

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**Université A. MIRA - Béjaïa**

*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie*  
*Département de Microbiologie*  
*Spécialité microbiologie appliquée*



**Réf :.....**

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

**MASTER**

*Thème*

**Substitution de l'EDTA par un antioxydant naturel  
à base d'extrait d'algue dans une mayonnaise  
(Fleurial Cevital)**

Présenté par :  
**AMMANOU HOUDA & ASLOUNI SARAH**  
Soutenu le : 12/09/2022

Devant le jury composé de :

Mr BARACHE. N	MAB	Président
Mme IDRES KERAMANE. B	MCB	Encadrant
Mr LADJOUZI. R	MAA	Examineur

**Année universitaire : 2021 / 2022**

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à la lumière de ma vie : Mes parents*

*Ma mère qui a œuvré pour ma réussite par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ces précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.*

*Mon père qui m'a encouragé pendant mes longues années d'études et qui m'a aidé à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de vous.*

*A mon unique et adorable sœur Amina et son mari Lotfi, avec notre nièce et princesse Thanina.*

*A mon grand frère EL-hachemi et sa femme Meriem, ainsi que mon petit neveu bien aimé Fadi.*

*A mon cher frère Hocine.*

*Je vous remercie pour votre appui toute au long de mon parcours universitaire.*

*A ma grande famille je cite en particulier ma chère grand-mère, mes oncles, mes tantes, mes cousins et cousines.*

*A mes chères amies Kamilia & Lamia, à qui je souhaite le succès et le bonheur pour l'amitié qui nous a toujours unis et les bons moments que nous avons passés ensemble.*

*A mon aimable binôme Sarah.*

*Et à toutes les personnes qui me sont chers.*

*Houda*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes chers parents pour leur encouragement, soutien, et patience  
durant tout mon parcours scolaire.*

*A mes frères et sœurs qui ont toujours été à mes côtés et qui ont  
toujours su me conseiller et me pousser vers l'avant.*

*A mes copines celles avec qui j'ai partagé les pires et les meilleurs  
moments de ma vie.*

*A mon adorable binôme celle avec qui j'ai partagé ce parcours avec ses  
hauts et ses bas.*

*À toute personne qui a contribué à la réussite de ce travail de prêt ou  
de loin.*

# *Remerciement*

*Avant tout, nos plus sincères, remerciements s'adressent tout d'abord au Dieu le tout puissant pour nous avoir donné le courage, la patience et la volonté pour mener à terme ce modeste travail.*

*Nous tenons particulièrement à remercier notre promotrice Mme IDRES KERAMANE. B pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, pour sa confiance, sa patience, ses conseils, qui nous ont permis de mener à bien ce mémoire.*

*On tient à exprimer nos profond respect et remerciements à Mr BARACHE. N, d'avoir accepté de présider le jury notre soutenance.*

*On tient également à remercier Mr LADJOUZI. R pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de lire, corriger et examiner ce mémoire.*

*Nos vifs remerciements s'adressent également à l'ensemble du personnel de laboratoire Recherche et Développement au niveau de Cevital, à leur tête Mr.Hedjal Samir, d'avoir bien voulu accepté de nous accueillir afin de réaliser notre stage pratique.*

*Nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et qui nous ont encouragé et soutenu à tout moment.*

# Sommaire

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des abréviations**

**Introduction.....1**

## **Synthèse bibliographique**

### **Généralités sur les algues marines**

I. Définition .....	3
II. Les microalgues .....	3
III. Les macroalgues .....	3
III.1. Classification des macroalgues.....	3
IV. Les algues brunes : .....	5
IV.1. Classification.....	5
IV.2. Morphologie.....	5
IV.3. Habitat.....	5
IV.4. Couleur.....	6
V. Composés bioactifs des algues brunes : .....	6
V.1. Les composées phénoliques : .....	6
V.1.1. Les phlorotannins.....	6
V.2. Les polysaccharides .....	7
V.2.1. Les fucoïdanes .....	8
V.2.2. Les laminarines .....	8
V.2.3. Les alginates.....	9
V.3. Les acides gras poly-insaturés .....	10
V.4. Les peptides bioactifs .....	10
V.5. Le fucostérol .....	10
V.6. Les caroténoïdes .....	11

V.7. Les lectines .....	12
-------------------------	----

## **Généralités sur la mayonnaise**

I. Définition .....	13
II. Processus de fabrication de la mayonnaise : .....	13
III. L'oxydation des lipides dans la mayonnaise : .....	16
IV. Les antioxydants synthétiques .....	17

## **Partie expérimentale**

### **Matériel et méthodes**

I. Matériel biologique .....	18
I.1. Présentation du site d'échantillonnage .....	18
I.2. Collecte et traitement de l'échantillons .....	18
I.3. Classification de l'espèce <i>Padina pavonica</i> .....	19
II. Méthodes .....	19
II.1. Extraction par soxhlet de la fraction lipidique .....	19
II.2. Détermination du taux d'extraction .....	20
II.3. Etude de l'activité antioxydante de l'extrait lipidique .....	20
II.3.1. Test de piégeage du radical libre DPPH .....	20
II.4. Préparation du mélange mayonnaise/extrait : .....	22
III. Analyses physico-chimiques de la mayonnaise : .....	23
III.1. Extraction des lipides de la mayonnaise : .....	23
III.2. Test de viscosité .....	23
III.3. Mesure de l'activité de l'eau (Aw) : .....	24
III.4. Détermination de l'extrait sec total (EST) : .....	24
III.5. Détermination de l'humidité : .....	25
III.6. Détermination de la Consistance : .....	25
III.7. Potentiel d'hydrogène (PH) (AFNOR, 1982) .....	26

III.8. Détermination de l'indice de peroxyde .....	26
III.9. Détermination de l'indice d'acidité .....	27
III.10. Test d'oxydation accéléré (Test de rancimat) : .....	28
IV. Analyses microbiologiques .....	29
IV.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux .....	29
IV.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures .....	29
IV.3. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	29
IV.4. Recherche et dénombrement de <i>Salmonella</i> .....	29

## **Résultats et discussion**

I. Calcule du taux d'extraction : .....	31
II. Activité antioxydante de l'extrait obtenu : test de piégeage du radical DPPH .....	31
II.1. Détermination de l'EC <sub>50</sub> : .....	32
III. Analyses physicochimiques effectuées sur les mayonnaises .....	32
III.1. Activité de l'eau : .....	32
III.2. Extrait sec total et l'humidité : .....	33
III.3. La consistance et la viscosité : .....	35
III.4. Vieillessement accéléré de la mayonnaise .....	36
III.5. Suivie du pH pendant le vieillissement accéléré .....	36
III.6. Suivie de l'acidité pendant le vieillissement accéléré .....	37
III.7. Suivi de l'indice de peroxyde au cours du vieillissement accéléré : .....	39
III.8. La stabilité oxydative initié par le test Rancimat : .....	41
IV. Analyses microbiologiques : .....	43
<b>Conclusion.....</b>	<b>44</b>

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## Liste des tableaux

<b>Tableau I</b> : Classification de l'algue <i>Padina pavonica</i> .....	19
<b>Tableau II</b> : La consistance et la viscosité des deux types de mayonnaise.....	35
<b>Tableau III</b> : résultats de l'analyse microbiologique de la mayonnaise enrichie avec l'extrait d'algue.....	43

# Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Exemples d'algues rouges (Rhodophyta).....	4
<b>Figure 2:</b> Exemples d'algues brunes (Phaeophyceae).....	4
<b>Figure 3:</b> Exemples d'algues vertes (Chlorophyta).....	5
<b>Figure 4:</b> Exemples de structures des 6 principales classes de phlorotannins. ....	7
<b>Figure 5:</b> Structure chimique de fucoïdane. ....	8
<b>Figure 6:</b> Structure chimique de laminarine. ....	9
<b>Figure 7:</b> Structure chimique de l'alginate. ....	9
<b>Figure 8:</b> Structure chimique de fucostérol. ....	11
<b>Figure 9:</b> Structure moléculaire de la fucoxanthine. ....	12
<b>Figure 10:</b> Aspect et texture d'une mayonnaise. ....	13
<b>Figure 11:</b> Schéma simplifié d'une installation en discontinu (batch) de fabrication d'une mayonnaise.....	16
<b>Figure 12:</b> Schéma simplifié d'une installation en continu de fabrication d'une mayonnaise..	16
<b>Figure 13:</b> Localisation géographique et photographie de la station de récolte.....	18
<b>Figure 14:</b> Extracteur Soxhlet .....	20
<b>Figure 15:</b> Structure de radical stable DPPH. ....	21
<b>Figure 16:</b> Structures chimiques du 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH•) et de sa forme réduite, le 2,2-diphényl-1- picrylhydrazine (DPPH <sub>2</sub> ).....	21
<b>Figure 17:</b> flacons de mayonnaise préparée à base d'extrait d'algues. ....	22
<b>Figure 18:</b> viscosimètre rotatif. ....	23
<b>Figure 19:</b> photographie d'un AWMètre.....	24
<b>Figure 20:</b> photographie d'un dessiccateur.....	25
<b>Figure 21:</b> Bostwick graduée. ....	26
<b>Figure 22:</b> photographie d'un RANCIMAT (Metrohm, modèle 743). ....	28
<b>Figure 23:</b> Activité de l'eau des différents échantillons de mayonnaise.....	33
<b>Figure 24:</b> Teneur en matière sèche et en humidité pour les deux échantillons de la mayonnaise. ....	34
<b>Figure 25:</b> Suivie du pH au cours du stockage.....	37
<b>Figure 26:</b> Teneur en acide pour les échantillons de la mayonnaise.....	38
<b>Figure 27:</b> Suivie de l'indice de peroxyde des échantillons de mayonnaise au cours du vieillissement accéléré.....	40

**Figure 28:** Evolution de la conductivité en fonction de temps des échantillons de mayonnaise.  
..... 42

## Liste des abréviations

KD : Kilo Dalton

VIH : Virus de l'immunodéficience humaine

ARN : Acide ribonucléique

AGPI : Acides gras poly-insaturés

AGL : Acides gras libres

$\omega 6$  : Oméga-6

$\omega 3$  : Oméga-3

EPA : Acide eicosapentaénoïque

€/K : Euro par kilogramme

Kg/h : kilogramme par heure

BHA : Butylhydroxyanisole

BHT : Butylhydroxytoluène

TBHQ : Tert-butylhydroquinone

EDTA : Acide éthylène diamine tétraacétique

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrilhydrazyl

EC<sub>50</sub> : Concentration d'inhibition à 50%

Ppm : Partie par million

rpm : Rotation par minutemin : Minute

Aw : Activité de l'eau

EST : Extrait sec total

pH : potentiel hydrogène

IP : Indice de peroxyde

KI : Iodure de potassium

N : Normal

Meq O<sub>2</sub> /kg: Milliéquivalent d'oxygène par kilogramme

NaOH : L'hydroxyde de sodium

KJ/kg : Kilojoules par kilogramme

Cm/30sec : Centimètre par 30 secondes

CP : Centipoise

Ext : Extrait

# *Introduction*

### Introduction

Un antioxydant est défini comme une substance ajoutée à faible dose à un produit naturellement oxydable à l'air, il est capable de ralentir ou d'inhiber le phénomène d'oxydation. Cette définition peut être élargie et le terme "antioxydant" englobe ainsi toutes les substances qui protègent les systèmes biologiques contre les effets délétères potentiels des processus ou réactions qui engendrent une oxydation excessive (**Shimizu et al., 2004**).

Les antioxydants sont intéressants en tant que compléments alimentaires en raison de leur rôle préventif potentiel dans plusieurs maladies associées au stress oxydatif (**Bungau et al., 2019 ; Bakir et al., 2020**), leur utilisation est un moyen efficace pour minimiser ou prévenir l'oxydation des lipides des produits alimentaires et retarder la formation des produits toxiques, pour le maintien de la qualité nutritionnelle et pour prolonger la durée de vie des aliments (**Gupta et Abu Ghannam, 2011a**).

Les antioxydants les plus largement utilisés sont synthétiques : propylgallate (PG), le butylhydroxyanisol (BHA), le butylhydroxytoluène (BHT) et le tert-butylhydroquinone (TBHQ) (**Sreenivasan et al., 2007 ; Cho et al., 2007**). Toutefois, ils sont soupçonnés d'être responsables de nombreux dommages et de maladies (**Martínez-Tomé et al., 2001**). La prise de conscience des consommateurs à ce sujet et de leur demande grandissante de substances naturelle a mené à une utilisation plus règlementée de ces antioxydants synthétiques (**Gorji et al., 2016**).

Ces dernières années, les antioxydants naturels ont suscité un intérêt croissant pour remplacer les composés synthétiques controversés. Cette tendance mondiale à utiliser des additifs naturels dans les aliments à mener à l'exploration de différentes sources. Aujourd'hui l'une des sources les plus riches en antioxydants naturels, largement étudiées sont les algues marines. (**Corsetto et al., 2020**). Les algues sont des sources renouvelables de composés à haute valeur ajoutée, ce qui a suscité l'intérêt des industries alimentaires. Leur utilisation dans plusieurs produits permet de développer de nouvelles denrées alimentaires fonctionnels, en fortifiant leur composition nutritionnelle, leur qualité, et leurs propriétés bénéfiques pour la santé (**Peñalver et al., 2020**).

La mayonnaise est un produit alimentaire largement consommé et utilisée comme assaisonnement pour différents types d'aliments (**Liu et al., 2007**). En raison de sa structure et de sa composition, la mayonnaise est très sensible à la détérioration chimique et microbienne.

La détérioration chimique comprend l'oxydation et l'hydrolyse des lipides, ce qui augmente la teneur en composés comme le peroxyde, entraînant une acidité et des changements de couleur, de goût et de texture (**Frankel et al., 2002**).

La mayonnaise est susceptible de se détériorer en raison de la structure de ses molécules lipidiques et de leurs interactions avec d'autres molécules dans leur voisinage immédiat, influençant grandement la susceptibilité à l'oxydation des lipides. L'oxydation de la mayonnaise est intensifiée par les radicaux libres générés par l'oxydation des graisses avec d'autres molécules comme les protéines, les glucides et les vitamines dans l'émulsion. De plus, des modifications indésirables du pH et de l'acidité causées par l'activité microbienne ou chimique de la mayonnaise entraînent une détérioration microbienne (**Shaygannia et al., 2021**).

Par conséquent, des antioxydants synthétiques et des conservateurs chimiques sont ajoutés à la mayonnaise pour contrôler l'oxydation et l'activité microbienne, ce qui présente des avantages économiques malgré les composés nocifs pour la santé humaine (**Kwon et al., 2015**).

Dans ce contexte, la présente étude s'est axée sur la substitution de l'EDTA qui est l'antioxydant chimique utilisé dans les industries alimentaires par un extrait lipidique d'une algue brune *padina pavonica* dans le but d'enrichir une mayonnaise d'un additif alimentaire naturel et d'étudier ainsi sa stabilité oxydative.

Afin de présenter l'étude menée en ce sens, le présent manuscrit s'articule en deux grandes parties :

Dans une première partie, nous présenterons une synthèse bibliographique sur les algues marines et leur composés bioactifs, ainsi que des généralités sur la mayonnaise. Ensuite une partie expérimentale, présentera le matériel et les méthodes utilisées, et la discussion des résultats obtenus est ensuite établie. Enfin les principales conclusions et perspectives envisagées compléteront le travail.

*Généralités*  
*sur les algues*  
*marines*

## **I. Définition**

Les algues sont des organismes photosynthétiques que l'on trouve dans les milieux aquatiques d'eau douce ou marine terrestres (**Garon-Lardiere, 2004**), ils regroupent un ensemble de végétaux très divers dont l'appareil végétatif relativement simple est appelé « thalle » et est dépourvu de racine, de tige, de feuilles et de tissus conducteurs (**Lakhdar, 2018**). Ces thalles présentent une taille variable de moins d'un micromètre à plusieurs dizaines de mètres, on distingue donc les macros et les micros algues (**Leclerc et Floc'h, 2010**).

