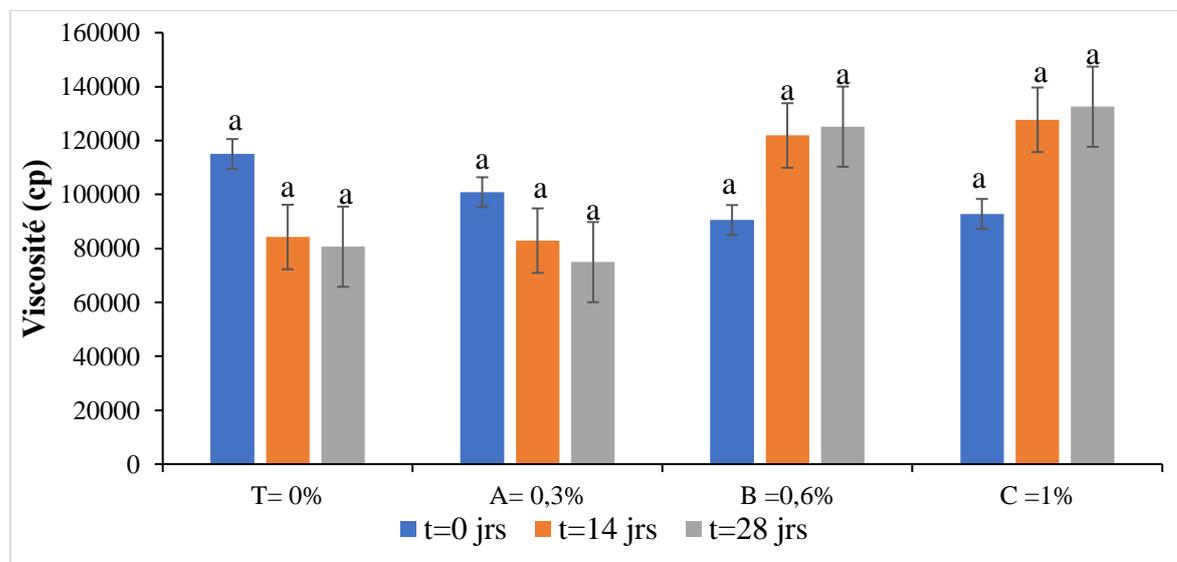
*Des lettres différentes indiquent des différences significatives à  $p < 0,05$ .*

On observe que le taux d'humidité diminue légèrement pendant le stockage. Il est à noter que l'humidité des trois types de mayonnaises préparées est conforme aux normes de l'entreprise  $\{23 \pm 2,5\}$ .

Nos résultats sont en accord avec ceux de (**Eman S. Abd El-Rahman. 2020**) qui ont noté que le taux d'humidité diminue avec l'ajout d'extrait de feuilles de moringa à la mayonnaise pendant 5 semaines de stockage.

#### 4.5 Viscosité :

La figure 11 montre l'effet de poudre de fruit du myrte et du temps de stockage sur la viscosité des échantillons de mayonnaise.



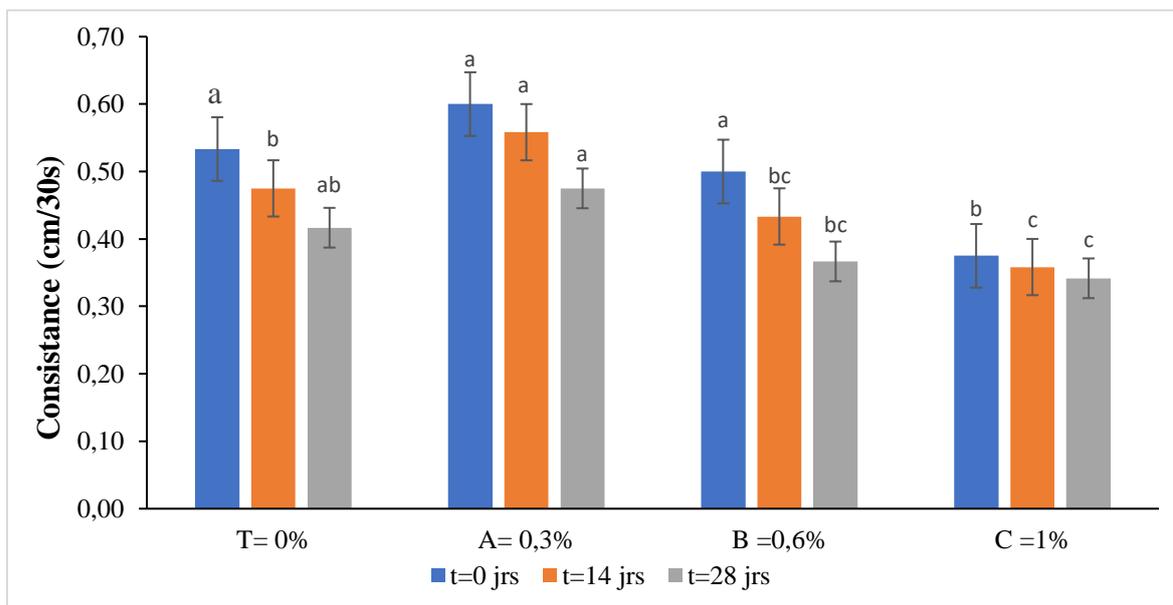
**Figure 11 :** Évolution de la viscosité pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.

*Des lettres différentes indiquent des différences significatives à  $p < 0,05$ .*

L'analyse statistique montre que l'enrichissement de la mayonnaise avec les différents taux en PLFM n'a pas eu d'effet significatif sur la viscosité des échantillons. Cependant, on remarque une légère diminution de la viscosité des échantillons T et A (0,3%) et une légère augmentation la viscosité des échantillons des échantillons B (0,6%) et C (1%), au cours du stockage.

Selon (**Katsaros 2020**), l'augmentation de la viscosité pourrait être due à la production des exo-polysaccharides utilisés comme agent émulsifiant pour les aliments. Les valeurs de viscosité diminuent avec la taille des gouttelettes d'huile, les distances entre elles sont très grandes et les interactions sont moins fortes (**Lazăr, Constantin et al. 2022**).

**4.6 Consistance :** La figure 12 montre l'effet de poudre de fruit du myrte et du temps de stockage sur la consistance des échantillons de mayonnaise.



**Figure 12 :** Évolution de la consistance pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.

*Des lettres différentes indiquent des différences significatives à  $p < 0,05$ .*

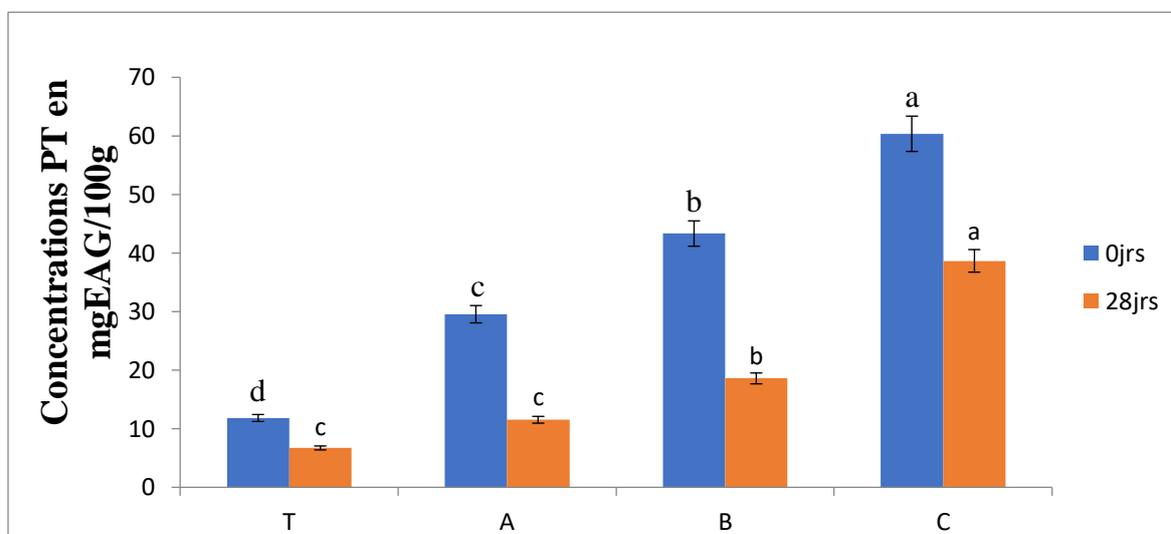
Aucune différence significative n'est observée dans les valeurs de la consistance à j0 pour les échantillons de mayonnaise de différentes concentrations de (PLFM), à l'exception de l'échantillon le plus enrichie (1%), d'où une différence significative  $p < 0,05$  est trouvée. En outre, les valeurs de la consistance après 14j et 28j étaient significativement affectées ( $p < 0,05$ ) comparées à celles de 0j pour chaque échantillon.