## **II. Les microalgues**

Le terme microalgues parfois appelé microphyte, désigne les algues microscopiques capables de produire du dioxygène et de la matière organique grâce à la lumière (**Spolaore et al., 2006**), les cellules uniques des microalgues sont capable d'assurer toutes les fonctions (**Faller, 2011**), elles peuvent être uni ou pluricellulaires (**Mata et al., 2010**).

## **III. Les macroalgues**

Le terme macroalgue est un terme générique qui englobe tous les organismes aquatiques photosynthétique pluricellulaire (**Barrington et al., 2009**). Ils se trouvent généralement dans la zone littorale et peuvent être de différentes formes, tailles, couleurs et composition. Ils incluent les algues brunes (Phéophycées), algues rouges (rhodophycées) et algues vertes (chlorophycées) (**Mabeau et al., 1990**).

### **III.1. Classification des macroalgues**

Divers facteurs et critères, physiologiques, écologiques et biochimiques interviennent dans la phylogénie des macroalgues (**De Reviere, 2003**), qui leur permet de définir une dizaine d'embranchement (**Ruiz, 2005**), parmi ces facteurs leur modes de reproduction, leurs caractéristiques structurales, leurs polysaccharides de réserve ou la nature et la localisation des pigments chlorophylles et caroténoïdes, en effet ces pigments additionnels jaunes, rouges ou bleu, ont permis de classer les macros algues en trois grands groupes (**Adrien, 2016**), chaque groupe contient des classes, et chaque classe contient des centaines d'espèces; les algues rouges (figure 1) (Plus de 6 000 espèces), les algues brunes (figure 2) (environ 2 000 espèces), les algues vertes (figure 3) (1 200 espèces) (**Garon-Lardiere, 2004**). Dans ce travail nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux macro algues brunes.



**Figure 1 :** Exemples d'algues rouges (Rhodophyta) : (A)—*Asparagopsis armata*; (B)—*Chondrus crispus*; (C)—*Mastocarpus stellatus*; (D)—*Palmaria palmata* (Cotas et al., 2020).



**Figure 2:** Exemples d'algues brunes (Phaeophyceae) : (A)—*Ascophyllum nodosum*; (B)—*Bifurcaria bifurcata*; (C)—*Colpomenia sinuosa*; (D)—*Treptacantha baccata*; (E)—*Fucus vesiculosus*; (F)—*Leathesia marina*; (G)—*Padina pavonica*; (H)—*Sargassum muticum*; (I)—*Sargassum vulgare*; (J)—*Undaria pinnatifida* (Cotas et al., 2020).



**Figure 3:** Exemples d'algues vertes (Chlorophyta): (A)—*Dasycladus vermicularis*; (B)—*Ulva clathrata*; (C)—*Ulva compressa*; (D)—*Ulva intestinalis*; (E)—*Ulva lactuca*; (F)—*Ulva linza* (Cotas et al., 2020).

## IV. Les algues brunes :

### IV.1. Classification

Les algues brunes sont toutes des algues pluricellulaires, au sein des Chromophytes, elles sont regroupées dans la classe des Fucophycées appelées les Péophycées (Alem, 2015), de l'embranchement des Ochrophyta, cette classe fait partie du très grand groupe des Thallophytes chlorophylliens (Goujon, 2004).

### IV.2. Morphologie

Les algues brunes montrent une grande diversité morphologique, les phaeophyceae les plus connues possèdent des morphologies complexes avec la présence d'un crampon, d'un stipe et d'une lame, néanmoins de nombreuses autres formes plus simples existent comme des files de cellules, des filaments ramifiés ou des sphères (Burel, 2020).

### IV.3. Habitat

Les algues brunes sont des organismes purement marins à quelques exceptions près (Gager, 2019), elles se sont principalement diversifiées dans les mers froides et tempérées où elles forment les grands écosystèmes sous-marins. Dans les eaux tropicales, elles sont moins nombreuses en espèces, mais représentent les plus grands thalles et forment les populations les

plus denses (Alem, 2015). Ces algues sont communes dans l'étage supralittoral et infralittoral supérieurs et se fixent solidement sur les rochers par leur crampon solide (Mansouri, 2021).

#### **IV.4. Couleur**

La coloration brune des Phéophycées est due à la présence de pigments surnuméraires qui masquent les chlorophylles « a » et « c », ces pigments jaunes et bruns sont des xanthophylles dont les plus importantes sont la fucoxanthine et la diatoxanthine (Goujon, 2004).

### **V. Composés bioactifs des algues brunes :**

#### **V.1. Les composées phénoliques :**

Les algues, les fruits, les légumes et autres plantes comestibles sont des sources naturelles de composés phytochimiques (Acosta-Estrada et al., 2014). Une fois introduits dans le régime alimentaire habituel, ces phytochimiques exercent des effets physiologiques chez l'homme, et pour cette raison ils sont également appelés composés bioactifs. Parmi ces composés phytochimiques bénéfiques on trouve, les composés phénoliques (Komes et al., 2011).

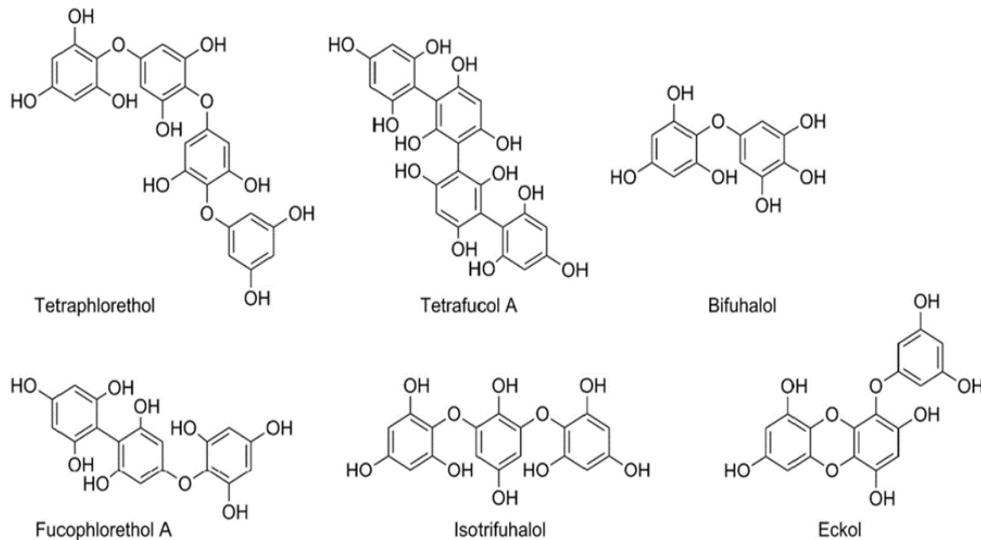
Les composés phénoliques sont formés par un noyau structurel basé sur un groupe hydroxyle lié directement à un phénol (Jimenez-Lopez et al., 2021). Les algues représentent une source naturelle de produits d'intérêt, tels que les composés phénoliques (Al-Saif et al., 2014). Ces composés sont présents dans la plupart des classes d'algues (Liu et al., 2011), et participent à différents processus de survie, tels que la défense et la protection contre différents facteurs, qu'ils soient abiotiques, tels que les rayons ultraviolets (UV), ou biotiques, comme l'attaque de micro-organismes pathogènes ou d'autres êtres vivants, la majorité de ces composés présentent également des fonctions biologiques telles que des propriétés antioxydantes ou antimicrobiennes (Jimenez-Lopez et al., 2021).

##### **V.1.1. Les phlorotannins**

Les phlorotannins (figure 4) sont des métabolites secondaires limités notamment aux algues brunes qui existent sous forme soluble (dans le cytoplasme ou les organites cellulaires) ou liée à la paroi cellulaire (Generalic Mekinić et al., 2019).

Les phlorotannins sont des dérivés de tannins qui sont formé par polymérisation d'unités de phloroglucinol (1,3,5-trihydroxybenzène) (Gupta et Abu-Ghannam, 2011b), de taille

moléculaire allant de 126 KD à 650 KD (Li *et al.*, 2011). Des études précédentes ont montré que les phlorotannins des algues brunes marines ont de fortes activités antioxydantes (Shibata *et al.*, 2007), antidiabétiques, anti-cancéreuses, et anti-VIH (Gupta et Abu-Ghannam, 2011b), de plus Wang, Xu, Bach et MacAllister (2009) ont constaté des propriétés antimicrobiennes notamment à l'égard de germe pathogènes.



**Figure 4:** Exemples de structures des 6 principales classes de phlorotannins (Zhang *et al.*, 2018).

## V.2. Les polysaccharides

Ces dernières années, un intérêt considérable a été porté aux différents types de polysaccharides présents dans les parois cellulaires des algues brunes, notamment les laminarines, les alginates et les fucoïdanes qu'on ne trouve dans aucun autre type d'algues. Elles présentent un fort potentiel d'applications biologiques dans les aliments fonctionnels, produits cosmétiques et pharmaceutiques. Elles font également l'objet de recherches pour leurs divers propriétés antitumorale, antimicrobienne, immunostimulante, et anti-inflammatoire (Dobrinčić *et al.*, 2020), ainsi qu'une activité antioxydante et antivirale (Stengel *et al.*, 2011), d'ailleurs récemment il a été démontré *in vitro* que les polysaccharides sulfatés des algues ont la propriété de capter la Covid-19, au lieu d'introduire son ARN dans les cellules tissulaires, le virus se fixe sur ces molécules, donc ces derniers agissent comme des pièges à virus (Kwon *et al.*, 2020).

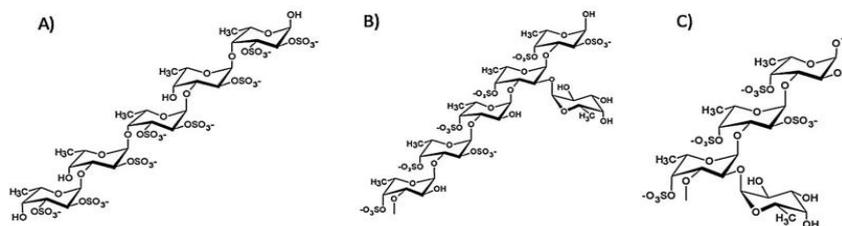
En outre ils sont utilisés par les algues comme composants structurels de la paroi cellulaire ou comme réserve alimentaire (Synytsya *et al.*, 2015). Les différents types de

polysaccharides ont leurs propres caractéristiques physiques et chimiques, qui sont influencées par l'espèce, l'emplacement géographique, les conditions climatiques tels que la température, l'âge, et la saison (Dobrinčić et al., 2020).

### V.2.1. Les fucoïdanes

Les fucoïdanes (figure 5) sont les principaux polysaccharides de la paroi cellulaire des algues brunes, représentant jusqu'à 23% du poids sec des algues (Sichert et al., 2021). Leurs propriétés structurelles et compositionnelles varient selon les espèces d'algues brunes, mais ils comprennent principalement le fucose et du sulfate, avec de petites quantités de galactose, de xylose, de mannose et d'acides uroniques (You et al., 2010).

Les fucoïdanes ont été largement étudiés en raison de leurs diverses activités biologiques y compris anticoagulant, antiviral, aussi il a été suggéré que les polymères de fucoïdane activent le système immunitaire de l'hôte contre les tumeurs, cependant ces activités sont étroitement liées à la fois à la teneur en sulfate et au poids moléculaire des polymères de fucoïdane (You et al., 2010).



**Figure 5:** Structure chimique de fucoïdanes obtenus à partir de : A) Fucus vesiculosus et Ascophyllum nodosum, B) Laminaria saccharina, C) Chorda filum (Oliveira et al., 2020).

### V.2.2. Les laminarines

Chez les algues brunes le laminarine est le polysaccharide de réserve des nutriments le plus important, il peut s'accumuler à des taux allant de 2 % à 34% du poids sec de l'algue (Tanniou, 2014). Cette molécule se situe dans les vacuoles des cellules algales (Andrien, 2016).

Il est également connu sous le nom d'amidon d'algues brunes, principalement formé de monomères de glucose reliés par des liaisons  $\beta$ -1,3-glucosidiques et des liaisons  $\beta$ -1,6-glucosidiques partielles (figure 6). En outre, des études ont également signalé que le laminarine possède un large éventail d'activités biologiques, y compris des activités antitumorales, antioxydante, anti-inflammatoire (Huang et al., 2021), en plus de ça le laminarine joue un rôle

important en tant que prébiotiques, fibres alimentaires, et agents antibactériens (Gupta et Abu-Ghannam, 2011b). Il peut être aussi l'un des matières premières idéales pour la production de bioéthanol (Huang et al., 2021).

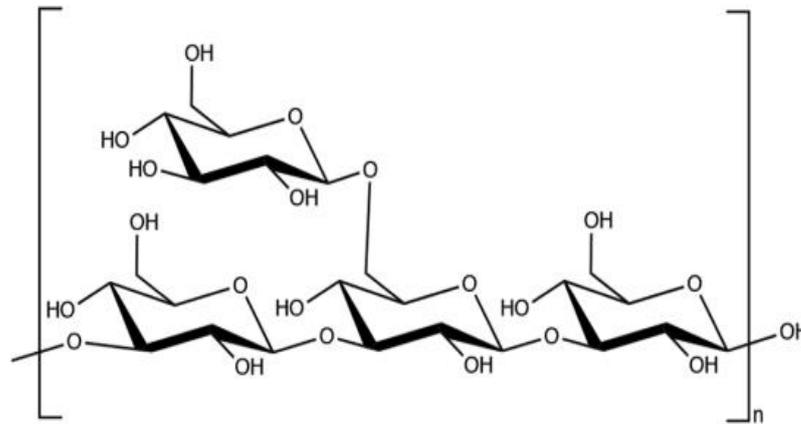


Figure 6: Structure chimique de laminarine (Zargarzadeh et al., 2020).

### V.2.3. Les alginates

Les alginates (figure 7) sont des polymères linéaires composés de deux épimères : l'acide  $\beta$ -D mannuronique et l'acide  $\alpha$ -L guluronique, liés en (1,4) (Mazéas et al., 2022).

Standford a découvert en 1881 pour la première fois l'alginate dans la matrice de la paroi cellulaire de l'algue *Laminaria digitata*, dont elle constitue une partie importante dans la structure de la membrane cellulaire des algues brunes. (Djebri et al., 2018).

Aujourd'hui les alginates ont des applications dans de nombreux domaines et dans de nombreuses industries telle que l'industrie textile pour la fixation des couleurs sur les tissus, à l'agroalimentaire comme gélifiant et épaississant "l'acide alginique et ses conjugués sont les additifs alimentaires E400, E401, E402, E403, E404 et E405", dans le domaine médical ils sont utilisés pour obtenir des empreintes dentaires, comme principes actifs dans la gamme Gaviscon®, dans les dispositifs médicaux tels que les pansements Algosteril®, ainsi que comme excipient dans les médicaments,...(Ollier, 2017).

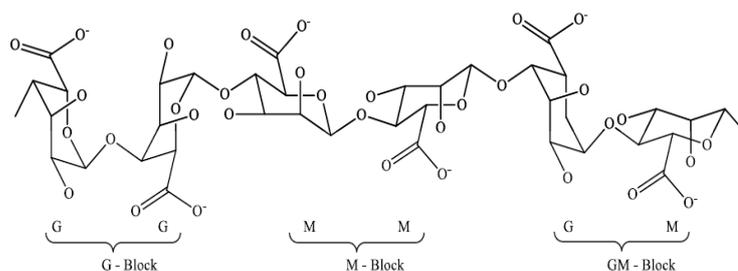


Figure 7: Structure chimique de l'alginate (Dobrinčić et al., 2020).

### **V.3. Les acides gras poly-insaturés**

La teneur lipidique des macroalgues est très faible et varie de 1-5% de la matière sèche (Person, 2010), mais ceux-ci sont riches en acides gras poly-insaturés (AGPI) (Fanni et al., 2004). Solen Oucif, (2018), le profil en acides gras des algues brunes est comparable à celui des algues rouges, elles contiennent des taux élevés d'AGPI à 20 carbones notamment l'acide arachidonique (C20 :4 ω6) et l'acide eicosapentaénoïque EPA (C20 :5 ω3). Ces acides gras protègent des maladies cardiovasculaires et cérébro-vasculaires et sont efficaces contre les œdèmes et les inflammations (Chouikhi, 2013).

Les algues sont connues pour accumuler des AGPI lorsque la température ambiante baisse (Holdt & Kraan, 2011).

### **V.4. Les peptides bioactifs**

Les peptides bioactifs sont des séquences de 2 à 30 acides aminés (Lafarga, 2020), ces composés ont la capacité d'exercer des effets physiologiques directs une fois qu'ils sont libérés de leurs protéines mères où ils restent inactifs (O'connor et al., 2022).

Ils présentent diverses propriétés biologiques, notamment des effets antioxydants et antibactériens qui ont été observés chez les algues brunes *Ecklonia cava* et *Saccharina longicruris* (Beaulieu, 2019), de plus ces peptides sont également connus pour leur effets antihypertenseurs (Balboa et al., 2013).

### **V.5. Le fucostérol**

Le fucostérol (24-éthylidène cholestérol) (figure 8) est un composé bioactif appartenant au groupe des stérols qui peut être isolé à partir d'algues marines (Meinita et al., 2021).

C'est le stérol prédominant chez les macroalgues brunes, comme *Macrocystis* et les Laminariales (Mouritsen et al., 2017). La forme la plus pure du fucostérol et sa puissance ont été identifiées et observées pour la première fois dans la macroalgue brune *Fucus vesiculosus*, où ils ont trouvé que le fucostérol se compose d'un isomère de liaison du stigmastérol exprimé par la formule empirique C<sub>29</sub>H<sub>48</sub>O (Meinita et al., 2021), de plus chez les algues brunes il représente 83 à 97% de la teneur total en stérol (Jung et al., 2016).

En outre, le fucostérol provenant des phéophycées est connu pour ces diverses activités biologiques, notamment antioxydante, anti-obésité, anti-inflammatoire et antimicrobienne (Meinita et al., 2021).

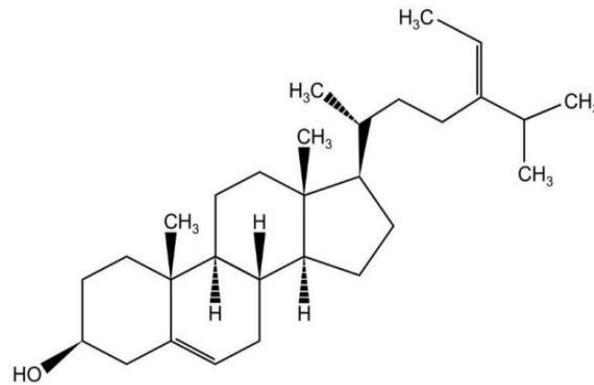


Figure 8: Structure chimique de fucostérol (Oh *et al.*, 2018).

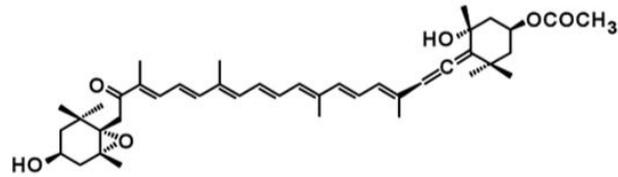
## V.6. Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles des végétaux responsables des couleurs rouges, orangées, jaunes et vertes des fruits, des légumes, des fleurs et des algues, ils sont composés essentiellement d'unités d'isoprènes, ils sont regroupés en deux grandes familles : les carotènes et les xanthophylles (Yan *et al.*, 1999 ; Marfaing & Lerat, 2004). Les caroténoïdes algaux se trouvent dans les chloroplastes et les chromoplastes (Bartley *et al.*, 1995), sont de puissants antioxydants et ils représentent en moyenne 0,1 % du poids sec de l'algue, mais chez certaines espèces cette valeur peut augmenter en fonction de certaines conditions environnementales (Takaichi, 2011).

Toutes les macro algues produisent des caroténoïdes (Chouikhi, 2013), mais les algues brunes en particulier en produisent beaucoup plus, leurs principaux caroténoïdes sont les fucoxanthines et les  $\beta$ -carotènes (Yan *et al.*, 1999 ; Marfaing & Lerat, 2004). La fucoxanthine (figure 9) est le pigment responsable de la couleur brune des phéophycées, ces derniers possèdent en moyenne 20,4% de la fucoxanthine, ce pigment lié à la chlorophylle « a » et « c » et aux apoprotéines forme le meilleur complexe photo absorbant qui transfère l'énergie lumineuse à la chlorophylle « a » pour la réaction photosynthétique. Le marché de la fucoxanthine est considéré comme un marché de niche en croissance avec une valeur de la molécule estimée à 3000 €/K (Nghiem Xuan, 2019).

Ces caroténoïdes sont ajoutés dans l'alimentation non seulement comme colorants alimentaire mais aussi sont utilisés dans certains régimes fonctionnels afin de réduire la mortalité causée par certaines maladies (Pierce *et al.*, 2006), ils peuvent prévenir plusieurs

maladies pathologiques, notamment les cancers, les maladies cardiovasculaires et les pathologies associées au vieillissement (Phan, 2014).



**Figure 9:** Structure moléculaire de la fucoxanthine (Mikami & Hosokawa, 2013).

## V.7. Les lectines

La lectine ou hémagglutinine est une protéine ou glycoprotéine qui se lie spécifiquement et de manière réversible aux glycanes, sous forme de chaînes de sucres libres ou de glycoconjugués, c'est-à-dire les glycoprotéines et les glycolipides, sans modifier sa structure (Fajarningsih et al., 2019). Ils jouent un rôle important en tant que molécules de reconnaissance dans les interactions cellule-cellule ou cellule-matrice, et peuvent être considérés comme des outils biochimiques précieux pour sonder les interactions protéine-hydrate de carbone car ils peuvent interpréter le "code du sucre". La capacité à se lier aux glucides et à agglutiner les cellules est donc la propriété la plus importante des lectines. L'agglutination est due au fait que la lectine possède au moins deux sites de liaison et qu'elle est donc capable de réticuler les cellules par son interaction avec les glucides. Les lectines des algues ont une caractéristique commune qui est leur faible poids moléculaire, leur petite taille les rendent plus adaptées au ciblage des médicaments et/ou au système d'administration de médicaments car on peut s'attendre à ce que les petites molécules soient moins antigéniques que les lectines plus grandes des plantes terrestres (Praseptianga, 2017).

Les lectines sont donc impliquées dans des divers activités biologiques telles que, l'adhésion cellulaire, les interaction cellules-matrice, la cytotoxicité, l'induction de l'apoptose ou l'agglutination des cellules et des bactéries (Danguy et al., 2002), en outre sont des molécules puissantes contre le VIH (Mori et al., 2005), comme elles contribuent dans le diagnostic de certains types de cancers (Okuyama et al., 2009), elles ont aussi un fort potentiel dans le domaine dentaire « inhibition de la formation de la plaque dentaire par *streptococcus mutans* (agent causal des caries dentaires) (Teixeira et al., 2007).

*Généralités*  
*sur la*  
*mayonnaise*



**Figure 10:** Aspect et texture d'une mayonnaise (Gea).

## **I. Définition**

L'un des produits d'assaisonnement les plus connus, utilisé dans plusieurs plats alimentaires tels que les salades, les sandwiches, les hamburgers, entre autres, est la mayonnaise (Metri Ojeda et al., 2022).

La mayonnaise est une sauce jaune pâle à la texture épaisse et crémeuse (Morna, 2019), elle est obtenue en émulsionnant de l'huile alimentaire dans une phase aqueuse avec un ingrédient acide (généralement du jus de citron ou du vinaigre) qui est stabilisée avec de l'œuf (Cambero et al., 2011), d'autres produits auxiliaires dont la mission est d'influencer les caractéristiques physiques et organoleptiques peuvent être ajoutés, tels : l'eau, le sucre, le sel, des épices, des arômes et des condiments etc... En outre les additifs suivants peuvent être utilisés notamment les antioxydants (acide ascorbique, acétate et palmitate d'ascorbyle), les émulsifiants (lécithines), les épaississants (acide alginique et ses sels, pectine, agar-agar, carraghénanes etc...), ainsi que des exhausteurs de goût (acide glutamique et ses sels, acide inosinique et guanylique et leurs sels) (kone, 2001).

## **II. Processus de fabrication de la mayonnaise :**

Etant une émulsion, deux phases sont indispensables à la fabrication de la mayonnaise. La formulation de ces phases se fait de la manière suivante :

### ➤ **Préparation de la phase grasse**

La phase grasse est constituée de l'huile dans les proportions définies selon la recette ainsi que des auxiliaires de fabrication qui y sont solubles tels que : l'émulsifiant, les vitamines,

les arômes, la préparation proprement dite de la phase grasse consiste à dissoudre les additifs dans l'huile, le liquide limpide ainsi obtenu constitue la phase grasse complète (**kone, 2001**).

➤ **Préparation de la phase aqueuse**

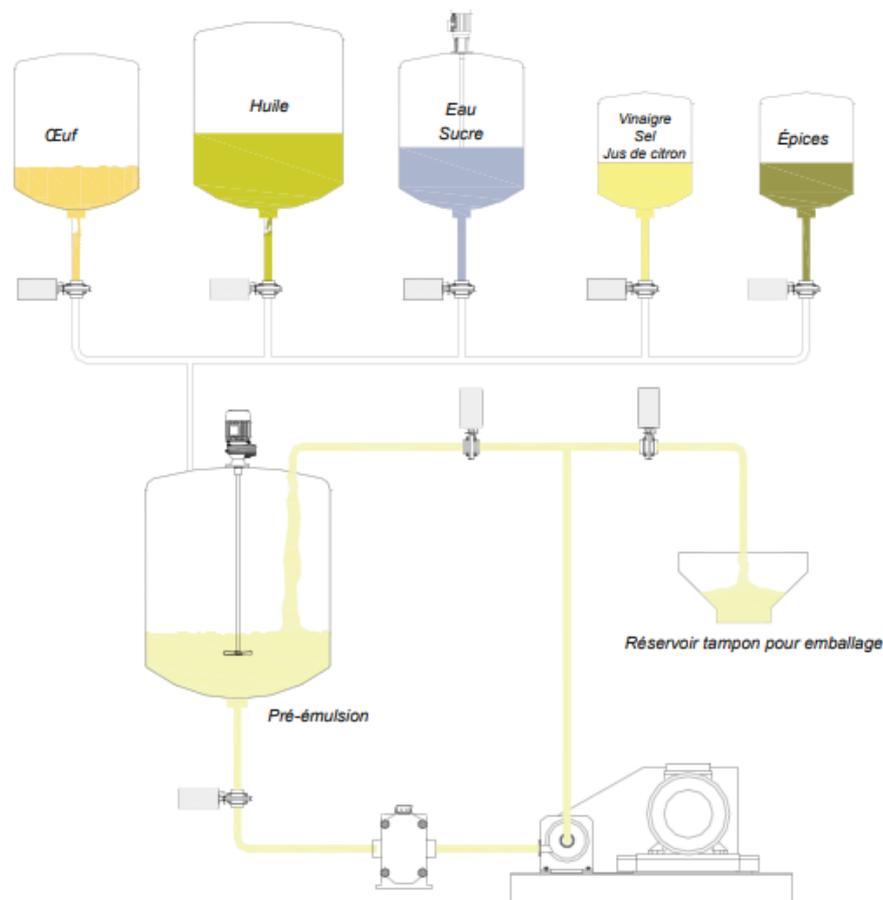
La phase aqueuse est constituée de l'eau et du vinaigre ainsi que des additifs qui y sont solubles tels que : le sel, le sucre, les arômes, les conservateurs, etc.... (**kone, 2001**).

- Suivant l'importance de la production, l'installation est montée en batch ou en continu (**Amrouche, 2019**).

**a) Procédé en batch**

La fabrication industrielle de mayonnaise en batch convient parfaitement à la production en petite quantité atteignant environ 1 000 kg/h (**Amrouche, 2019**).

Un schéma simplifié d'installation est présenté ci-dessous :



**Figure 11:** Schéma simplifié d'une installation discontinue (batch) de fabrication d'une mayonnaise (**Tosipova, 2012**).

Par définition la production en batch (discontinue) se fait en plusieurs étapes :

**Étape 1** : Dispersion (pré-émulsion)

- Elle consiste à disposer l'œuf dans le réservoir de mélange, puis y ajouter le mélange. Mettre en marche l'agitateur du réservoir de mélange et verser l'huile peu à peu pour que la pré-émulsion se fasse. Et enfin ajouter le vinaigre contenant le sel dissous et le jus de citron.

**Étape 2** : Homogénéisation

- Lorsque la pré-émulsion est terminée, la pompe et le mixeur sont connectés, le produit recirculera jusqu'à obtenir de la mayonnaise.

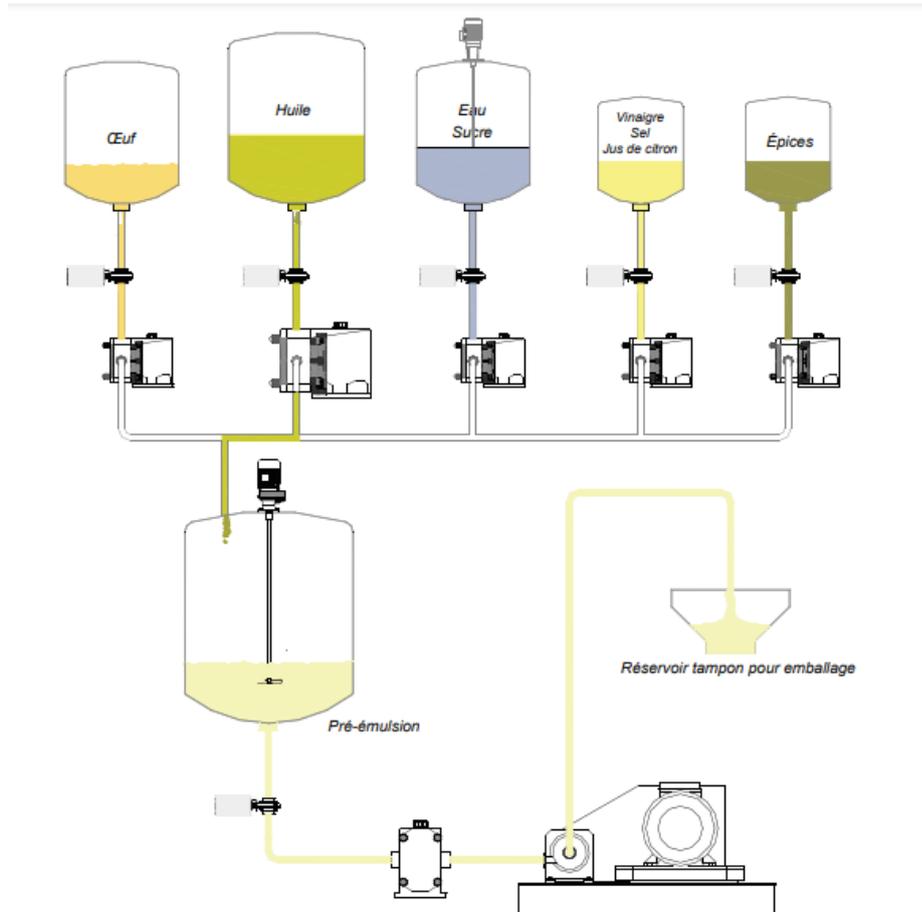
**Étape 3** : Transfert dans le réservoir tampon

- Lorsque la mayonnaise est faite, elle est transférée dans un réservoir intermédiaire (éventuellement réfrigéré) avant conditionnement.