Les résultats présentés dans la figure13 ont montré que les valeurs de la consistance de tous les échantillons diminuent avec le temps, et que la distance d'écoulement de l'échantillon C (0,34 cm/30s) est plus faible que les trois autres T, A, B (0,42 ; 0,48 et 0,37 cm/30s) respectivement. C'est-à-dire qu'il s'écoule de moins au moins vite. Cela signifie qu'il est plus consistant, mais qui reste conformes aux normes de l'entreprise  $\{0,9 \pm 0,8\}$ . Ces résultats enregistrés pourraient être dû à l'augmentation de la quantité d'enrichissement en PLFM.

Nos résultats sont similaires avec d'autres travaux qui ont trouvé que l'addition d'extrait de clou de girofle et l'eugénol (Chatterjee and Bhattacharjee 2015) et l'ajout du gingembre à la mayonnaise pendant une période de stockage de 20 semaines (Kishk and Elsheshetawy 2013) a induit une diminution de la consistance de la mayonnaise avec l'augmentation de la poudre ajoutée pendant le stockage.

#### 4.7 Teneur en polyphénols totaux :

La figure 13 montre les résultats pour la teneur en polyphénols totaux en mg équivalent d'acide gallique par 100 g de mayonnaise (EAG/100g) des échantillons de la mayonnaise au cours du stockage.



**Figure 13 :** Évolution des polyphénols totaux pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.

*Des lettres différentes indiquent des différences significatives à  $p < 0,05$ .*

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence significative ( $p < 0,05$ ) dans les valeurs initiales ( $j_0$ ) des polyphénols entre chaque échantillon. A la fin de stockage ( $j_{28}$ ), on observe une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre l'échantillon T (sans enrichissement) et les deux échantillons B, C et entre l'échantillon A et les deux échantillons B, C. Mais aucune différence significative ( $p < 0,05$ ) n'a été observée entre l'échantillon T et l'échantillon A.

La teneur en polyphénols totaux a augmenté avec l'ajout de la poudre de fruit de myrte au début et à la fin de stockage, où les valeurs initiales ( $j_0$ ) des échantillons T, A, B et C étaient de l'ordre de (11,84 ; 29,56 ; 43,33 et 60,37 mg EAG /100g) respectivement qui sont supérieures par rapport à celles de 28 jours. Le contenu phénolique est passé de 29,56 à 60,37mg EAG/100g pour les échantillons additionnés en PLFM. De plus, les échantillons A, B et C présentent des niveaux significativement plus élevés en polyphénols totaux ( $p < 0,05$ ) par rapport à l'échantillon témoin (T).

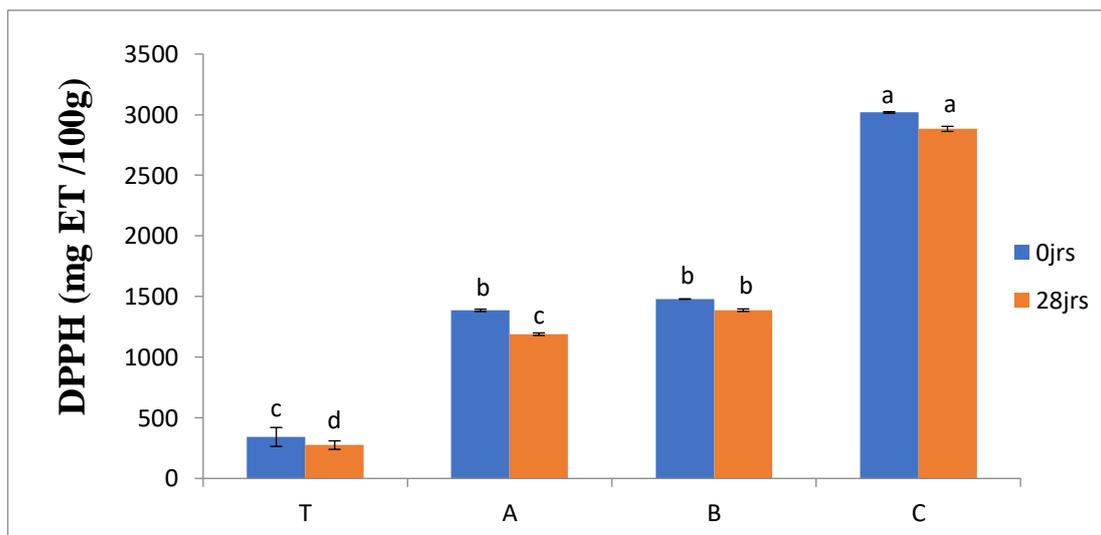
Nos résultats sont en accord avec d'autres chercheurs. En effet, (**Raikos, McDonagh et al. 2016**) ont montré que les échantillons de mayonnaise enrichis avec l'extrait de betterave

ont des teneurs plus élevées en composés bioactifs (bétanine et composés phénoliques) comparés à la mayonnaise non enrichie (témoin). (Lazăr, Constantin et al. 2022) ont montré que l'ajout de la poudre de pelures de betterave (BPP) à différentes concentrations (1,5 ; 3 ; 5 et 7%) à la mayonnaise a induit une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) des niveaux des composés bioactifs et le contenu phénolique est passé de  $197,10 \pm 1,91$  à  $325,9 \pm 5,61$  mg EAG/100 g pour la mayonnaise enrichie. (Chatterjee and Bhattacharjee 2015) ont également constaté que la mayonnaise formulée avec de l'extrait de clou de girofle avait significativement la teneur la plus élevée en phénols (1,89 mg EAG/g mayonnaise) que l'échantillon de mayonnaise commerciale et que les propriétés phytochimiques ont tendance à diminuer après 30 jours de stockage pour l'échantillon control et 90 jours pour l'échantillon enrichi. Par conséquent, ils ont pu donc conclure que l'ajout d'extrait de clou de girofle améliore les propriétés nutritionnelles et permet d'augmenter de 60 jours la durée de conservation de la mayonnaise standard.

#### 4.8 Activité antioxydante :

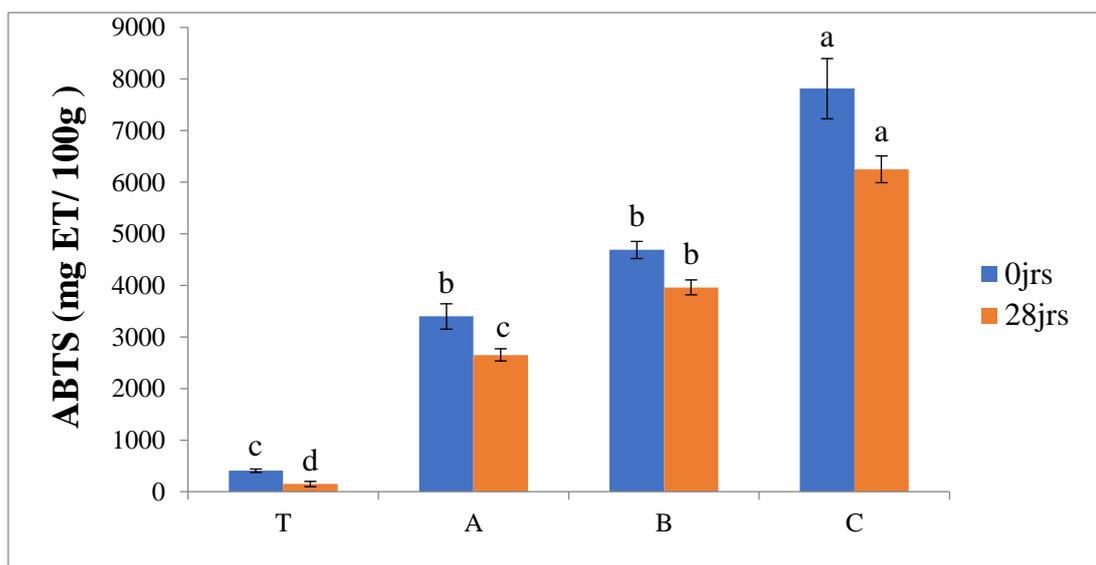
##### 4.8.1 Activité antiradicalaire (piégeage) DPPH/ABTS :

L'activité antioxydante des extraits des différents échantillons de mayonnaise a été évaluée tout d'abord par les tests de neutralisation des radicaux DPPH et ABTS. Les résultats sont présentés dans les figures 14 et 15.



**Figure 14 :** Évolution de l'activité de piégeage du radical DPPH pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.

*Des lettres différentes indiquent des différences significatives à  $p < 0,05$ .*



**Figure 15 :** Évolution de l'activité de piégeage du radical ABTS pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.