**b) Procédé en continu**

La production de mayonnaise en continu est préférable pour une production supérieure à 100kg/h (Amrouche, 2019).

Un schéma simplifié d'installation est présenté ci-dessous :



**Figure 12:** Schéma simplifié d'une installation en continu de fabrication d'une mayonnaise (Tosipova, 2012).

- Utiliser les mêmes cuves d'ingrédients.
- À l'aide de pompes doseuses, ajouter tous les ingrédients en même temps dans une cuve de prémélange, selon les proportions nécessaires.
- Le mélange est envoyé vers un mixeur en ligne, la mayonnaise se forme en un seul passage et est ensuite envoyée vers un réservoir tampon pour être emballée (Tosipova, 2012).

### III. L'oxydation des lipides dans la mayonnaise :

Les émulsions alimentaires contenant de grandes quantités de matières grasses, comme la mayonnaise, sont susceptibles de s'altérer en raison de l'auto-oxydation des graisses insaturées et polyinsaturées contenues dans l'huile. (Merks et al., 2021),

D'après la recherche de Depree et Savage (2001), l'auto-oxydation se déroule en trois étapes : initiation, propagation et terminaison.

- **L'initiation** : pendant cette phase une certaine énergie externe, telle que la lumière, agit sur la graisse insaturée, en présence de catalyseurs tels que les ions de métaux lourds, pour produire des radicaux libres.
- **La propagation** : durant cette étape les radicaux libres réagissent avec l'oxygène moléculaire pour former des radicaux peroxydes. Ceux-ci peuvent alors catalyser la formation d'autres radicaux libres ou se décomposer en aldéhydes, cétones et alcools.
- **La terminaison** : Une fois que la concentration de composés réactifs atteint un niveau suffisant, ils réagissent ensemble pour former des composés, qui donnent au produit son goût caractéristique de "rance".

L'oxydation des lipides est une cause majeure de la détérioration de la qualité de la mayonnaise (la saveur, l'arôme, la couleur et la valeur nutritive) (**Li et al., 2014**), la stratégie la plus courante pour retarder l'oxydation des lipides est l'utilisation d'antioxydants (**Ghorbani Gorji et al., 2019**).

#### **IV. Les antioxydants synthétiques**

Les antioxydants peuvent être classés en deux groupes selon leur mode d'action :

- ❖ Les antioxydants primaires, également appelés antiradicalaires. Ce groupe d'antiradicalaires est constitué presque exclusivement de composés phénoliques en raison de la grande stabilité apportée par leur cycle aromatique. On trouvera ainsi dans ce groupe les additifs antioxydants, BHA, BHT, TBHQ, gallates, mais aussi les tocopherols (vitamine E) et les polyphénols végétaux (flavonoïdes, acides phénoliques, diterpénoides) (**Berset, 2006**).
- ❖ Les antioxydants secondaires agissent par des mécanismes indirects tels que la chélation des ions métalliques ou la réduction d'oxygène. On les appelle aussi antioxydants préventifs car ils viennent compléter les moyens de prévention de l'oxydation. Les agents chélateurs de métaux les plus couramment utilisés sont l'EDTA et l'acide citrique (**Cuvelier et Maillard, 2012**).

Les antioxydants synthétiques tels que le butylhydroxytoluène (BHT), Butylhydroxyanisole (BHA) et l'acide éthylène diamine tétraacétique (EDTA) ont été utilisés dans l'industrie alimentaire pour prévenir le phénomène de rancissement (**Li et al., 2014**).

*Matériel*

*&*

*Méthodes*

Le travail réalisé dans cette étude a été effectué pour sa première partie au niveau du laboratoire de Génie biologique à l'université de Bejaia, la seconde partie des travaux a été réalisée au niveau du complexe Cevital Agro – Industrie SPA, Béjaia (voir annex 01), laboratoire de Recherche et Développement ; de 01/06/2022 au 10/07/2022.

Le but de notre travail était d'évaluer le potentiel de l'extrait d'algue brune *Padina pavonica* comme source naturelle d'antioxydants et antimicrobiens dans la mayonnaise en substitution de l'EDTA (antioxydant).

## **I. Matériel biologique**

### **I.1. Présentation du site d'échantillonnage**

L'échantillonnage a été effectué au niveau de la station Ach El Baz, à environ 22 Km à l'ouest de la ville de Bejaia, ( $36^{\circ} 49' 58, 06$  N,  $4^{\circ} 58' 05' 17'$  E) pendant le mois d'avril 2022 (figure 13) C'est une station exposée au nord-est et caractérisée par un substrat rocheux, situé loin de tout impact de pollution, avec une activité humaine relativement faible.



**Figure 11:** (a) Localisation géographique de la station de récolte (Google Earth 2022)  
(b) Photographie de la station de récolte (Ach El Baz, Béjaia).

### **I.2. Collecte et traitement de l'échantillons**

L'algue récoltée a été rincée plusieurs fois avec l'eau de robinet afin d'éliminer l'excès de sel, les grains de sable ainsi que les épiphytes, les nématodes et toute autre matière suspendue qui pourrait influencer l'évaluation des activités biologiques ; Un dernier lavage avec de l'eau distillée a été effectué. Les échantillons ont été, par la suite, séchés à température ambiante et à l'obscurité jusqu'à déshydratation complète puis conservés dans un endroit frais et sec à l'abri de la lumière. Une fois séchée, la matière végétale a été broyée en poudre fine à l'aide d'un broyeur mécanique, ensuite tamisée afin d'obtenir une poudre de granulométrie

inférieure à 63 µm. Celle-ci est ensuite placée dans un flacon fumé et conservée dans un endroit frais et sec.

- Le matériel biologique utilisé dans cette étude est la phéophycée *Padina pavonica*.

### **I.3. Classification de l'espèce *Padina pavonica***

La classification de l'algue *Padina pavonica* est présentée dans le **Tableau I**

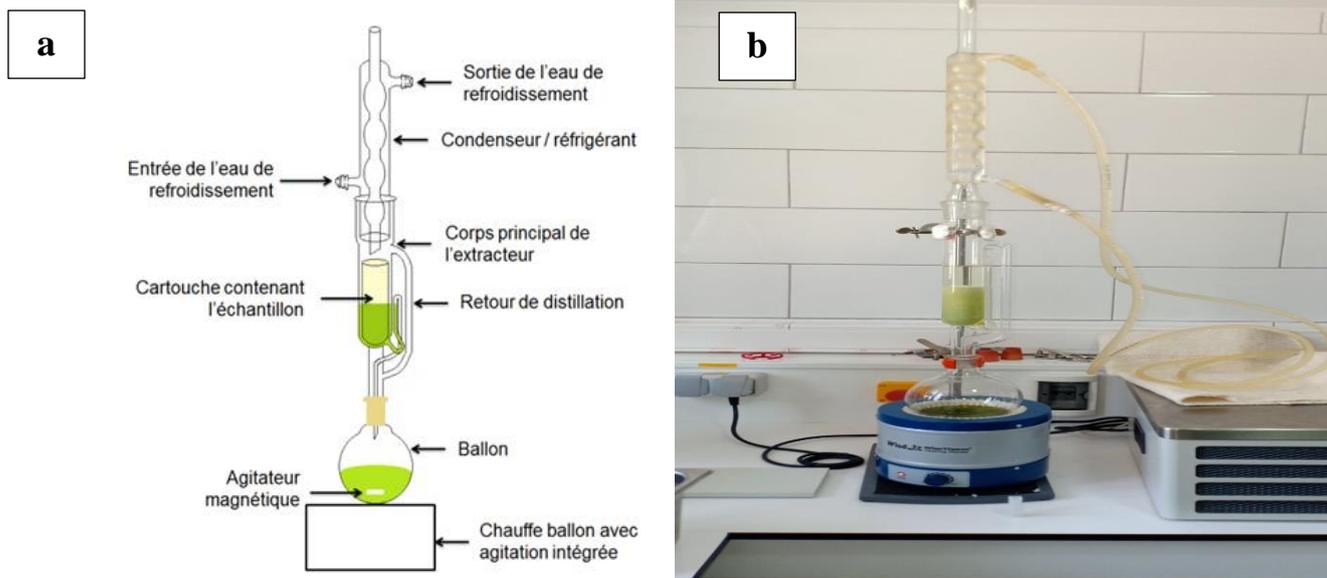
**Tableau I :** Classification de l'algue *Padina pavonica* (Guiry, 2018).

<b>Embranchement</b>	Ochrophyta
<b>Sous-embranchement</b>	Heterokontae
<b>Super classe</b>	Phaeophyta
<b>Classe</b>	Phaeophyceae
<b>Ordre</b>	Dictyotales
<b>Famille</b>	Dictyotaceae
<b>Genre</b>	Padina
<b>Espèce</b>	Pavonica

## **II. Méthodes**

### **II.1. Extraction par soxhlet de la fraction lipidique**

Le soxhlet permet l'extraction à chaud d'un solide par un solvant (Extraction solide-liquide) (Ben Rahal, 2012). En suivant la méthode de Long & Abdelkader (2011), 25 g de la poudre d'algue sont introduits dans une cartouche poreuse en cellulose, d'un diamètre interne de 25 mm et de 80 mm de hauteur. La cartouche a été placée dans un tube d'extraction soxhlet (Figure 15) équipé d'un condenseur refroidi à l'eau et a été suspendu au-dessus d'un ballon de 500 ml contenant 250ml de solvant (hexane), nous avons laissé l'extraction se dérouler pendant 16h à 68°C, l'extrait prélevé est ensuite traité avec un évaporateur rotatif afin d'éliminer toutes traces d'hexane. L'extrait final a été pesé et conservé dans un flacon fumé.



**Figure 12:** a) -Schéma d'un extracteur Soxhlet (El kalamouni, 2010) ; b) -Photographie d'un extracteur Soxhlet.

## II.2. Détermination du taux d'extraction

Le rendement en extrait sec est déterminé par la différence entre le poids de l'extrait avant et après évaporation du solvant.

Le rendement d'extraction est calculé comme suit :

$$RE \% = (P1 - P0) / E \times 100$$

**P0** : poids du bécher vide (mg)

**P1** : poids du bécher après évaporation (mg)

**E** : poids de l'échantillon (mg)

**RE** : Rendement d'extraction exprimé en pourcentage

## II.3. Etude de l'activité antioxydante de l'extrait lipidique

### II.3.1. Test de piégeage du radical libre DPPH

Pour étudier l'activité antiradicalaire de notre extrait lipidique, nous avons opté pour la méthode qui utilise le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) qui est un radical stable, coloré

et centré sur l'azote. Lorsqu'il est mis en solution dans le méthanol ou l'éthanol, son maximum d'absorption se situe vers 515/516 nm (figure15) (Rahal, 2012).

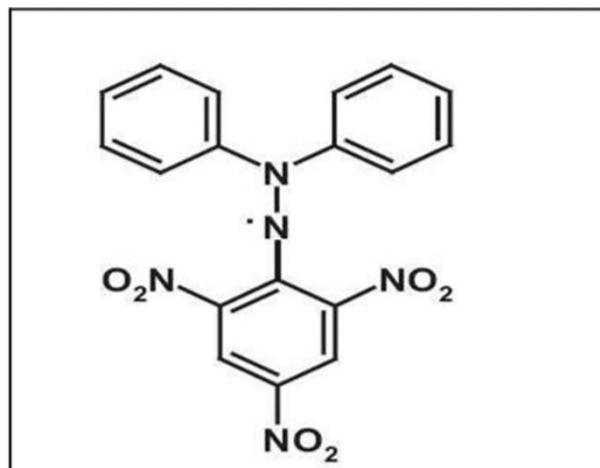


Figure 13: Structure de radical stable DPPH (Rahal, 2012).

Dans ce test les antioxydants réduisent le diphényl picryl-hydrazyl ayant une couleur violette en un composé jaune, dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (Talbi et al., 2015).

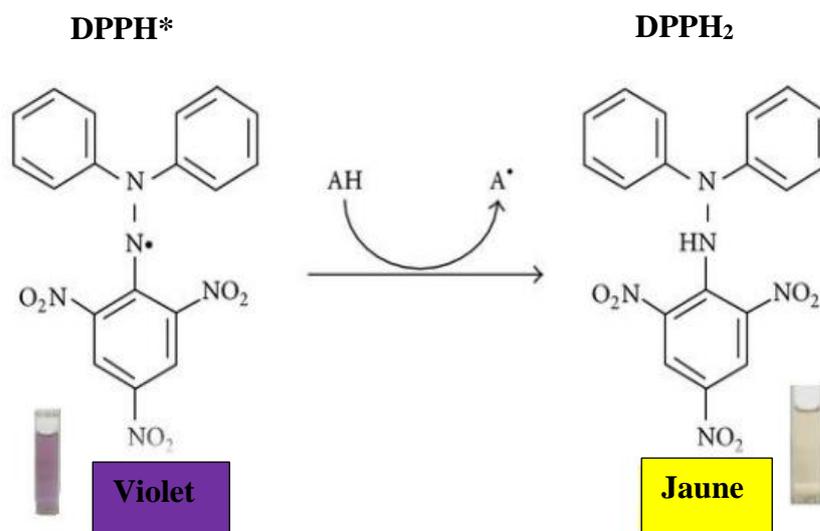


Figure 14: Structures chimiques du 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH•) et de sa forme réduite, le 2,2-diphényl-1- picrylhydrazine (DPPH₂) (Marjoni et Zulfisa, 2017).

Pour l'évaluation de l'activité antioxydante, deux approches sont appliquées : d'une part la détermination de la quantité d'antioxydant nécessaire pour réduire 50 % de DPPH• et d'autre part, le suivi de la cinétique de la réduction (Popovici et al., 2009).

L'activité antioxydante des extraits a été évaluée par la méthode de (Brand-Williams et al., 1995). Différentes concentrations d'extrait sont préparées dans des tubes à Eppendorf

[75, 50, 25, 12.5, 6.25 mg/mL], puis 75  $\mu$ L de chaque concentration sont ajoutés à un volume de 2925  $\mu$ L de la solution du DPPH. Les mélanges sont ensuite maintenus à l'obscurité pendant 4h à température ambiante, après incubation la lecture des absorbances a été effectuée à 516 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

Un blanc est réalisé pour chaque concentration d'extrait, ceci en mélangeant 75  $\mu$ L d'extrait avec 2925  $\mu$ L de méthanol exempt de DPPH.

- Chaque test est réalisé en triplicata.

Une courbe d'étalonnage du DPPH est réalisée, les valeurs obtenues sont utilisées pour estimer la concentration d'extrait nécessaire pour accomplir une réduction de 50% de la concentration initiale de DPPH ( $EC_{50}$ ).

La capacité de piéger les radicaux libres a été exprimée par la valeur  $EC_{50}$ , qui représente la concentration nécessaire pour piéger 50% du radicale libre DPPH.

#### **II.4. Préparation du mélange mayonnaise/extrait :**

Afin de pouvoir étudier le potentiel d'utilisation d'extrait d'algue *Padina pavonica* comme additif alimentaire, nous avons incorporé l'extrait dans une matrice alimentaire qui est la mayonnaise full-fat de « Fleurial », en remplaçant l'antioxydant habituel (EDTA) par l'extrait d'algue. La concentration utilisée est de 100 ppm qui correspond à la concentration d'EDTA habituellement utilisé dans la mayonnaise

Afin d'obtenir cette concentration 0,1g d'extrait d'algue ont été ajoutés à 1kg de mayonnaise exempte d'EDTA.

- L'extrait lipophile a été incorporé dans la phase huileuse.



**Figure 17:** flacons de mayonnaise préparée à base d'extrait d'algues.



### **III.3. Mesure de l'activité de l'eau (Aw) :**

L'activité de l'eau représente l'eau libre dans une matrice alimentaire, la détermination de l'activité de l'eau est l'une des analyses les plus fréquentes dans le laboratoire d'une industrie alimentaire (Mathlouthi, 2001).