*Des lettres différentes indiquent des différences significatives à  $p < 0,05$ .*

D'après les résultats présentés dans les Figure 14 et 15, nous remarquons une augmentation significative de l'activité de piégeage des radicaux DPPH et ABTS dans tous les échantillons tout au long de la période de stockage. En outre, on a constaté que les échantillons de mayonnaise formulés avec la poudre de fruit du myrte avaient une activité antioxydante DPPH [A (1386,28), B (1479,60), C (3018,22) mg ET/100g de mayonnaise] et ABTS [A (3395,83), B (4685,18), C (7812,5) mg ET/100g de mayonnaise] significativement ( $p < 0,05$ ) plus élevée que l'échantillon de mayonnaise témoin (342,44), (405,09) mg ET /100g, respectivement.

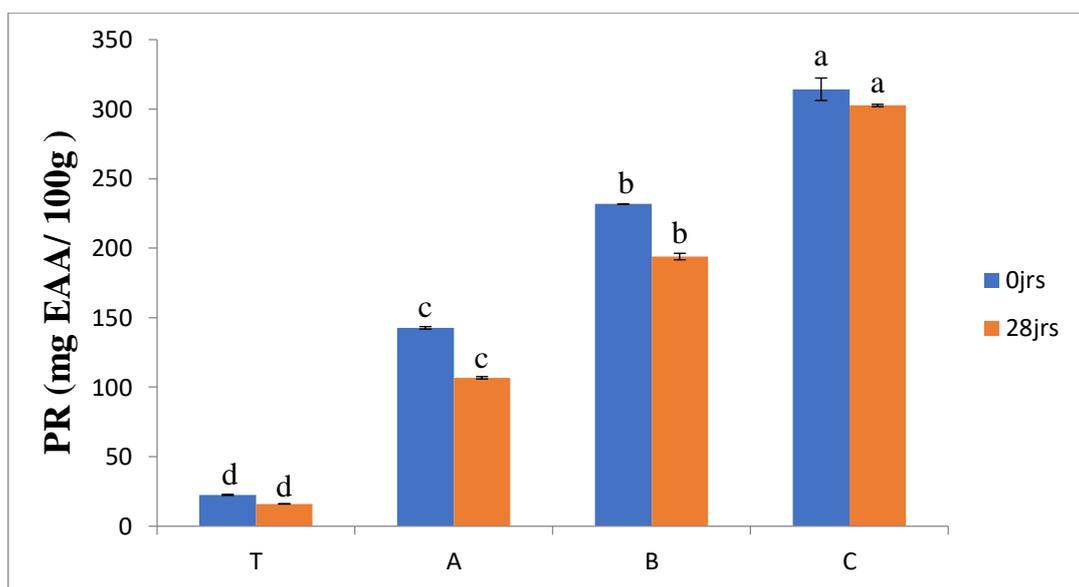
L'étude de stockage a révélé que la capacité antioxydante tend à diminuer après 28 jours. Cette tendance est observée de manière significative ( $p < 0,05$ ) pour chaque échantillon à la fin de stockage.

Nos résultats sont en accord avec d'autres auteurs. En effet, **(Romeo, De Bruno et al. 2021)** ont noté que l'activité antiradicalaire (DPPH et ABTS) des échantillons de mayonnaise était corrélée avec la quantité d'extrait ajouté. **(Lazăr, Constantin et al. 2022)** ont montré que les échantillons de mayonnaise additionnés de poudre de pelures de betterave (BPP) ont présenté une activité antioxydante supérieure à celle du témoin en raison des taux plus élevés de composés bioactifs provenant de la poudre de pelures de betterave (BPP).

Dans une autre étude menée par (H Evanuarini 2021), il a été montré que l'ajout de farine d'écorce de pastèque à la mayonnaise à teneur réduite en matières grasses avait un effet très significatif sur l'augmentation de la capacité antioxydante. La capacité antioxydante du control avait la valeur la plus basse.

#### 4.8.2 Pouvoir réducteur :

Dans la Figure 16 sont présentés les résultats du pouvoir réducteur des différents échantillons de mayonnaise.



**Figure 16 :** Évolution de l'activité du pouvoir réducteur pendant la période de stockage des échantillons de mayonnaise.

*Des lettres différentes indiquent des différences significatives à  $p < 0,05$ .*

Le pouvoir réducteur (PR) le plus élevé des échantillons de mayonnaise était enregistré au (j0). Le témoin T a montré le PR le plus faible (22,51 mg EAA/100g). Les valeurs supérieures sont observées pour l'échantillon C (314,33 EAA/100g) qui étaient comparables à l'échantillon B (231,81 EAA/100g). La valeur du PR de toutes les mayonnaises a diminué avec l'augmentation du temps de stockage. A t=28j, la plus petite valeur de PR a été obtenue pour l'échantillon non enrichi T (16,06 EAA/100g) et la plus grande pour C (302,57 EAA/100g).

Nos résultats sont semblables avec ceux de la littérature. (Shabbir, Iftikhar et al. 2015) ont remarqué que l'échantillon témoin (non enrichi) ne contenant aucun antioxydant a montré la valeur du PR la plus faible (30,07 mol TE/ml) par rapport aux échantillons enrichis avec les germes de sésame et que la valeur du PR de toutes les mayonnaises a diminué au

cours du stockage, et le PR le plus faible a été trouvé à la fin de la période de stockage. Une autre étude de (Chatterjee and Bhattacharjee 2015) a montré d'après les analyses de variances que la mayonnaise formulée avec de l'extrait de clou de girofle avait significativement le PR le plus élevé à (j0) par rapport à la mayonnaise commerciale et que ces valeurs ont diminué significativement pendant la période de stockage.

#### 4.8.3 Matrice de corrélation entre polyphénols totaux et activité antioxydante :

**Tableau V** : Coefficient de corrélation entre les teneurs en polyphénols et les activités antioxydantes des échantillons de mayonnaise.

Coefficient de corrélation			
(r)	DPPH	ABTS	PR
PT	0,86***	0,91***	0,89***
DPPH		0,97***	0,95***
ABTS			0,98***

\*\*\* très hautement significatif à  $p < 0,001$

L'analyse de la matrice de corrélation montre une corrélation linéaire positive très hautement significative entre la teneur en polyphénols totaux des échantillons de la mayonnaise et l'activité antioxydante : DPPH, ABTS et PR avec des coefficients de corrélation de 0,86 ; 0,91 et 0,89, respectivement. On pourrait ainsi déduire que les polyphénols totaux sont les principaux contributeurs à l'activité antioxydante de la mayonnaise enrichie en poudre de fruit de myrte.

## 5 Evaluation de l'analyse sensorielle :

Les échantillons de mayonnaise préparés par diverses concentrations de poudre de fruit de myrte ont été analysés pour leurs paramètres sensoriels (couleur, aspect, goût, odeur, texture et acceptabilité globale) et les résultats sont présentés dans le tableau VI.

Les résultats de l'analyse statistique de l'évaluation sensorielle ont montré que le score de tous les paramètres de dégustation était significativement ( $P < 0,05$ ) affecté par la poudre de baies de myrte à différents niveaux et à quelques heures de préparation.

Le score de couleur le plus élevé était pour l'échantillon C, puis B, tandis que les échantillons A et T ont montré un score relativement faible. Le score de l'aspect le plus élevé était pour l'échantillon C, puis A, suivi de l'échantillon B. Par contre, le score le plus bas a été observé pour l'échantillon T. Le score de l'odeur des échantillons de mayonnaise s'est

avéré être le plus élevé pour l'échantillon C par rapport aux autres échantillons de mayonnaise étudiés alors que l'échantillon T avait le mauvais score et les échantillons A, B ont obtenu un score similaire.

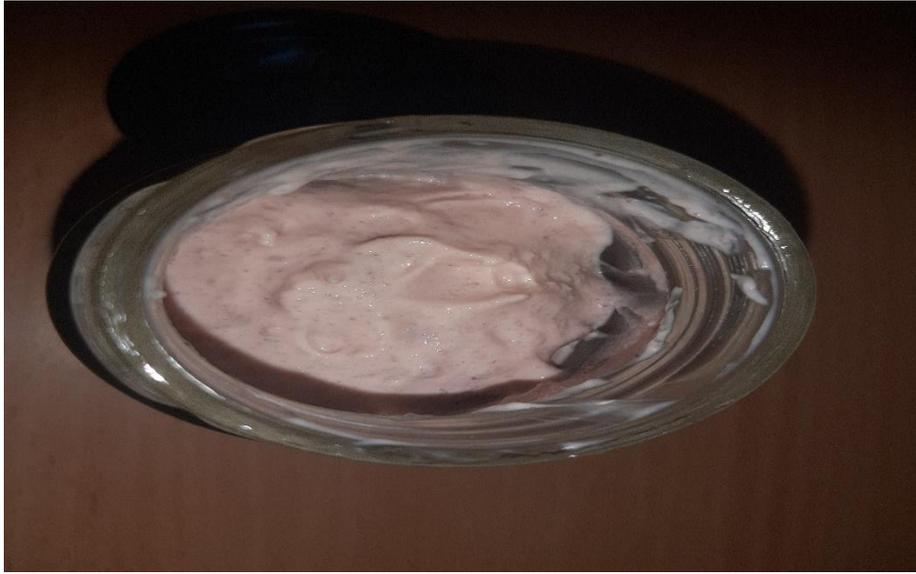
Les résultats de dégustation ont montré que le goût était acceptable avec un bon score pour tous les échantillons de mayonnaise et qu'il est moins noté dans l'échantillon C. Concernant la texture, l'échantillon T a été trouvé comme étant le plus élevé, tandis que l'échantillon C et B avaient les scores les plus bas.