20g de mayonnaise sont pesé dans une capsule qui est par la suite placée dans un AWmètre (water activity meter) (figure 19). Le résultat est lu directement sur l'appareil.



**Figure 19:** photographie d'un AWmètre.

### **III.4. Détermination de l'extrait sec total (EST) :**

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

2g de mayonnaise sont prélevés et bien étalés dans une coupelle. Cette dernière est ensuite déposée dans un dessiccateur (Figure 20), le taux d'extrait sec s'affiche sur l'écran de l'appareil.



**Figure 20:** photographie d'un dessiccateur.

### **III.5. Détermination de l'humidité :**

Le pourcentage d'humidité est déduit à partir de l'extrait sec total en appliquant la formule suivante :

$$\text{Humidité (\%)} = 100 - \text{EST}$$

**EST :** extrait sec total.

### **III.6. Détermination de la Consistance :**

La consistance est représentée par la distance en (Cm) parcourue par l'échantillon pendant 30 secondes sous l'effet de la gravité.

Le Bostwick (Figure 21) est rempli avec de la mayonnaise, une fois le chronomètre lancé, le crochet du bostwick est lâché.

Au bout de 30 sec, la valeur affichée sur la graduation du bostwick est noté.



**Figure 21:** Bostwick graduée.

### III.7. Potentiel d'hydrogène (PH) (AFNOR, 1982)

Le potentiel hydrogène, noté pH, permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'un produit, il est directement mesuré à l'aide d'un pH- mètre préalablement étalonné.

### III.8. Détermination de l'indice de peroxyde

L'indice de peroxyde permet d'apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative de l'huile. Par définition, l'indice de peroxyde (IP) est le nombre de mg d'oxygène actif de peroxyde contenu dans 1 g de corps gras et susceptible d'oxyder l'iodure de potassium avec libération d'iode, il est dosé selon la norme française NF T60-220 (**Karra-chaabouni et al., 2002**).

Selon le protocole de **Mahfouz et Bassal (2007)**, l'indice de peroxyde a été déterminé en ajoutant 30 ml d'une solution formée d'acide acétique (18ml) et de chloroforme (12ml) sur 5g d'huile extrait, puis 0,5 ml de la solution saturée de KI. Le mélange est agité et laissé reposer une minute à l'obscurité ; 75 ml d'eau distillée y sont ensuite ajoutés.

La couleur du mélange devient rouge brunâtre. Celui-ci est Titré ensuite avec une solution de thiosulfate de sodium (0,01 N), en utilisant une solution d'amidon comme indicateur, le mélange est agité jusqu'à ce qu'il devienne incolore.

Un essai à blanc est effectué simultanément.

Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$IP \text{ (Meq O}_2 \text{ /kg)} = V_{\text{Chute}} \times 2$$

**IP** : Indice de peroxyde exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme de corps gras.

**V** : Volume de thiosulfate de sodium ajouté.

### **III.9. Détermination de l'indice d'acidité**

L'indice d'acide est un indicateur de qualité ; il est défini comme le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires pour neutraliser les acides gras libres (AGL) présents dans un gramme de Matière Grasse (**Lekrik et al., 2015**).

L'indice d'acidité des échantillons de mayonnaise a été déterminé selon la Méthode Officielle AOCS Te 2a-64 (**AOCS, 2017**) pour l'acide oléique ; Et en suivant (**Alizadeh et al., 2019**) pour l'acide acétique.

#### ➤ **Par rapport à l'acide oléique**

10 g d'échantillon sont placés dans un erlenmeyer, puis 75 ml d'éthanol absolu avec 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine sont ajoutés. Le mélange est chauffé pendant 1 minute, et titré avec du NaOH (0,1 N) jusqu'à l'apparition d'une couleur rose pâle persistante. Un essai pour la mayonnaise témoin est effectué simultanément.

Les résultats sont exprimés selon l'équation suivante :

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

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

**N** : Normalité à 0,1N.

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

**PE** : Masse de la prise d'essai.

#### ➤ **Par rapport à l'acide acétique**

Le même Protocole est appliqué en remplaçant l'éthanol par de l'eau distillé.

L'acidité est calculée selon la formule suivante :

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

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

**N** : Normalité à 0,1N.

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

**PE** : Masse de la prise d'essai.

### **III.10. Test d'oxydation accéléré (Test de rancimat) :**

La stabilité oxydative de la mayonnaise a été évaluée en utilisant un appareil RANCIMAT (Metrohm, modèle 743) (figure 22) et en mesurant la conductivité de l'eau au fil du temps.

Une quantité déterminée d'huile (dans notre cas 3g) a été ajoutée à chaque tube de réaction et soumise à une oxydation accélérée en portant la température à 98°C sous un flux d'air. Les produits d'oxydation volatils formés dans des conditions forcées ont été transportés par le courant d'air dans la cellule conductimétrique, préalablement remplie de 60 mL d'eau distillée, et détectés par la mesure continue de la conductivité électrique de l'eau au cours du temps (h) (Tinello et al., 2017).



**Figure 22:** photographie d'un RANCIMAT (Metrohm, modèle 743).

Le temps de résistance au stress oxydatif est déterminé par conductimétrie ; il correspond au temps d'induction au test Rancimat (T.I.R.), appelé aussi « période d'induction ». Le temps d'induction est présenté sous forme de graphes grâce à un logiciel spécial. La fin de celle-ci est indiquée lorsque la conductivité se met à augmenter rapidement ; cette augmentation accélérée est provoquée par l'accumulation d'acides gras volatils produits au cours de l'oxydation.

## **IV. Analyses microbiologiques**

Nous avons effectué des analyses microbiologiques sur des échantillons de mayonnaise additionnés d'extrait d'algue après 2 semaines de stockage au vieillissement accéléré.

Les tests auxquels sont soumises les mayonnaises sont :

### **IV.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux**

La gélose utilisée est (VRBL) : Lactose biler au cristal violet et au rouge neutre.

#### **Mode opératoire :**

Une solution mère a été préparée en mettant 10g de mayonnaise dans 90g d'eau peptonée tamponnée avec 0,7g de Tween 80. Le mélange est ensuite mis au bain-marie pendant 20 minutes. Puis une série de dilution jusqu'à  $10^{-6}$  est préparé. Le milieu VRBL agar est également fondu au bain-marie. Brièvement, 1ml de solution mère est versé dans chaque boîte de Pétri, la gélose VRBL est ajoutée et mélangée soigneusement par rotation lente et laissée à solidifier. L'incubation des coliformes totaux dure 48h à 44°C.

### **IV.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures**

Le milieu de culture utilisée est le Yeast Glucose Chloramphenicol Agar.

#### **Mode opératoire :**

Les mêmes étapes sont suivies pour la détection des coliformes totaux avec une incubation à 25°C pendant 5 jours.

### **IV.3. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus***

Le milieu Baird-Parker est utilisée.

#### **Mode opératoire :**

La solution mère a été préparée en mettant 10g de mayonnaise dans 90g d'eau peptonée tamponnée avec 0,7g de Tween 80. Le mélange a été ensuite mis au bain-marie pendant 20 minutes, Le milieu a été ensuite versé dans des boîtes de Pétri et laissé refroidir, puis inoculé en stries avec 0,1ml de la solution mère et laissé se solidifier. L'incubation a été réalisée à 37°C pendant 48 heures.

### **IV.4. Recherche et dénombrement de *Salmonella***

- a. **Pré-enrichissement en milieu liquide non sélectif :** 25 g de mayonnaise ont été ajouté à 225 ml d'eau peptonée tamponnée et incubé à 37°C pendant 24 heures.
- b. **Enrichissement sélectif :** 0,1 ml de bouillon de pré-enrichissement ont été transféré dans 10 ml de bouillon Rappaport Vassiliadis Soja (RVS) et incubé pendant 24 heures à 42°C  $\pm$  1°C. En même temps, 1 ml de bouillon de pré-enrichissement ont été inoculé

à 10 ml de bouillon Muller-Kauffmann. Agité et placé dans une étuve à 37°C pendant 24h.

- c. Isolement sélectif :** Une boucle de 10 µl pleine du bouillon Muller-Kauffmann et du bouillon RVS a été étalée, puisensemencée sur des boites de gélose xylose lysine désoxycholate (XLD) et Hektoen, ensuite incubé pendant 24h à 37°C.

*Résultats*

*&*

*discussion*

## **I. Calcule du taux d'extraction :**

Le rendement d'extraction repose sur plusieurs facteurs à savoir la température d'extraction, la matière végétale initiale et l'humidité (**Wattiaux, 1994**). Selon Michel *et al.*, (**2012**), le rendement des extractions dépend de la nature du solvant utilisé et des propriétés chimiques des molécules à extraire.

Le taux d'extraction de la fraction lipidique obtenu de *Padina pavonica*, est de l'ordre de 4.6%. Ce résultat est dû essentiellement au type d'extraction et au solvant d'extraction utilisé.

Les lipides sont généralement extraits par un solvant organique non miscible à l'eau tels que l'hexane, chloroforme, éther de pétrole, etc...L'hexane est aujourd'hui le seul solvant employé industriellement pour l'extraction des huiles végétales. Il a été sélectionné depuis de nombreuses années pour ses propriétés apolaires qui lui confèrent une grande affinité pour les lipides. En outre, il présente l'avantage d'être très sélectif vis-à-vis des huiles et d'avoir une chaleur latente de vaporisation assez faible (330kJ/kg) ce qui permet de l'évaporer facilement, de façon très poussée, et pour un coût énergétique limité (**Fine et al., 2013**).

En comparant nos résultats avec celles obtenues par Kadi et Sebaihi (**2021**), qui ont travaillées sur la même algue « *Padina pavonica* » avec la même technique d'extraction, mais dont le solvant est remplacé par du (chloroforme / méthanol), nous observons que notre taux de rendement (4.6%) est inférieur à celui obtenu par l'étude précitée (29,98%). Cela confirme l'effet du solvant sur le rendement, ces résultats s'expliquent par le fait que le mélange chloroforme/méthanol est un mélange de solvant polaire (Méthanol) et apolaire (Chloroforme), ce qui permet d'extraire à la fois les lipides neutre et polaires des algues, les caroténoïdes, mais aussi d'autres composés polaires tel que certain composé phénolique, tandis que l'hexane est connu par l'extraction seulement des lipides apolaires.

## **II. Activité antioxydante de l'extrait obtenu : test de piégeage du radical DPPH**

Le pouvoir antioxydant de l'extrait d'algue *Padina pavonica* a été évalué par le test du DPPH, qui est l'une des méthodes spectrophotométriques les plus largement utilisées pour déterminer les propriétés antioxydantes des aliments, des boissons et des extraits végétaux (**Brand-Williams et al., 1995**). Le DPPH est un radical libre stable qui accepte un électron ou un radical hydrogène pour devenir une molécule diamagnétique stable. Lorsque le DPPH est

mélangé avec un substrat agissant comme un donneur d'atomes d'hydrogène, on obtient une forme non radicalaire stable de DPPH, avec un changement simultané de la couleur de la solution du violet au jaune pâle (Junopia et al., 2020).

La méthode de piégeage du DPPH a été utilisée pour évaluer l'activité antioxydante des composés en raison de leur procédure simple, rapide, sensible et reproductible (Popovici et al., 2009).

La capacité antioxydante a été mesurée en calculant la valeur  $EC_{50}$  de la solution.

## **II.1. Détermination de l' $EC_{50}$ :**

La concentration efficace pour piéger 50% du DPPH est obtenu à partir des équations des courbes représentant les pourcentages d'inhibition en fonction des différentes concentrations de l'extrait testées.

La concentration efficace pour une inhibition de 50 % du radical DPPH initiale pour l'extrait de *Padina pavonica* est de 2,87mg/mL celui-ci a été obtenu à partir de l'équation de la droite tracé à partir des différentes valeurs de piégeage du DPPH par les concentrations croissantes de l'extrait. Plus la valeur d' $EC_{50}$  est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est élevée.

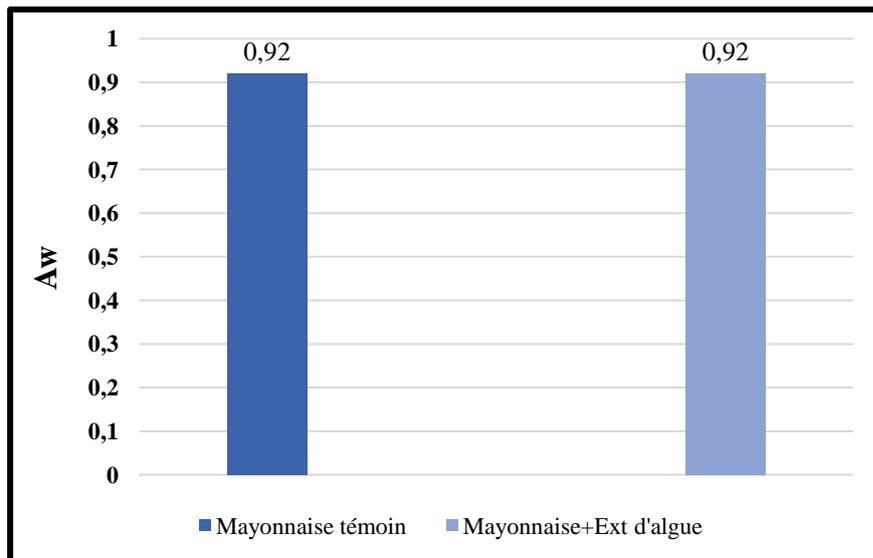
L'activité antioxydante de notre extrait est probablement due à des composés bioactifs tels que des flavonoïdes, des alcaloïdes, et des pigments comme la fucoxanthine. Cette même explication a été avancée par Junopia et al. (2020), confirmant que l'extrait d'algue brune *Padina australis* a également un bon pouvoir antioxydant avec une valeur  $EC_{50}$  de 1,02 mg/mL.

Notre résultat confirme le potentiel d'utilisation de notre extrait tant qu'antioxydant naturel.

## **III. Analyses physicochimiques effectuées sur les mayonnaises**

### **III.1. Activité de l'eau :**

Les valeurs de l'activité de l'eau de la mayonnaise additionné d'extrait d'algue ainsi que de la mayonnaise témoin est illustré sur la figure 23.



**Figure 23:** Activité de l'eau des différents échantillons de mayonnaise.

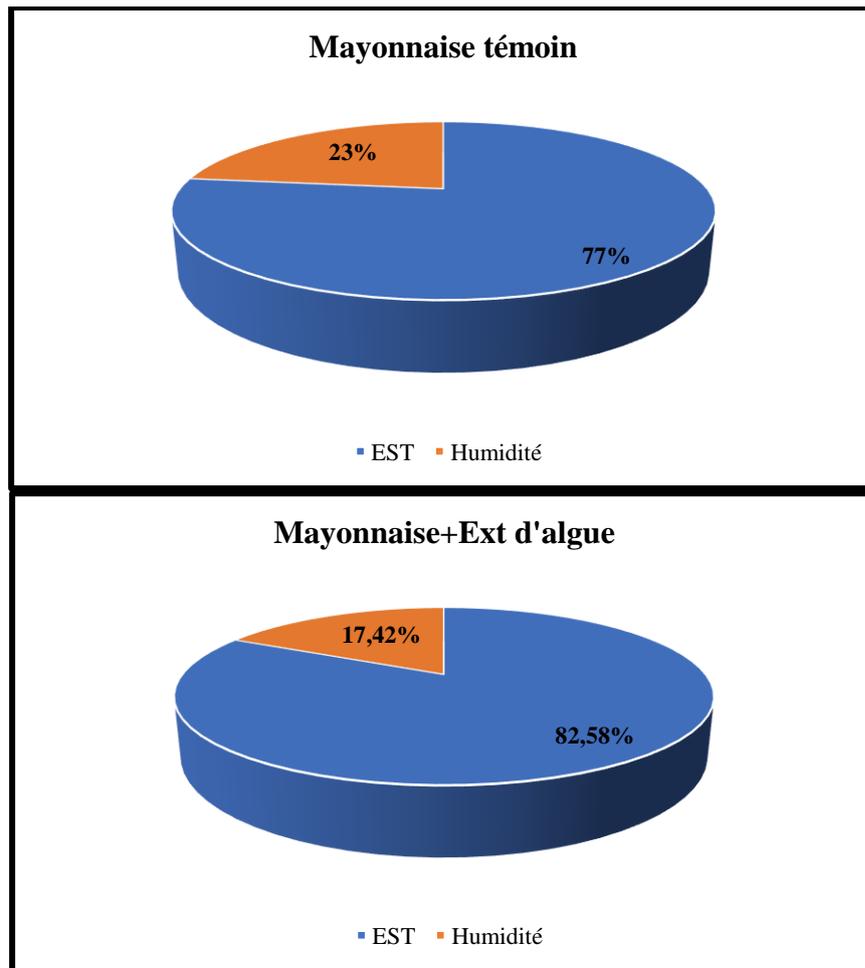
L'activité de l'eau trouvée dans la mayonnaise préparée à base d'extrait d'algue brune est équivalente à celle de la mayonnaise témoin qui conforme à la norme interne de l'entreprise, les deux produits ont une Aw qui égale à 0,92.