En termes de préférence globale des dégustateurs pour la mayonnaise enrichie de différentes concentrations en poudre fruit de myrte, on a remarqué une baisse de l'acceptabilité de la mayonnaise en donnant des notes plus faibles. Donc la mayonnaise la plus préférée était le témoin.

Des résultats semblables ont été trouvés par **(Eman S. Abd El-Rahman, 2020)** qui ont étudié l'évaluation sensorielle d'une mayonnaise avec l'extrait de feuilles de moringa. Ils ont montré que la mayonnaise enrichie était la moins appréciée dans l'évaluation sensorielle.

**Tableau VI** : Evaluation sensorielle des échantillons de mayonnaise préparés avec différentes concentrations de poudre fruit du myrte.

Echantillons de mayonnaise	Paramètres de l'évaluation sensorielle					
	Couleur	Aspect	Odeur	Goût	Texture	Préférence
T	1 <sup>b</sup> ±0	1,25 <sup>a</sup> ±0,375	1 <sup>b</sup> ±0	5 <sup>a</sup> ±0	4,13 <sup>a</sup> ±0,22	7,75 <sup>a</sup> ±0,56
A	2 <sup>c</sup> ±0	2,5 <sup>b</sup> ±0,75	2 <sup>c</sup> ±0,5	2,375 <sup>b</sup> ±1,03	3 <sup>ab</sup> ±0,75	6,25 <sup>b</sup> ±0,94
B	2,25 <sup>c</sup> ±0,38	2,25 <sup>ab</sup> ±0,94	2,63 <sup>c</sup> ±0,47	1,375 <sup>bc</sup> ±0,56	2,63 <sup>b</sup> ±0,813	5,75 <sup>b</sup> ±1
C	3,75 <sup>a</sup> ±0,38	2,75 <sup>b</sup> ±0,375	3,875 <sup>a</sup> ±0,22	1,25 <sup>c</sup> ±0,38	2,63 <sup>b</sup> ±0,719	5,5 <sup>b</sup> ±1



**Figure 17 :** Photographie de la mayonnaise préparée de la poudre lyophilisée de fruit du myrte.

# ***CONCLUSION***

## Conclusion :

---

### Conclusion

Dans cette étude nous avons travaillé sur l'enrichissement d'une mayonnaise avec différents taux de PLFM dans le but de formuler une mayonnaise enrichie en composés bioactifs. L'objectif étant d'élaborer un aliment fonctionnel doté de propriétés nutritionnelles et thérapeutiques bénéfiques pour la santé.

L'impact de l'ajout de la PLFM à différentes concentrations dans la mayonnaise A (0,3%), B (0,6%) et C (1%) a été suivi pendant une période de stockage de 28 jours. Des analyses physicochimiques et organoleptiques ont été effectués.

Les résultats des analyses physicochimiques effectués montrent clairement la conformité de la mayonnaise enrichie avec la PLFM aux normes de l'entreprise concernant le pH (relativement faible), la teneur en sel ( $1,58\% \pm 0,01 - 1,68\% \pm 0,01$ ), la teneur en eau ( $23,4\% \pm 0,2 - 25,46\% \pm 0,4$ ) et la consistance ( $0,34 \pm 0,02 - 0,6 \pm 0,01$ ) ce qui témoigne de la stabilité du produit. L'analyse statistique montre que l'addition de la PLFM n'a pas eu d'effet significatif sur la valeur du pH à l'exception de l'échantillon C (enrichi à 1%). Le stockage de la mayonnaise pendant 28 jours a induit une légère diminution du pH, de la teneur en sel, de l'humidité et de la consistance et une légère augmentation de l'acidité titrable.

Les résultats des analyses phytochimiques montrent que la mayonnaise enrichie avec la PLFM est plus riche en composés phénoliques que la mayonnaise non enrichie. Ces résultats montrent également que la mayonnaise enrichie présente une meilleure activité antioxydante (activité antiradicalaire : test DPPH et ABTS et pouvoir réducteur) que celle non enrichie. L'analyse statistique a montré des différences significatives ( $P < 0,05$ ) entre la mayonnaise enrichie et non enrichie et entre les différents taux d'enrichissement. L'augmentation de la teneur en composés phénoliques et de l'activité dépendait largement du taux d'enrichissement (effet dose-dépendant), ce qui témoigne que la PLFM constitue une bonne source d'antioxydants naturels. Le stockage de la mayonnaise pendant 28 jours a induit une légère diminution de la teneur des composés phénoliques et de l'activité antioxydante.

L'analyse de la matrice de corrélation a montré une bonne corrélation positive entre les polyphénols totaux et l'activité antioxydante (DPPH, ABTS et PR) avec des coefficients de corrélation allant de  $r=0,86$  à  $r=0,97$ . Ceci nous permet de conclure que les composés phénoliques du myrte sont les principaux contributeurs à son activité antioxydante.

## Conclusion :

---

Les résultats de l'analyse sensorielle ont montré l'appréciation de l'ensemble des dégustateurs de tous les échantillons de mayonnaise (enrichis et non enrichis) pour les critères étudiés (couleur, aspect et l'odeur). Cependant l'échantillon T (sans enrichissement) était le plus apprécié pour le goût et la texture.

En conclusion et à la lumière des résultats obtenus, nous suggérons l'utilisation de la poudre de fruit du Myrte dans les mayonnaises en raison de sa richesse en antioxydants naturels (polyphénols) et de sa capacité antioxydante (neutralisation des radicaux libres et pouvoir réducteur).

En perspectives et afin de compléter et d'enrichir ce travail, il serait intéressant de :

- Tester l'effet de l'enrichissement avec la PLFM sur d'autres paramètres de la mayonnaise (paramètres microbiologiques, paramètres nutritionnelles : taux de protéines, sucres et les paramètres d'oxydation : test Rancimat).
- Prolonger la durée de stockage et de tester différentes températures de stockage.
- Identifier les composés phénoliques présents dans la mayonnaise enrichie avec des techniques de pointe (HPLC, LC/MS, ...).
- Tester l'effet d'autres parties de la plante (feuilles, fleurs) sur l'enrichissement de la mayonnaise.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques :



Alipour G., Dashti S. et Hosseinzadeh H. 2014. Review of pharmacological effects of *Myrtus communis L.* and its active constituents. *Phytotherapy research*, 28(8): 1125-1136.

Altunkaya A. et Hedegaard R.V. 2013. Oxidative stability and chemical safety of mayonnaise enriched with grape seed extract. *Food and function*, 4(11): 1647-1653.

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

Abd El-Rahman E. S., El-Araby G.M., Abdulla.G., El-Shourbagy G. A. et El-Nemr S.E. 2020. EFFECT OF MORINGA LEAVES (*MORINGA OLEIFERA LAM.*) EXTRACT ADDITION ON MAYONNAISE QUALITY. *Plant Archives*, 20: 1516-1522.

Abu-Salem F. M. et Abou-Arab A. A. 2008. Chemical, microbiological and sensory evaluation of mayonnaise prepared from ostrich eggs. *Grasas y aceites*, 59: 352-360.

Afnor Ø. 1982. Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. AFNOR: 325.

Anamaria M. 2019. THE INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS ON THE QUALITY OF MAYONNAISE. *Annals of the University of Oradea, Fascicle : Ecotoxicology, Animal Husbandry and food science and Technology*, 18: 75-83.

Animasaun I.L. 2015. Effects of thermophoresis, variable viscosity and thermal conductivity on free convective heat and mass transfer of non-darcian MHD dissipative Casson fluid flow with suction and nth order of chemical reaction. *Journal of the Nigerian Mathematical Society*, 34: 11-31.

Bouabdallah A. et Maameri A. 2019. L'étude De L'impact De L'incorporation De Curcuma (*Curcuma Longa. L*) Sur La Qualité Physicochimique et Organoleptique d'une mayonnaise. *Faculté de la nature et de la vie, département agroalimentaire*.

Aidi Wannes W., Mhamdi B. et Marzouk B. 2009. Variations in essential oil and fatty acid composition during *Myrtus communis* var. *Italica* fruit maturation. *Food Chemistry*, 112(3): 621-626.

Al-Hindawi M.K., Al-Deen I.H.S., Nabi M.H.A. et Ismail M.A. 1989. Anti-inflammatory activity of some Iraqi plants using intact rats. *Journal of ethnopharmacology*, 26(2): 163-168.