Cela affirme que l'extrait de *Padina pavonica* n'a pas influencé d'une façon négative sur la qualité et la stabilité de la mayonnaise.

L'Aw est considérée comme l'un des plus importants paramètres à vérifier dans les produits alimentaires car il est plus étroitement lié aux propriétés microbiennes, à la conservation et la stabilité des aliments (Barbosa-Cã;Novas et al., 2020).

### III.2. Extrait sec total et l'humidité :

Les résultats des deux tests de l'extrait sec total et de l'humidité pour la mayonnaise témoin et la mayonnaise additionnée d'extrait d'algue sont illustrés dans la figure 24 ci-dessous :



**Figure 24:** Teneur en matière sèche et en humidité pour les deux échantillons de la mayonnaise.

L'ensemble des échantillons analysés présentent des valeurs d'humidité dans l'intervalle {17,42%- 23% } qui sont conformes à la norme minimum de 16% (ISO 3727, 1977), ce qui atteste la conformité du produit.

On remarque que l'humidité de la mayonnaise à base d'extrait d'algue est supérieure à celle obtenu par l'expérience de Aznury et *al.*, (2022) qui ont trouvés une humidité de 11,5%, sachant que les deux résultats satisfait aux exigences de qualité de la mayonnaise (SNI 01-4473-1998), où il a été déterminé que l'humidité standard de la mayonnaise est de 30% maximum.

Selon Fitryaningtyas et Widyaningsih (2015), la corrélation entre l'humidité et la teneur en matière sèche est négative. Plus la teneur en matière sec est élevée, la teneur en eau est plus faible. Ceci est conforme aux résultats que nous avons obtenus.

L'extrait sec de la mayonnaise témoin est de 77% tandis que celui de la mayonnaise additionnée d'extrait d'algue est égale à 82.58%, on remarque une augmentation par rapport au témoin qui est peut-être lié à la composition de l'extrait d'algue brune notamment la teneur élevée en matière grasse.

### **III.3. La consistance et la viscosité :**

**Tableau II :** La consistance et la viscosité des deux types de mayonnaise.

	<b>Consistance (Cm/30sec)</b>	<b>Viscosité (CP)</b>
<b>Mayonnaise témoin</b>	0.3	77623
<b>Mayonnaise+ Ext d'algue</b>	0.1	107294

La consistance des deux mayonnaise industriel et mayonnaise à base d'extrait d'algue est conforme à la norme interne de l'entreprise cependant, la mayonnaise avec l'extrait d'algue est plus consistante que le témoin.

En revanche, on remarque que la mayonnaise additionnée d'extrait d'algue est plus visqueuse que la mayonnaise témoin.

On peut relier ces résultats directement à la composition de l'extrait algal particulièrement les alginates qui sont connu pour leur rôle majeur en tant qu'agent gélifiant. Dans l'industrie alimentaire, les alginates sont largement utilisés comme additifs pour améliorer la modification et la stabilisation de la texture de certains aliments (**Mancini et al., 2002**).

D'ailleurs, en effectuant une analyse macroscopique sur la texture de la mayonnaise a base d'extrait d'algue, nous avons remarqué une consistance un peu gelée par rapport à la mayonnaise industrielle, selon une étude précédente de Mancini et al., (**2002**) les propriétés fonctionnelles des alginates comprennent l'amélioration de la viscosité, la capacité à former des gels et la stabilisation des aliments.

Laroche et al., (**1990**) indiquent que les traitements technologiques, l'utilisation des différents additifs ou la substitution d'un constituant par un autre peuvent modifier de façon importante la texture de produit.

### **III.4. Vieillissement accéléré de la mayonnaise**

L'objectif de ce test consiste à vieillir les produits de façon prématurée. En effet, bien qu'il soit possible d'apprécier le vieillissement naturel d'un produit, les tests de vieillissement accéléré permettent de simuler rapidement l'évolution d'un produit en le conditionnant dans un environnement spécifique et / ou en lui soumettant des contraintes particulières. Ainsi, il n'est plus nécessaire d'attendre plusieurs semaines, plusieurs mois ou plusieurs années pour observer le vieillissement d'un produit. Par conséquent, les tests de vieillissement accéléré permettent d'obtenir des résultats dans un laps de temps plus court, ce qui constitue un avantage considérable notamment pour réduire les temps dans le cadre de projets d'innovation.

Le test de vieillissement accéléré de la mayonnaise se fait dans des étuves à régulation de température (40°C) pendant une durée de 3 semaines, au bout de laquelle toutes leurs caractéristiques seront contrôlées.

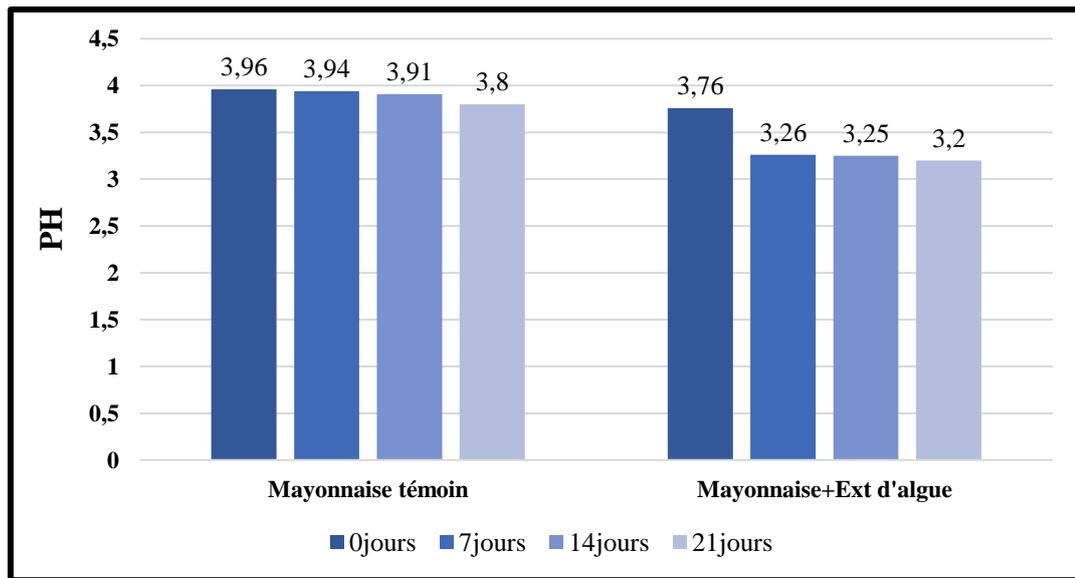
Cette méthode a été adoptée en raison de sa facilité d'utilisation, mais aussi à cause des rôles majeurs que jouent la température et l'humidité relative dans la conservation des aliments et dans le développement et croissance des microorganismes, responsables de l'altération des aliments et des intoxications alimentaires.

Des mesures physico-chimiques ont été réalisées pour étudier le comportement des mayonnaises en termes de pH, acidité et indice de peroxyde pendant 3 semaines de stockage à 40°C pour la mayonnaise à additionnée d'extrait d'algue et un témoin.

### **III.5. Suivre du pH pendant le vieillissement accéléré**

La sauce mayonnaise est un produit relativement acide. La valeur du pH et l'acidité sont deux paramètres principaux qui ont le plus d'effets sur la durée de conservation, la croissance microbienne et l'acceptation par les consommateurs (Yolmeh *et al.*, 2014).

La figure 25 montre l'évolution du pH au cours du processus de vieillissement accéléré.



**Figure 15:** Suivie du pH au cours du stockage.

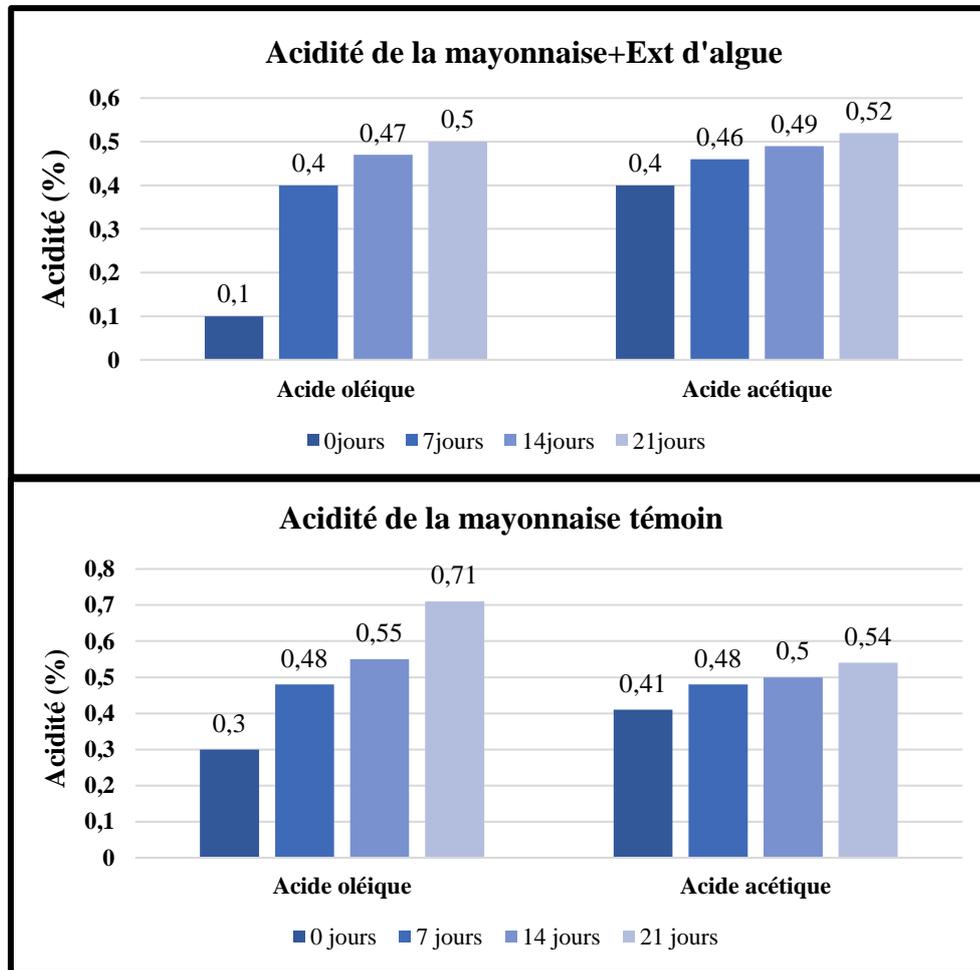
Les résultats obtenus montrent une évolution décroissante du pH des deux mayonnaises au cours du temps (après conservation de 21 jours). Cependant, la diminution du pH est plus conséquente dans la mayonnaise additionnée d'extrait d'algue par rapport à la mayonnaise témoin. En effet la mayonnaise additionnée d'extrait d'algue a une importante diminution de pH (de 3,76 à 3,2) par rapport à l'échantillon témoin qui lui enregistre une baisse de pH plus négligeable (3,96\_3,8). Khalid et son équipe (2021), ont déduis que ces résultats pourraient être dus à l'hydrolyse des triglycérides et la production des acides gras libre.

Ces données obtenues sont en accord avec Worrasinchai et *al.*, (2006) ; El-Bostany et *al.*, (2011), et ils ont constaté que les valeurs de pH diminuent continuellement dans les échantillons de mayonnaise pendant la période de stockage.

### III.6. Suivie de l'acidité pendant le vieillissement accéléré

L'acidité est un facteur qui renseigne sur l'altération des corps gras par hydrolyse. En effet, dans les huiles végétales, les acides gras naturels sont essentiellement présents sous forme de triglycérides. L'hydrolyse de ces derniers libère des acides gras dont le dosage permet d'avoir une idée sur l'état d'avancement de la dégradation (Khalid et *al.*, 2021).

L'augmentation de l'acide oléique et l'acide acétique au fur et à mesure de l'avancement du stockage est illustrée dans la figure 26.



**Figure 26:** Teneur en acide pour les échantillons de la mayonnaise.

Le rancissement de la mayonnaise peut être mesuré par la production d'acides gras libres issus de l'hydrolyse des lipides et augmentent par la réaction entre les acides gras insaturés avec l'humidité (Chen et al., 2014).

L'acidité des mayonnaises a augmenté dans tous les échantillons pendant le stockage, cependant la mayonnaise additionnée d'extrait d'algue était plus stable que la mayonnaise témoin additionné d'EDTA. Les lipides extraits de l'échantillon témoin de la mayonnaise se sont montrés plus sensible à l'hydrolyse des triglycérides tout au long du stockage et qu'il en résultait une plus grande production d'acides gras libres. Après 21 jours de stockage, l'acidité de l'échantillon témoin est passée de 0,3% à 0,71% par rapport à l'acide oléique, tandis que les

teneurs en acide oléique pour l'échantillon préparé avec l'extrait d'algue est passé de 0,1% à 0,5%

Nous concluons donc que l'extrait d'algue avait un effet inhibiteur sur l'hydrolyse des triglycérides et augmente la stabilité de la mayonnaise pendant le stockage et son effet est meilleur que celui de l'EDTA.

La teneur en acide acétique est un paramètre important qui nous renseigne sur la stabilité microbiologique de la mayonnaise. En raison de sa composition en œufs la mayonnaise est exposée au développement des salmonelles.

L'acide acétique est l'acide prédominant dans la mayonnaise, qui se présente sous la forme de différents types de vinaigre. Dans la mayonnaise il est ajouté comme un conservateur, principalement contre les moisissures et les bactéries et pour augmenter l'inactivation des *Salmonella*. Son activité optimale est obtenue à faible pH (Keerthirathne et al., 2019).

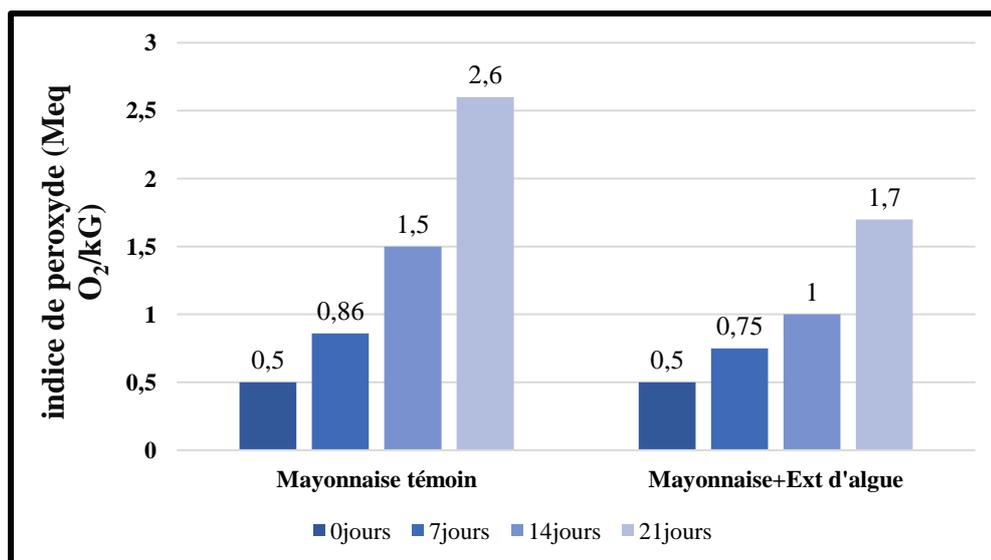
Dans notre cas, les deux échantillons de mayonnaise présentent une meilleure stabilité microbiologique avec des teneurs élevées en acide acétique.