Amensour M., Bouhdid S., Fernandez-Lopez J., Idaomar M., Senhaji N. S. et Abrini J. 2010. Antibacterial activity of extracts of *Myrtus communis* against food-borne pathogenic and spoilage bacteria. *International Journal of Food Properties*, 13(6): 1215-1224.

Augustin M. A. et Sanguansri L. 2015. Challenges and solutions to incorporation of nutraceuticals in foods. *Annual Review of Food Science and Technology*, 6: 463–477.

Aydin C. et Ozcan M.M. 2007. Determination of nutritional and physical properties of myrtle (*Myrtus Communis. L*) fruits growing wild in turkey. *Journal of food engineering*, 79(2): 453-458.

AOAC15-30.

Avramescu A.-M., Bazzaro F., Mahdjoub M., Sagot J.C. et Simion I. 2014. Elaboration d'une approche d'analyse sensorielle tactile des matériaux bio-sources. *UPB Scientific Bulletin, Series B*, 76(1): 1454-2331.

Akin M., Aktumsek A. et Nostro A. 2010. Antibacterial activity and composition of the essential oils of *Eucalyptus camaldulensis Dehn.* and *Myrtus communis L.* growing in Northern Cyprus. *African journal of biotechnology*, 9(4).

## *B*

Bassereau J.F., Cornec L. et Du Boisrouvray F. 2003. Innovation et conception de produit, 10<sup>ème</sup> séminaire CONFERE Belfort-France. pp :21-30.

Battino M., Forbes-Hernandez T. Y., Gasparrini M., Afrin S., Cianciosi D., Zhang J. J. et Giampieri F. 2019. Relevance of functional foods in the Mediterranean diet: The role of olive oil, berries and honey in the prevention of cancer and cardiovascular diseases . *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(6): 893-920.

- Baytop T. 1984. Treatment with plants in Turkey. Istanbul Univ Pub: 3255.
- Benoit B. 2009. *Myrtus Communis L.* Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France.
- Berka-Zougali B., Ferhat M. A., Hassani A., Chemat F. et Allaf K.S. 2012. Comparative Study of Essential Oils Extracted from Algerian *Myrtus communis L.* Leaves Using Microwaves and Hydrodistillation. International Journal of Molecular Sciences, 13(4) : 4673-4695.
- Boullard B. 1988. Dictionnaire de Botanique. Marketing. Edition: Ellipses, p: 6-7.
- Blois M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181 : 1199-1200.
- Boizot N. et Charpentier J-P. 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Cahier des Techniques de l'INRA, 79-82.
- Burits M. et Bucar F. (2000). Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil." Phytotherapy research, 14(5): 323-328.



- Chatterjee D. et Bhattacharjee P. 2014. Supercritical carbon dioxide extraction of antioxidant rich fraction from *Phormidium valderianum*: Optimization of experimental process parameters. Algal Research, 3: 49-54.
- Chatterjee D. et Bhattacharjee P. 2015. Use of eugenol-lean clove extract as a flavoring agent and natural antioxidant in mayonnaise: product characterization and storage study. Journal of food science and technology, 52: 4945-4954.
- Charreau V., Etienne N., Ingargiola E. 2006. A la découverte des aliments: Tester, comprendre et partager les sciences de l'alimentation, Guide méthodologique. Educagri Editions, Amazon France.
- Chivéro J. T. et Curits P. 2016. Chemical microbiological and sensory evaluation of mayonnaise prepared from ostrich eggs.
- Commission C. A. 1989. Codex standard for mayonnaise (Regional European Standard) CODEXSTAN 168-1989. Codex Coordinating Committee for Europe.

Cakir A. 2004. Essential oil and fatty acid composition of the fruits of *Hippophaerhamnoides L.* (Sea Buckthorn) and *Myrtus Communis L.* from Turkey. *Biochemical systematics and Ecology*, 32(9): 809-816.

Cannas S., Molicotti P., Ruggeri M., Cubeddu M., Sanguinetti M., Marongiu B. et Zanetti S. 2013. Antimycotic activity of *Myrtus communis L.* towards *Candida* spp. from clinical isolates. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 7: 295-298.

Chen H., Yang H., Fan D. et Deng J. 2020. The anticancer activity and mechanisms of ginsenosides: An updated review. *eFood*, 1(3): 226-241.

Chryssavgi G., Vassilliki P., Athanasios M., Kibouris T. et Michael K. 2008. Essential oil composition of *Pistacia lentiscus L.* and *Myrtus communis L.*: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. *Food Chemistry*, 107 (3): 1120-1130.

Cox S. D., Mann C.M. et Markham J.L. 2001. Interactions between components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Applied Microbiology*, 91(3): 492-497.

## *D*

Decker E. A., Warner K., Richards M.P. et Shahidi F. 2005. Measuring antioxidant effectiveness in food. *Journal of agricultural and food chemistry* 53(10): 4303-4310.

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

Derwich E., Benziane Z., Chabir R., et Taouil R. 2011. Characterisation of volatiles and Evaluation of Antioxydant Activity of the Flower Essential Oils of *Myrtus Communis L.* from Morocco. *Int.J. Current Pharm.*

De Oliveira Lopes C., Barcelos M.D.F.P., Dias N.A.A., Cameiro J.D.S. et De Abreu W.C. 2014. Effect of the addition of spices on reducing the sodium content and increasing the antioxidant activity of margarine. *LWT-Food Science and Technology*, 58(1): 63-70.



Evanuarini H. et Susilo A. 2020. The quality of low fat mayonnaise using banana peel flour as stabilizer. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 478. IOP Publishing, p. 012091.

Elfellah, M. S., Akhter M.H.et Khan M.T. 1984. Antihyperglycaemic effect of an extract of *Myrtus communis* in streptozotocin-induced diabetes in mice . Journal of Ethnopharmacology, 11(3): 275-281.

El-Bostany A. N., Ahmed M.G. et Amany A.S. 2011. Development of light mayonnaise formula using carbohydrate-based fat replacement. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(9): 673-682.



Gomes I. A., Gomes F. d. S., Freitas-Silva O. et da Silva J. P. L. 2017. Ingredients of mayonnaise: Future perspectives focusing on essential oils to reduce oxidation and microbial counts, 67(3): 187-199.

Grosso G., Buscemi S., Galvano F., Mistretta A., Marventano S., La Vela V. et Biondi A. 2013. Mediterranean diet and cancer: Epidemiological evidence and mechanism of selected aspects. BMC Surgery.



Harrison L. and F Cunningham (1985). Factors influencing the quality of mayonnaise: a review. Journal of food quality, 8(1): 1-20.

Han J., Britten M., St-Gelais D., Champagne C. P., Fustier P., Salmieri S. et Lacroix M. 2011. Polyphenolic compounds as functional ingredients in cheese. Food Chemistry, 124: 1589-1594.

Hacıseferoğulları H., Özcan M.M., Arslan D., Ünver A. 2012. Biochemical compositional and technological characterizations of black and white myrtle (*Myrtle Communis L*) fruits. Journal Food Science and Technology, 49: 82- 88.

Herman W. H. 2017. EdThe global burden of diabetes: An overview. In S. Dagogo-Jack, Diabetes mellitus in developing countries and underserved communities . Cham, Switzerland: Springer.

Hosseinzadeh H., Khoshdel M. et Ghorbani M. 2011. Antinociceptive, anti-inflammatory effects and acute toxicity of aqueous and ethanolic extracts of *Myrtus communis* L, aerial parts in mice. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 4(4): 242-247.

H Evanuarini., Amertaningtyas D. Utama D T. (2021). Viscosity, fat content, total acidity, and antioxidant capacity of reduced-fat mayonnaise made with Watermelon (*Citrullus lanatus*) rind flour as stabilizer. Department of Animal Product Technology, Faculty of Animal Science, Universitas Brawijaya, Malang 65145, Indonesia.

*J*

ISO. 885/1.02.2004.

*G*

Japon-Lujan R., Janeiro P. et Luque de Castro M.D. 2008. Solid-liquid transfer of biophenols from olive leaves for the enrichment of edible oils by a dynamic ultrasound-assisted approach. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16): 7231-7235.

Jabri M.-A., Marzouki L. et Sebai H. 2018. Ethnobotanical, phytochemical and therapeutic effects of *Myrtus communis* L. berries seeds on gastrointestinal tract diseases: a review. *Archives of physiology and biochemistry*, 124(5): 390-396.

Jabri M.-A., Marzouki L. et Sebai H. 2018. Myrtle berries seeds aqueous extract abrogates chronic alcohol consumption-induced erythrocytes osmotic stability disturbance, haematological and biochemical toxicity." *Lipids in Health and Disease*, 17(1): 1-10.

Joseph S. V., Edirisinghe I., Burton-Freeman, B. M (2014). Berries: Antiinflammatory effects in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(18): 3886- 3903.

*K*

Kishk Y. et Elsheshetawy H. E. 2013. Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics. *Annals of Agricultural Sciences*, 58 : 213-220.

Kaddem S.-E. 1990. Les plantes médicinales en Algérie. Paris : Le monde pharmacien."

Kordali S., Usanmaz A., Cakir A., Komaki A. et Ercisli S. 2016. Antifungal and herbicidal effects of fruit essential oils of four *Myrtus communis* genotypes. *Chemistry and Biodiversity*, 13(1) : 77-84.

## *L*

Lion P., 1969. Travaux pratiques de chimie organique.

Lazăr S., Constantin O.E., Horincar G., Andronoiu D.G. et Râpeanu G. 2022. Beetroot By-Product as a Functional Ingredient for Obtaining Value-Added Mayonnaise. *Processes* 10(2): 227.

## *M*

Mirzanajafi-Zanjani M., Yousefi M. 2019. "Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce. *Food science & nutrition*, 7(8): 2471-2484.

Ma Z. et 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: 648-670.

McClements D. J. et Demetriades K. 1998. An integrated approach to the development of reduced-fat food emulsions. *Critical reviews in food science and nutrition*, 38: 511-536.

Muniandy P., Shori A. B. et Baba A. S. 2016. Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 8 : 1-8.

Migliore J. 2011. Empreintes des changements environnementaux sur la phylogéographie du genre *Myrtus* en méditerranée et au Sahara. [Thèse de doctorat, Université Paul Cézanne d'Aix-Marseille III].

Moon J.-K. et Shibamoto T. 2009. Antioxidant assays for plant and food components. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(5): 1655-1666.

Marinescu G., Stoicescu A. et Patrascu L. 2011. La préparation de mayonnaise contenant du b-glucane de levure de bière usé comme substitut de graisse . *Biotechnologie Roumaine*.

Miller K. D., Nogueira L., Mariotto A. B., Rowland J. H., Yabroff K. R., Alfano C. M. et Siegel R. L. 2019. Cancer treatment and survivor ship statistics . CA : A Cancer Journal for Clinicians, 69(1): 7-34.

Mimica-Dukić N., Bugarin D., Grbović S., Mitić-Culafić D., Vuković-Gaćić B., Orcić D. et Couladis M. 2010. Essential oil of *Myrtus communis L.* as a potential antioxidant and antimutagenic agents. Molecules.

Mulas M., Fadda A. 2010. Chemical changes during myrtle (*Myrtus Communis L*) fruit development and ripening. SciHortic.

Mulas M., Francesconi A.H.D. et Perinu B. 2002. "Myrtle(*Myrtus communis L.*) as a new aromatic crop: cultivar selection. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants".

*N*

Norme entreprise. 2019.

*O*

Oliveira A., Alexandre E. M., Coelho M., Lopes C., Almeida D. P. et Pintado M. 2015. Incorporation of strawberries preparation in yoghurt: Impact on phytochemicals and milk proteins. Food Chemistry, 171: 370-378.

Olfert M. D. et Wattick R. A. 2018. Vegetarian diets and the risk of diabetes . Current Diabetes Reports.

Ozek T., Demirci B. et Aser KHC. 2000. Chemical composition of turkish myrtle oil. J Essent Oil Res.

Osman A. et Wong K . 2006. ABTS radical-driven oxidation of polyphenols: Isolation and structural elucidation of covalent adducts. Biochemical and Biophysical Research Communications, 346(1): 321-329.

Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reaction antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. The Japanese journal of nutrition and dietetics, 44(6): 307-315.

## *G*

Pan P., Zhu Z., Oshima K., Aldakkak M., Tsai S., Huang Y. W. et Wang L. S. 2020. Black raspberries suppress pancreatic cancer through modulation of NKp46+, CD8+, and CD11b+ immune cells. *Food Frontiers*.

Papandreou C., Becerra-Tomás N., Bulló M., Martínez-González M. A., Corella D., Estruch R. et Salas-Salvadó J. 2019. egume consumption and risk of all-cause, cardiovascular, and cancer mortality in the PREDIMED study. *Clinical Nutrition*.

Park B. I. et Kim J 2019. Flavonoids in common and tartary buckwheat hull extracts and antioxidant activity of the extracts against lipids in mayonnaise. *Journal of Food Science and Technology* 56(5): 2712-2720.

Pourkomialian B. 2000. Sauces et vinaigrettes. Dans: Kilcast, D., Subrama CRC Press, Washington, DC. niam, P. (Eds.), *La stabilité et la durée de conservation des aliments*.

## *Q*

Quézel P. et Santa S. 1962. *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Edition du centre national de la recherche scientifique. Paris, France.

## *R*

Raikos V. et McDonagh A. 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): 191-198.

Rasmy, N. M., Hassan, A. A., Foda, M. I., El-Moghazy, M. M., 2012. Assessment of the antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis L.*) extracts on the shelf life of mayonnaise. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 7: 28-40.

Re R. et Pellegrini N., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10): 1231-1237.

Reynertson K. A., Yang H., Jiang B., Basile M.J. et Kennelly, E.J. 2008. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. *Food chemistry*.

Rice-Evans C., Miller N.J. et Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds .Trends in Plant Science.

Romani A., Coinu R., Carta S., Pinelli P., Galardi C., Vincieri F. F. et Franconi F 2004. Evaluation of antioxidant effect of different extracts of *Myrtus communis L* . Free Radical Research.

Rosa A., Atzeri A., Deiana M., Scano P., Incani A., Piras C., et Marincola F. C 2015. Comparative antioxidant activity and <sup>1</sup>H NMR profiling of Mediterranean fruit products. Food Research International.

Romeo R. Et De Bruno A. 2021. Effects of phenolic enrichment on antioxidant activity of mayonnaise.



Sawadogo D.2010. Effets du temps et de la température de cuisson sur la formation de l'acrylamide dans les frites de banane plantain. Université de bobo Dioulasso (Burkina Faso), licence professionnelle en génie biologique option.

Sanna D., Mulas M., Molinu M. G. et Fadda, A. 2019. Oxidative stability of plant hydroalcoholic extracts assessed by EPR spin trapping under forced ageing conditions: A myrtle case study.

Schieber M. et Chandel N. S. 2014. OS function in redox signaling and oxidative stress. Current Biology.

Singer A. C., Crowl D., Thompson I.P. 2003. Secondary plant metabolites in phytoremediation and biotransformation. Trends Biotechnol.

Singleton V. L et Rossi J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents." American journal of Enology and Viticulture16(3): 144-158.

Shabbir M. A., Iftikhar F et al. 2015. Effect of sesame sprouts powder on the quality and oxidative stability of mayonnaise. Journal of Food and Nutrition Research 3(3): 138-145.

Stefanow L. 1989. Changements dans la qualité de la mayonnaise. Aliments Industrie.



Talebianpoor M. S. et Talebianpoor M.S. 2019. Antidiabetic Activity of Hydroalcoholic Extract of *Myrtus communis* (Myrtle) Fruits in Streptozotocin-Induced and Dexamethasone-Induced Diabetic Rats. *Pharmacognosy Research* 11(2).

Traboulsi A. F., Taoubi K., el-Haj S., Bessiere J.M. et Rammal S. 2002. Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). *Pest Manag Sci*.

Traveset A., Riera N., Amas R. E. 2001. Ecology of fruit-colour polymorphism in *Myrtus communis* and differential effects of birds and mammals on seed germination and seedling growth. *Journal of ecology*.

Tuberoso C. I. G., Rosa A., Bifulco E., Melis M. P., Atzeri A., Pirisi F. M. et Dessì M. A. 2010. Chemical composition and antioxidant activities of *Myrtus communis* L. berries extracts. *Food Chemistry*.

Tumen I., Senol F.S. et Orhan I.E. 2012. Inhibitory potential of the leaves and berries of *Myrtus communis* L. (myrtle) against enzymes linked to neurodegenerative diseases and their antioxidant actions. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*.



Véronique Ollivier., D. O., Jacques ARTAUD, 2015. Analyse des lipides : Extraction. Paramètres physico-chimiques, Constituants majeurs. ARTICLE TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR Techniques L'expertise technique et scientifique de référence.



Wahid N. 2013. Perspectives de La Valorisation de l'Usage et de La Culture Du *Myrtus Communis* L. Au Maroc. *Phytothérapie*.

Wannes WA M. B., Sriti J., Jemia MB., Ouchikh O., Hamdaoui G., Kchouk ME. Et Marzouk B. 2010. Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf stem and flower. *Food Chem Toxicol*.

Widerström E., Öhman R., 2017. Mayonnaise: Quality and Catastrophic Phase Inversion.

Worrasinchai S., Suphantharika M. 2006.  $\beta$ -Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. Food hydrocolloids, 20(1): 68-78.



Yadegarinia D., Gachkar L., Rezaei M. B., Taghizadeh M., Astaneh S. A. et Rasooli I. 2006. Biochemical activities of Iranian *Mentha piperita L.* and *Myrtus communis L.* essential oils. Phytochemistry, 67(12): 1249-1255.