### **III.7. Suivi de l'indice de peroxyde au cours du vieillissement accéléré :**

Une raison importante de l'instabilité des mayonnaises pourrait être l'oxydation des lipides en développant des matières toxiques, des goûts et des odeurs désagréables, ce qui réduit la durée de conservation, la sécurité et l'acceptabilité par les consommateurs des mayonnaises commerciales (Gorgi et al., 2016).

Les valeurs de l'indice de peroxyde sont utilisées pour la détermination des teneurs en produits initiaux (peroxyde et hydro peroxyde) de l'oxydation des lipides. Ces produits initiaux sont le signe de l'oxydation primaire et du rancissement (Asnaashari et al., 2015).

Le suivi de la stabilité oxydative de la phase lipidique extraite des échantillons de mayonnaise pendant le stockage a été déterminée et est présentée dans la figure 27.



**Figure 16:** Suivi de l'indice de peroxyde des échantillons de mayonnaise au cours du vieillissement accéléré.

Les valeurs de l'indice de peroxyde des deux échantillons de mayonnaise ont augmenté au cours de la progression du stockage et ont atteint les valeurs les plus élevées après 3 semaines de stockage.

L'indice de peroxyde de la mayonnaise témoin est passée de 0,5 Meq O<sub>2</sub>/Kg à 2,6 Meq O<sub>2</sub>/Kg après 3 semaines de stockage, alors que la mayonnaise préparée avec l'extrait d'algue est passée de 0,5 Meq O<sub>2</sub>/Kg à 1,7 Meq O<sub>2</sub>/Kg après 21 jours de stockage

La mayonnaise additionnée d'extrait d'algue a été plus stable au vieillissement accéléré que la mayonnaise additionnée de l'antioxydant synthétique EDTA. La stabilité oxydative inférieure de l'échantillon témoin se traduit par les valeurs des hydro peroxydes les plus élevées après 3 semaines de stockage qui sont les premiers produits de l'oxydation. Nos résultats montrent que les substances antioxydantes présentes dans l'extrait algal ont dévoilé un effet protecteur vis-à-vis de la mayonnaise témoin pendant le stockage.

Ceci démontre que l'enrichissement de la mayonnaise par les composés bioactifs de l'extrait d'algue de « *Padina pavonica* » semble améliorer la stabilité oxydative de la mayonnaise en inhibant l'oxydation des lipides. Un type d'effet similaire a été observé par Honold et *al.*, (2015) qui ont évalué l'activité antioxydante de l'algue brune *Fucus vesiculosus* dans une mayonnaise enrichie en huile de poisson. De même, Cerezal Mezquita et *al.*, (2019), ont confirmés l'effet des composés bioactifs des algues marines sur la stabilité oxydative des aliments, où ils ont ajouté dans une mayonnaise maison une oléorésine de lutéine obtenu à partir

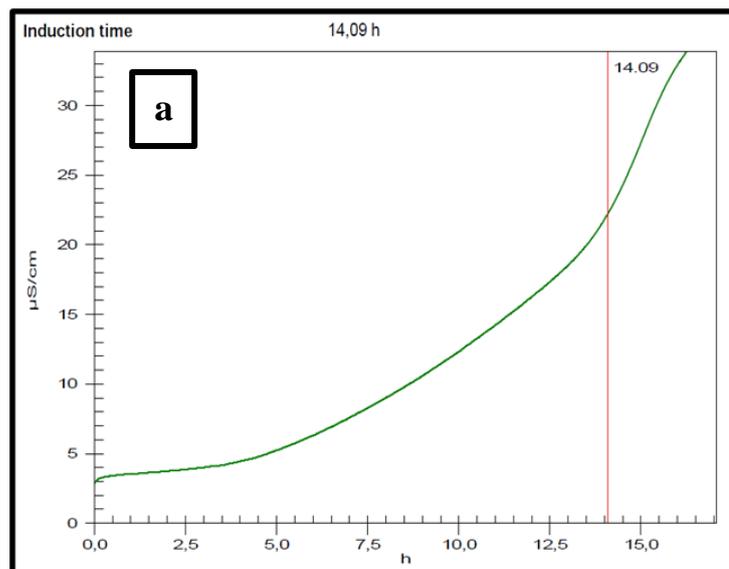
de la biomasse de la microalgue *Muriellopsis sp*, leurs résultats ont indiqué sa capacité antioxydante élevée par rapport au control tout au long de la période de stockage, et son pouvoir de représenter un substitut potentiel aux antioxydants synthétiques.

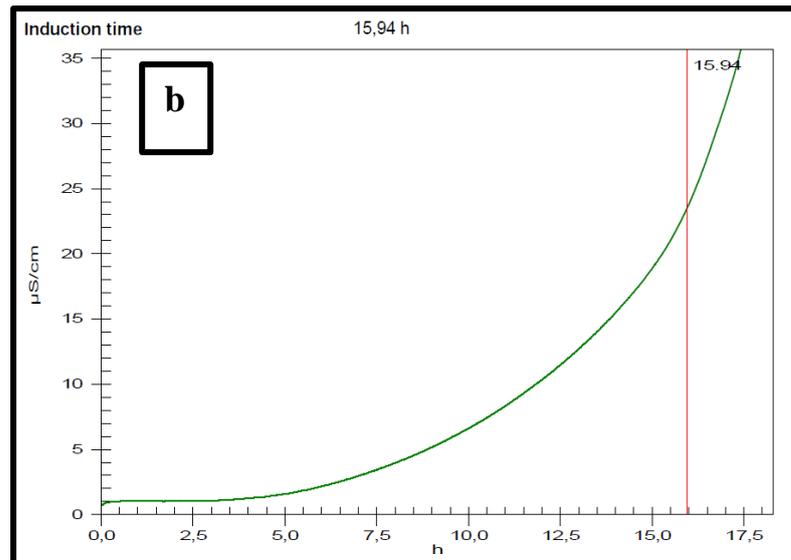
### **III.8. La stabilité oxydative initiée par le test Rancimat :**

Afin d'évaluer la stabilité oxydative ainsi que la qualité de la mayonnaise, nous avons utilisé la mesure du Rancimat. Le Rancimat détermine la période d'induction en mesurant l'augmentation des sous-produits acides volatils libérés à 100°C à partir de l'huile en cours d'oxydation (El Kalyoubi et al., 2021).

Dans le présent travail, le test de Rancimat a été utilisé pour évaluer l'activité antioxydante d'un extrait d'algue brune additionnée à une mayonnaise avec une concentration de 100 ppm, et une mayonnaise témoin en utilisant l'EDTA comme antioxydant.

Le temps d'induction dans l'analyse rancimat indique la stabilité de la mayonnaise à 98°C et les résultats obtenus sont représentés dans la figure 28.





**Figure 17:** Evolution de la conductivité en fonction de temps des échantillons de mayonnaise.

**a)** - Mayonnaise témoin ; **b)** - Mayonnaise + Ext d'algue.

Le graphe se présente sous forme d'une fonction parabolique. Cette allure est expliquée d'après Arain et *al.*, (2009) par le fait que les produits de dégradation volatiles sont piégés dans l'eau distillée induisant ainsi l'augmentation de la conductivité. La période d'induction est déterminée à partir du point d'inflexion de la courbe de conductivité.

Comme le montre la figure 28, la mayonnaise standard était stable jusqu'à 14.09 h tandis que la mayonnaise contenant l'extrait d'algue brune « *Padina pavonica* » était stable pendant plus longtemps jusqu'à 15.94 h.

Les résultats affirment que la mayonnaise enrichie avec l'extrait algal présente une meilleure stabilité oxydative par rapport au témoin avec une valeur maximale du temps d'induction, ceci peut être attribuée à l'efficacité de l'antioxydant naturel ajouté provenant de l'extrait d'algue, ainsi sa capacité de résister à l'oxydation et la peroxydation des lipides.

Dans les émulsions huile-dans-eau, on pense que les antioxydants non polaires sont plus efficaces car ils sont présents en plus grande concentration dans la phase huileuse (Raikos et *al.*, 2016).

#### **IV. Analyses microbiologiques :**

Après la stabilité oxydative, la sécurité et la qualité microbiologique de la mayonnaise est un critère important pour le consommateur.

Afin d'évaluer l'application potentielle de la mayonnaise enrichie avec l'extrait d'algue, l'échantillon a été soumis à une analyse microbiologique après 2 semaines de stockage, la numération microbienne totale est présentée dans le tableau III.

**Tableau III :** résultats de l'analyse microbiologique de la mayonnaise enrichi avec l'extrait d'algue.

<b>Microorganismes UFC/g</b>	<b>Mayonnaise+ Ext d'algue</b>	<b>Norme UFC/g</b>	<b>Interprétation</b>
<b>Coliforme totaux</b>	ABS	10 <sup>2</sup>	Qualité satisfaisante
<b>Levures et moisissures</b>	ABS	10 <sup>3</sup>	
<i>Staphylococcus aureus</i>	ABS	10 <sup>3</sup>	
<i>Salmonella /25g</i>	ABS	ABS dans 25g	

**ABS : absence ; UFC/g : unité formant colonie/ gramme**

Les résultats de l'analyse microbiologique révèlent que la mayonnaise fabriquée à partir d'extrait d'algue brune est exempte de microorganismes après la deuxième semaine de stockage, ce qui indique que l'incorporation de l'extrait d'algue a été efficace pour prévenir la croissance des microorganismes.

Divers chercheurs ont affirmé le pouvoir antimicrobien de l'algue brune *Padina pavonica*, dont Salvador Soler et al., (2007) ; Kumar et al., (2008) ; Ismail et al., (2016).

Ces résultats suggèrent également que l'extrait d'algue peut être utilisé comme agent de conservation naturel pour améliorer la qualité microbiologique de la mayonnaise.

# *Conclusion*

Notre étude a pour objectif, d'exploiter et d'évaluer le potentiel anti-oxydant d'un extrait d'algue brune *Padina pavonica* dans une matrice alimentaire qui est la mayonnaise, afin de le substituer aux antioxydants synthétiques bien souvent toxiques.

Une extraction par soxhlet a été effectuée à partir de l'algue *P. pavonica*, afin d'obtenir son extrait lipidique. L'activité antioxydante déterminée par le test de DPPH a révélé un EC<sub>50</sub> de 2,87mg/mL, démontrant que les composés extraits sont d'excellents antioxydants naturels et inhibent d'une manière très efficace l'oxydation.

L'essai de formulation d'une mayonnaise enrichie en extrait lipidique a été réalisé en vue de substituer l'EDTA qui est l'antioxydant synthétique utilisé.

L'incorporation de l'extrait de *Padina pavonica* a exhibé une meilleure stabilité oxydative par rapport au témoin. En outre l'extrait a permis d'allonger le temps de peroxydation et donc a exhibé un effet protecteur supérieur, cela prouve son efficacité contre l'oxydation, permettant ainsi une bonne stabilité à l'oxydation de la mayonnaise.

Les résultats des analyses microbiologiques obtenus ont révélé l'absence de tout germe pathogène ou d'altération. Il serait donc nécessaire de poursuivre cette étude d'une part pour confirmer ces résultats et les compléter par un suivi plus complet couvrant toute la période de conservation.

La substitution de l'additif chimique (EDTA) par l'extrait de *Padina pavonica* est une approche innovante et concluante, qui encourage une valorisation des sources naturelles dans l'objectif d'élaborer de nouveaux aliments fonctionnels appelés encore « alicaments » dotés de propriétés nutritionnelles et bénéfiques pour la santé.

En perspectives afin de finaliser cette étude il est souhaitable :

- D'effectuer des formulations d'autres mayonnaises à différentes concentrations d'extrait d'algue.
- D'effectuer une étude approfondie et mieux caractériser l'extrait lipidique de *Padina pavonica* afin de pouvoir identifier les substances antioxydantes.
- De réaliser une analyse sensorielle de la mayonnaise élaborée enrichie en extrait d'algue.
- D'effectuer des tests in vivo pour évaluer une éventuelle toxicité ou confirmer leur non toxicité.

- De réaliser des essais d'incorporation dans d'autres types de formulations alimentaires en substitution à des antioxydants artificiels comme le BHT et le BHA.
- D'exécuter une étude de marché.

*Références*  
*Bibliographique*

A

- ✚ **Acosta-Estrada, B. A., Gutiérrez-Uribe, J. A., & Serna-Saldívar, S. O. (2014).** Bound phenolics in foods, a review. *Food Chemistry*, 152, 46–55.
- ✚ **Adrien, A. (2016).** Production pilote de polysaccharides sulfatés issus de macroalgues marine à visées anti-coagulante et cosmétique anti-âge. Thèse de Doctorat, Université de La Rochelle. Sciences agricoles, France, 215p.
- ✚ **AFNOR. (1982).** Recueil de norme française des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. Paris, France : AFNOR
- ✚ **Alem, M. (2015).** Les compléments alimentaires à base d'algues. Thèse de Doctorat, UNIVERSITÉ MOHAMMED V-RABAT. FACULTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE –RABAT. 85p.
- ✚ **Alizadeh, L., Abdolmaleki, K., Nayebzadeh, K., & Shahin, R. (2019).** Effects of tocopherol, rosemary essential oil and *Ferulago angulata* extract on oxidative stability of mayonnaise during its shelf life: A comparative study. *Food Chemistry*, 285, 46–52.
- ✚ **Al-Saif, S. S. A. Ilah, Abdel-Raouf, N., El-Wazanani, H. A., & Aref, I. A. (2014).** Antibacterial substances from marine algae isolated from Jeddah coast of Red sea, Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21(1), 57–64.
- ✚ **Amrouche, (2019).** Processus de fabrication de la mayonnaise. Site web : <https://genie-alimentaire.com/spip.php?article287> (Consulté le 26/06/2022)
- ✚ **AOCS (Official Methods and Recommended Practices of the AOCS). (2017).** *Acid value (Te 2a-64)* (7th ed.).
- ✚ **Arain S., Sherazi S.T.H., Bhangar M.I., Talpur F.N. et Mahesar S.A. (2009).** Oxidative stability assessment of Bauhinia purpurea seed oil in comparison to two conventional vegetable oils by differential scanning calorimetry and Rancimat methods. *Thermochimica Acta*. 484 : 1-3.
- ✚ **Asnaashari, M. , Tajik, R. , & Khodaparast, M. H. H. (2015).** Antioxidant activity of rasp- berry (*Rubus fruticosus*) leaves extract and its effect on oxidative stability of sunflower oil. *Journal of food science and technology*, 52 , 5180–5187 .

- ✚ Aznury, M., Zikri, A., Ningsih, A. S., Chodijah, S., Ghoni, M. A. A., Zhafira, R. Y., & Rachmadona, N. (2022). Utilization of Palm Kernel Oil (PKO) as Vegetable Oil in Making Mayonnaise with the Addition of Virgin Coconut Oil (VCO) and Palm Cooking Oil (PCO). In *5th FIRST T1 T2 2021 International Conference (FIRST-T1-T2 2021)* (pp. 143-147). Atlantis Press.