Yildirim M., Sumnu G. et Sahin S. 2016. Rheology, particle-size distribution, and stability of low-fat mayonnaise produced via double emulsions. Food Science and Biotechnology, 25 : 1613-1618.

### **Références électroniques:**

Anonyme1. "[https://boowiki.info/art/sauces/mayonnaise.html#Preparazione\\_industriale](https://boowiki.info/art/sauces/mayonnaise.html#Preparazione_industriale)." Consulté le 16/04/2022.

Bothe, C., Carolin Bothe, (2002). FABRICATION ARTISANALE DE LA MAYONNAISE. Site web :[https://www.doc-developpement-durable.org/file/Elevages/guide\\_interdev/interdev45.rtf](https://www.doc-developpement-durable.org/file/Elevages/guide_interdev/interdev45.rtf). Consulté le 14/04/2022.

# *ANNEXES*

### **Annexe I : Présentation de l'entreprise :**

#### **1 Situation géographique :**

L'entreprise Cevital-unité d'Elkseur est située dans la zone industrielle d'El kseur, à 25 Km du Chef-lieu de la wilaya de Bejaia et à quelque mètre de la voie ferroviaire. Elle est implantée dans une région à vocation agricole à droite de la route nationale N°26 liant Alger-Bejaia. Tous ces critères lui confèrent un emplacement stratégique favorable facilitant les opérations d'approvisionnement et de distribution des produits.

#### **2 Activité de l'unité :**

L'unité Cevital d'Elkseur qui portait anciennement le nom de COJEK (conserves et jus d'el kseur) fabriquait que des jus. Aujourd'hui, cette unité a élargi ses activités et contient désormais trois unités de production :

- L'unité de boisson : pour la fabrication des jus de la marque TCHINA. Elle se compose de la siroperie (lieu de la production du jus), la ligne RB « bouteilles en verres » principalement pour des bouteilles à 0,25 cl mais aussi la ligne de PET « les bouteilles en plastiques » pour les bouteilles de 2L, 1L et 0,33 cL.
- L'unité sauces : elle se compose de deux parties : la partie de préparation et la partie de conditionnement. Au niveau de cette unité, on assure la fabrication de plusieurs types de sauces condimentaires froides telles que la mayonnaise, vinaigrette, sauce mayonnaise, moutarde et chaudes telles que le Ketchup, harissa et sauce barbecue.
- L'unité de traitement des fruits « conserves » : après la réception et le traitement des fruits, ces derniers vont être broyés en pulpe. La ligne de confiture : la pulpe va suivre un processus pour la fabrication de la confiture (confiture d'abricot, de fraise et de figue).

Annexe II

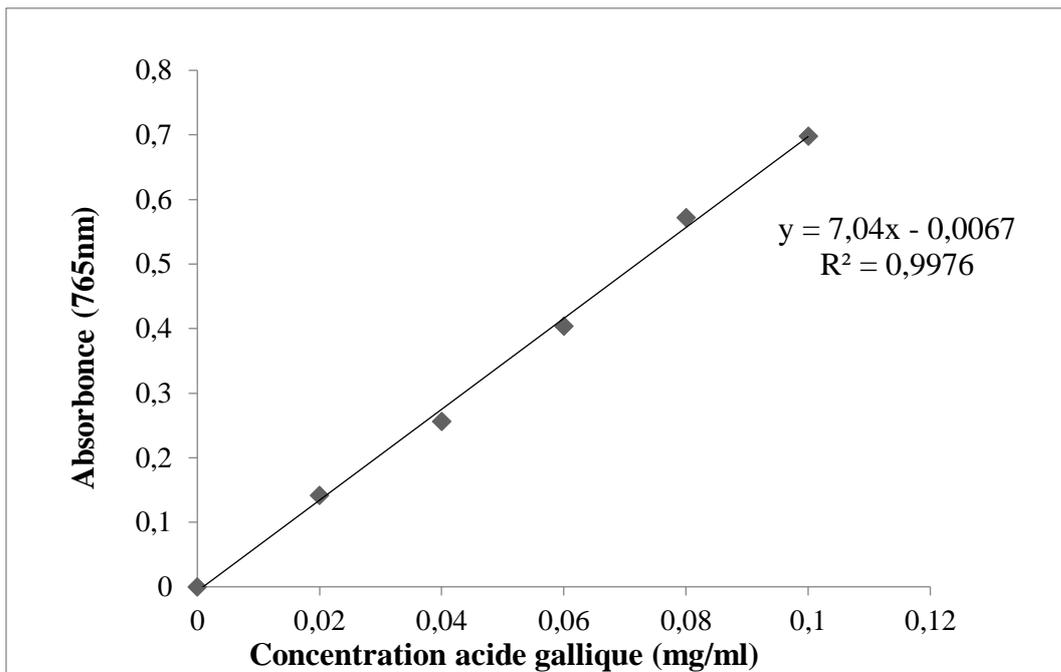


Figure 1 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique utilisé dans le dosage des polyphénols totaux.

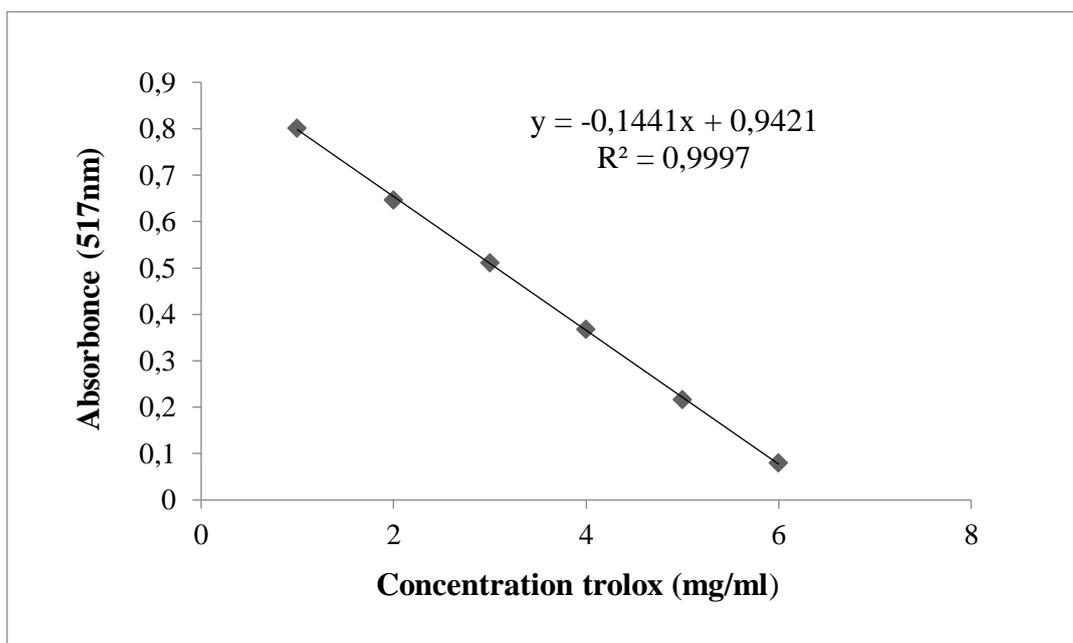
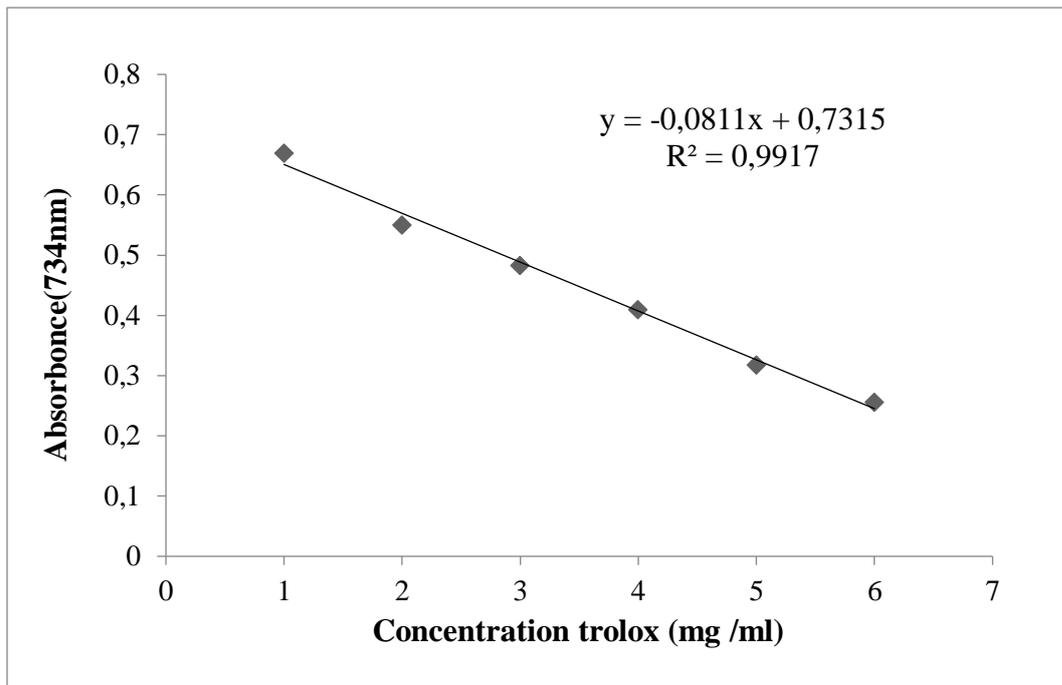
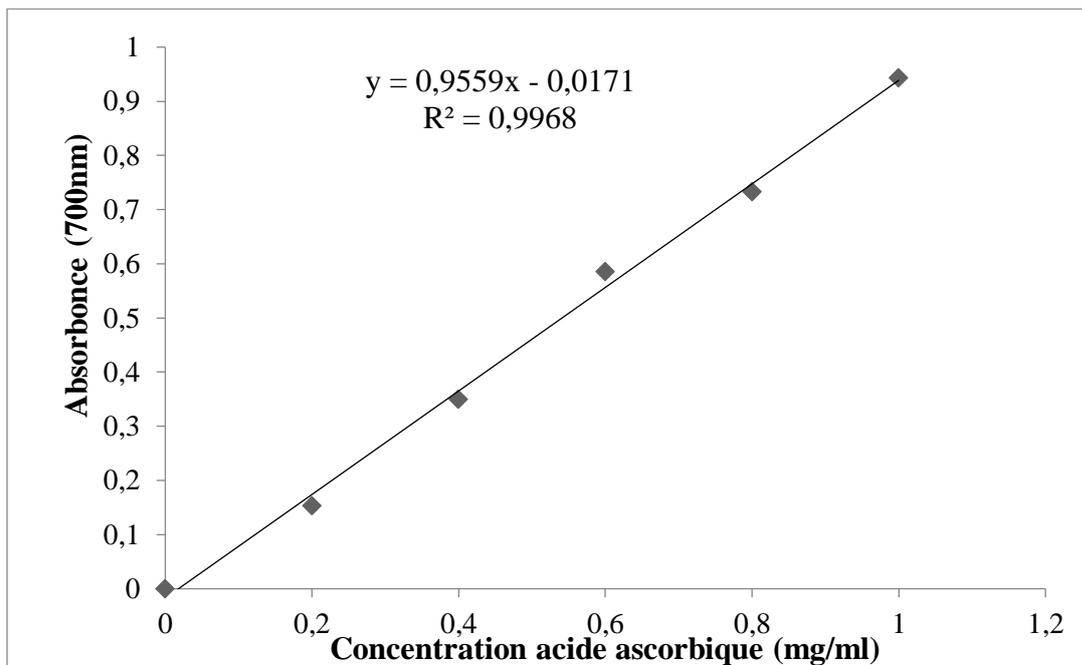


Figure 2 : Courbe d'étalonnage trolox utilisé dans la mesure de l'activité antiradicalaire DPPH.



**Figure 3 :** Courbe d'étalonnage du trolox utilisé dans la mesure de l'activité antiradicalaire ABTS.



**Figure 4 :** Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique utilisé dans la mesure du pouvoir réducteur.

**Annexe III :**

**Questionnaire d'analyse sensorielle de la mayonnaise**

**Age :**

**Date :**

**h : .....**

**Sexe : Féminin**

**Masculin**

Dans le cadre d'une analyse sensorielle d'une mayonnaise enrichie, trois (3) échantillons codés A, B, C et T vous sont présentés, il vous est demandé d'évaluer les différentes caractéristiques et attribuer une appréciation selon des codes donnés de 1 à 5.

**1- Couleur :**

- 1- Blanc jaunâtre
- 2- Rose poudré
- 3- Rose clair
- 4- Rose foncé
- 5- Violet

<b>Echantillon A</b>	<b>Echantillon B</b>	<b>Echantillon C</b>	<b>Témoin</b>

**Commentaire :** .....

.....

**2- Intensité de l'odeur (sans gouter) :**

- 1- Absente
- 2- Faible
- 3- Moyenne
- 4- Forte
- 5- Trop forte

<b>Echantillon A</b>	<b>Echantillon B</b>	<b>Echantillon C</b>	<b>Témoin</b>

**Commentaire :** .....

.....

## **ANNEXE**

---

### **3- Le goût**

- 1- Acide
- 2- Trop acide
- 3- Salé
- 4- Sucré
- 5- Mayonnaise normale.

<b>Echantillon A</b>	<b>Echantillon B</b>	<b>Echantillon C</b>	<b>Témoin</b>

**Commentaire :** .....

.....

### **4- Aspect :**

- 1- Bonne
- 2- Trop bonne
- 3- Normale
- 4- Mauvaise
- 5- Trop mauvaise

<b>Echantillon A</b>	<b>Echantillon B</b>	<b>Echantillon C</b>	<b>Témoin</b>

**Commentaire :** .....

.....

### **5- Texture en bouche :**

- 1- Granuleuse
- 2- Très granuleuse
- 3- Peu granuleuse
- 4- Lisse
- 5- Très lisse.

<b>Echantillon A</b>	<b>Echantillon B</b>	<b>Echantillon C</b>	<b>Témoin</b>

**Commentaire :** .....

.....

## **ANNEXE**

---

**6- Préférence :** Attribuer une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence sachant que 1 correspond au moins préféré et le 9 au plus préféré comme présenté dans l'échelle ci-dessous.

1-Extrêmement désagréable

2-Très désagréable

3- désagréable

4-Assez désagréable

5-Niagréable ni désagréable

6-Assez agréable

7- Agréable

8-Très agréable

9- Extrêmement agréable

<b>Echantillon A</b>	<b>Echantillon B</b>	<b>Echantillon C</b>	<b>Témoin</b>

**Commentaire :** .....

.....

**Résumé :** L'effet de différents taux d'enrichissement en poudre lyophilisée de fruit du myrte PLFM (0,3%, 0,6% et 1%) sur les caractéristiques physico-chimiques et sensorielles de la mayonnaise a été étudié et comparé au témoin (mayonnaise non enrichie) pendant une période de stockage de 28 jours. L'analyse statistique montre que l'addition de la PLFM n'a pas eu d'effet significatif sur la valeur du pH à l'exception de l'échantillon C (enrichi à 1%). Le stockage de la mayonnaise pendant 28 jours a induit une légère diminution du pH, de la teneur en sel, de l'humidité et de la consistance et une légère augmentation de l'acidité titrable. Les résultats des analyses phytochimiques montrent que la mayonnaise enrichie avec la PLFM est plus riche en composés phénoliques et possède une meilleure activité antioxydante que la mayonnaise non enrichie. Une légère diminution a été induite pendant le stockage à 28jrs sur la teneur en composés phénoliques et l'activité antioxydante, ce qui montre une bonne corrélation positive entre les polyphénols totaux et l'activité (DPPH, ABTS et PR).

Les résultats de l'analyse sensorielle ont montré l'appréciation de l'ensemble des dégustateurs des échantillons de mayonnaise enrichis pour la couleur, l'aspect et l'odeur. Cependant l'échantillon T (non enrichi) était le plus apprécié pour le goût et la texture. En conclusion, nous suggérons l'utilisation de PFML dans les mayonnaises en raison de sa richesse en antioxydants naturels (polyphénols) et de sa capacité antioxydante.

**Mots clés :** *Myrtus communis*, mayonnaise, caractéristiques physicochimiques, polyphénols, antioxydants, analyse sensorielle.

**Abstract:** The effect of different enrichment rates freeze-dried powder of myrtle fruit FPMF (0,3%, 0,6% and 1%) on the physico-chemical and sensory characteristics of mayonnaise was studied and compared to the control (unenriched mayonnaise) for a storage period of 28 days. Statistical analysis shows that the addition of FPMF had no significant effect on the pH value with the exception for sample C (enriched at 1%). Storage of mayonnaise for 28 days induced a slight decrease in pH, salt content, moisture and consistency and a slight increase in titratable acidity. The results of phytochemical analysis show that mayonnaise enriched with FPMF is richer in phenolic compounds and has better antioxidant activity than unenriched mayonnaise. A slight decrease was induced during storage at 28 days on phenolic compounds and antioxidant activity, showing a good positive correlation between total polyphenols and antioxidant activity (DPPH, ABTS and RP).

The results of the sensory analysis showed an appreciation of all the tasters of the enriched mayonnaise samples for color, appearance and smell. However, sample T (no enriched) was the most appreciated for taste and texture. In conclusion, we suggest the use of myrtle fruit powder in mayonnaise due to its richness in natural antioxidants (polyphenols) and its antioxidant capacity.

**Keywords :** *Myrtus communis*, mayonnaise, physicochemical characteristics, polyphenols, antioxidants, sensory analysis.