## B

- ✚ Bakir, S., Catalkaya, G., Ceylan, F. D., Khan, H., Guldiken, B., Capanoglu, E., & Kamal, M. A. (2020). Role of dietary antioxidants in neurodegenerative diseases: Where are we standing?. *Current Pharmaceutical Design*, 26(7), 714-729.
- ✚ Balboa, E. M., Conde, E., Moure, A., Falqué, E., & Domínguez, H. (2013). In vitro antioxidant properties of crude extracts and compounds from brown algae. *Food Chemistry*, 138(2-3), 1764–1785.
- ✚ Barbosa-Cã;Novas, G., V., Jr., A. F. J., Schmidt, S. J., & Labuza, T. P. (2020). *Water Activity in Foods : Fundamentals and Applications (Institute of Food Technologists Series)* (2<sup>e</sup> éd.). Wiley-Blackwell.
- ✚ Barrington, K., Chopin, T., & Robinson, S. (2009). Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine temperate waters. *Integrated mariculture: a global review. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 529, 7-46.
- ✚ Bartley, G. E. et Scolnik, P. A. (1995). Plant Carotenoids: Pigments for Photoprotection, Visual Attraction, and Human Health. *The Plant Cell*, 7(7), 1027-1038.
- ✚ Beaulieu, L. (2019). Insights into the Regulation of Algal Proteins and Bioactive Peptides Using Proteomic and Transcriptomic Approaches. *Molecules*, 24(9), 1708.
- ✚ Berset, C. (2006). Pigments phénoliques : structures, stabilité, marché des colorants naturels et effets sur la santé. *Les polyphénols en agroalimentaire. Paris: Lavoisier*.
- ✚ Brand-Williams W, Cuvelier M-E, Berset C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT- Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- ✚ Bungau, S., Abdel-Daim, M. M., Tit, D. M., Ghanem, E., Sato, S., Maruyama-Inoue, M., ... & Kadonosono, K. (2019). Health benefits of polyphenols and carotenoids in age-related eye diseases. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2019.

- ✚ **Burel, T. (2020).** Effet de l'hydrodynamisme sur la structure des communautés macroalgales et sur les interactions macroflore / macrofaune en zone intertidale. Thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale. Brest. 191p.

**C**

- ✚ **Camero, M. I., Cabeza, M. C., Ordóñez, J. A., & de la Hoz, L. (2011).** Effect of E-Beam Treatment on the Safety and Shelf Life of Mayonnaise Potato Salad. *Foodborne Pathogens and Disease*, 8(2), 221-229.
- ✚ **Cerezal Mezquita, P., Morales, J., Palma, J., Ruiz, M. D. C., & Jáuregui, M. (2019).** Stability of Lutein Obtained from *Muriellopsis sp* biomass and used as a natural colorant and antioxidant in a mayonnaise-like dressing sauce. *CyTA - Journal of Food*, 17(1), 517-526.
- ✚ **Chen, L. , Xin, X. , Yuan, Q. , Su, D. , & Liu, W. (2014).** Phytochemical properties and antioxidant capacities of various colored berries. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 , 180–188 .
- ✚ **Cho S.H. , Kang S.E. , Cho J. , Kim A. , Park S. , Hong Y. and Ahn D. (2007) .** The Antioxidant Properties of Brown Seaweed ( *Sargassum siliquastrum* ) extracts . *Journal of Medicinal Food* , 10 ( 3 ) : 479-485 .
- ✚ **Chouikhi, A. (2013).** Les applications potentielles des macroalgues marines et les activités pharmacologiques de leurs métabolites: Revue. In *USTHB-FBS-4th International Congress of the Populations & Animal Communities—Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems"" CIPCA4" TAGHIT (Bechar)—Algeria*.
- ✚ **Corsetto, P. A., Montorfano, G., Zava, S., Colombo, I., Ingadottir, B., Jonsdottir, R., Sveinsdottir, K., & Rizzo, A. M. (2020).** Characterization of Antioxidant Potential of Seaweed Extracts for Enrichment of Convenience Food. *Antioxidants*, 9(3), 249.
- ✚ **Cotas, J., Leandro, A., Monteiro, P., Pacheco, D., Figueirinha, A., Gonçalves, A. M. M., da Silva, G. J., & Pereira, L. (2020).** Seaweed Phenolics : From Extraction to Applications. *Marine Drugs*, 18(8), 384.
- ✚ **Cuvelier, M. E., & Maillard, M. N. (2012).** Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*, 19(2), 125-132.

**D**

- ✚ **Danguy, A., Camby, I., & Kiss, R. (2002).** Galectins and cancer. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1572(2-3), 285-293.
- ✚ **Depree, J., & Savage, G. (2001).** Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends in Food Science & ; Technology*, 12(5-6), 157-163.
- ✚ **DE REVIERS, B. (2003).** Biologie et phylogénie des algues, Edition Belin n° 003512-01. France. 253p.
- ✚ **Djebri, N., Boukhalfa, N., Boutahala, M. (2018).** Les alginates et leurs applications en ingénierie : application à la construction d'un biomatériau. *Algerian journal of arid environment*. 08, 65-71.
- ✚ **Dobrinčić, A., Balbino, S., Zorić, Z., Pedisić, S., Bursać Kovačević, D., Elez Garofulić, I., & Dragović-Uzelac, V. (2020).** Advanced Technologies for the Extraction of Marine Brown Algal Polysaccharides. *Marine Drugs*, 18(3), 168.

### *E*

- ✚ **El-Bostany, A., Ahmed, N., Gaafar, M., Salem, A.A. (2011).** Development of light mayonnaise formula using carbohydrate-based fat replacement. *Aust. J. Basic Appl. Sci.* 5, 673–682.
- ✚ **El kalmouni, C. (2010).** Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse. 227p.
- ✚ **El Kalyoubi, M., Khalaf, M., Shehata, A. A., Abozeid, W., & Mansour, M. (2021).** Physico-Chemical Properties, Fractionation and Antioxidant Activity of Some Essential Oils Utilized in Mayonnaise Preparation and Storage. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 0(0), 0.

### *F*

- ✚ **Fajarningsih, N. D., Intaqta, N., Praseptiangga, D., & Anam, C. (2019).** Extraction and Partial Characterization of Lectin from Indonesian Brown Algae *Padina australis* and *Padina minor*. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 14(3), 103-111.
- ✚ **Faller, H. (2011).** Les applications et la toxicité des algues marines. Thèse de Doctorat, Université de LIMOGES, Faculté de pharmacie. France. 128p.
- ✚ **Fanni, J., Linder, M., & Parmentier, M. (2004).** Lipides polaires marins. Oléagineux, Corps gras, Lipides, 11(2), 142-145.

- ✚ **Fine, F., Vian, M. A., Tixier, A. S. F., Carre, P., Pages, X., & Chemat, F. (2013).** Les agro-solvants pour l'extraction des huiles végétales issues de graines oléagineuses. *OCL*, 20(5), A502.
- ✚ **Fitriyaningtyas, S. I., & Widyaningsih, T. D. (2015).** PENGARUH PENGGUNAAN LESITIN DAN CMC TERHADAP SIFAT FISIK, KIMIA, DAN ORGANOLEPTIK MARGARIN SARI APEL MANALAGI (*Malus sylfertris* Mill) TERSUPLEMENTASI MINYAK KACANG TANAH [IN PRESS JANUARI 2015]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(1), 226-236.
- ✚ **Frankel, E. N., Satué-Gracia, T., Meyer, A. S., & German, J. B. (2002).** Oxidative stability of fish and algae oils containing long-chain polyunsaturated fatty acids in bulk and in oil-in-water emulsions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(7), 2094-2099.

## G

- ✚ **Gager, L. (2019).** Composés phénoliques d'algues brunes bretonnes : de la ressource algale à leur extraction éco-responsable et caractérisation chimique jusqu'à leur formulation en cosmétique. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne occidentale-Brest. 325p.
- ✚ **Garon-Lardiere, S. (2004).** Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales). Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale-Brest. 225p.
- ✚ **Gea** :<https://www.gea.com/fr/food/liquid-food/mayonnaise.jsp> (Consulté le 26/06/2022)
- ✚ **Generalić Mekinić, I., Skroza, D., Šimat, V., Hamed, I., Čagalj, M., & Popović Perković, Z. (2019).** Phenolic Content of Brown Algae (Pheophyceae) Species : Extraction, Identification, and Quantification. *Biomolecules*, 9(6), 244.
- ✚ **Ghorbani Gorji, S., Calingacion, M., Smyth, H. E., & Fitzgerald, M. (2019).** Effect of natural antioxidants on lipid oxidation in mayonnaise compared with BHA, the industry standard. *Metabolomics*, 15(8).
- ✚ **Gorji, S. G., Smyth, H. E., Sharma, M., & Fitzgerald, M. (2016).** Lipid oxidation in mayonnaise and the role of natural antioxidants: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 56, 88-102.

- ✚ **Goujon, I. (2004).** Les alginates, excipients d'origine marine utilisés dans l'industrie pharmaceutique : applications à la synthèse d'un gel chimique. Thèse de Doctorat, UHP-Université Henri Poincaré. Nancy 1. 139p.
- ✚ **Guiry, M.D., Guiry, G.M., (2018).** Algae Base, World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Site web :<http://www.algaebase.org> ; searched on 20 March 2018. (Consulté le 22/07/2022)
- ✚ **Gupta, S., & Abu-Ghannam, N. (2011a).** Bioactive potential and possible health effects of edible brown seaweeds. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6), 315–326.
- ✚ **Gupta, S., & Abu-Ghannam, N. (2011b).** Recent developments in the application of seaweeds or seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12(4), 600-609.

### *H*

- ✚ **Holdt, S. L., & Kraan, S. (2011).** Bioactive compounds in seaweed : functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 543-597.
- ✚ **Honold, P. J., Jacobsen, C., Jónsdóttir, R., Kristinsson, H. G., & Hermund, D. B. (2015).** Potential seaweed-based food ingredients to inhibit lipid oxidation in fish-oil-enriched mayonnaise. *European Food Research and Technology*, 242(4), 571-584.
- ✚ **Huang, Y., Jiang, H., Mao, X., & Ci, F. (2021).** Laminarin and Laminarin Oligosaccharides Originating from Brown Algae: Preparation, Biological Activities, and Potential Applications. *Journal of Ocean University of China*, 20(3), 641–653.

### *I*

- ✚ **Ismail, A., Ktari, L., Ahmed, M., Bolhuis, H., Boudabbous, A., Stal, L. J., Cretoiu, M. S., & el Bour, M. (2016).** Antimicrobial Activities of Bacteria Associated with the Brown Alga *Padina pavonica*. *Frontiers in Microbiology*, 7.
- ✚ **ISO 3727 , (1977).** Détermination de la teneur en eau, en matière sèche non grasse et en matière grasse\_\_ Partie 1 : Détermination de la teneur en eau.

### *J*

- ✚ **Jimenez-Lopez, C., Pereira, A., Lourenço-Lopes, C., Garcia-Oliveira, P., Cassani, L., Fraga-Corral, M., Prieto, M., & Simal-Gandara, J. (2021).** Main bioactive phenolic compounds in marine algae and their mechanisms of action supporting potential health benefits. *Food Chemistry*, 341, 128262.
- ✚ **Jung, H. A., Ali, M. Y., Choi, R. J., Jeong, H. O., Chung, H. Y., & Choi, J. S. (2016).** Kinetics and molecular docking studies of fucosterol and fucoxanthin, BACE1 inhibitors from brown algae *Undaria pinnatifida* and *Ecklonia stolonifera*. *Food and Chemical Toxicology*, 89, 104-111.
- ✚ **Junopia, A. C., Natsir, H., & Dali, S. (2020).** Effectiveness of Brown Algae (*Padina australis*) Extract as Antioxidant Agent. *Journal of Physics : Conference Series*, 1463(1), 012012.

**K**

- ✚ **Kadi, M., Sebaihi, L. (2021).** Caractérisation d'un extrait lipidique d'une algue brune en vue d'un enrichissement d'une huile de table. Mémoire de master, Université Abderrahmane Mira. Faculté des sciences de la nature et de la vie, Bejaia, 40p.
- ✚ **Karra-chaabouni, M., Zouari, N., Frikha, O., Sayari, A., & Gargouri, Y. (2002).** Synthèse d'arômes et désacidification d'une huile acide en milieu sans solvant. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 9(4), 260-263.
- ✚ **Keerthirathne, T. P., Ross, K., Fallowfield, H., & Whiley, H. (2019).** The combined effect of pH and temperature on the survival of *Salmonella enterica* serovar typhimurium and implications for the preparation of raw egg mayonnaise. *Pathogens*, 8(4), 218.
- ✚ **Khalid, M. U., Shabbir, M. A., Mustafa, S., Hina, S., Quddoos, M. Y., Mahmood, S., Maryam, Y., Faisal, F., & Rafique, A. (2021).** Effect of Apple peel as an antioxidant on the quality characteristics and oxidative stability of mayonnaise. *Applied Food Research*, 1(2), 100023.
- ✚ **Komes, D., Belščak-Cvitanović, A., Horžić, D., Rusak, G., Likić, S., & Berendika, M. (2011).** Phenolic composition and antioxidant properties of some traditionally used medicinal plants affected by the extraction time and hydrolysis. *Phytochemical Analysis*, 22(2), 172– 180.
- ✚ **Kone, S. (2001).** Fabrication artisanale de la mayonnaise. Site web : <https://www.yumpu.com/fr/document/read/33707454/fabrication-artisanale-de-la-mayonnaise-gate-international> (Consulté le 26/06/2022)

- ✚ **Kumar, C. S., Sarada, D. V. L., & Rengasamy, R. (2008).** Seaweed extracts control the leaf spot disease of the medicina plant *Gymnema sylvestre*. *Indian J. Sci. Technol*, 1(3), 93-4.
- ✚ **Kwon, H., Ko, J. H., & Shin, H. S. (2015).** Evaluation of antioxidant activity and oxidative stability of spice-added mayonnaise. *Food science and biotechnology*, 24(4), 1285-1292.
- ✚ **Kwon, P. S., Oh, H., Kwon, S. J., Jin, W., Zhang, F., Fraser, K., ... & Dordick, J. S. (2020).** Sulfated polysaccharides effectively inhibit SARS-CoV-2 in vitro. *Cell discovery*, 6(1), 1-4.

*L*

- ✚ **Lafarga, T., Acién-Fernández, F. G., & Garcia-Vaquero, M. (2020).** Bioactive peptides and carbohydrates from seaweed for food applications : Natural occurrence, isolation, purification, and identification. *Algal Research*, 48, 101909.
- ✚ **Lakhdar, F. (2018).** Contribution à l'étude des potentialités antiproliférative et antibactérienne des algues brunes et rouges de la côte d'El Jadida pour une valorisation médicale et environnementale. Thèse de Doctorat, Université de Nantes, spécialité biologie des organismes – biotechnologie animales, végétales et microbienne. France. 207p.
- ✚ **Laroche, M., Castelain, C., & Genot, C. (1990).** Du poisson froid... a la mayonnaise : la texture de nos aliments. *Flash Information PRIN*, (27), 26.
- ✚ **Leclerc, V., Floc'h, J. (2010).** Les secrets des algues [en ligne]. *Iere editions Quae*. France : ISBN : 978-2-7592-0347-5. 169.
- ✚ **Li, C. Y., Kim, H. W., Li, H., Lee, D. C., & Rhee, H. I. (2014).** Antioxidative effect of purple corn extracts during storage of mayonnaise. *Food Chemistry*, 152, 592-596.
- ✚ **Li, Y.-X., Wijesekara, I., Li, Y., & Kim, S.-K. (2011).** Phlorotannins as bioactive agents from brown algae. *Process Biochemistry*, 46(12), 2219–2224.
- ✚ **Liu H, Xu XM, Guo SD. (2007).** Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT-Food Sci Technol* ;40:946–954.
- ✚ **Liu, M., Hansen, P. E., & Lin, X. (2011).** Bromophenols in marine algae and their bioactivities. *Marine Drugs*, 9(7), 1273–1292.
- ✚ **Lkrik, A., Souidi, K., & Martin, P. (2015).** Effet des polyphénols extraits à partir des tourteaux et feuilles de l'olivier (*Olea europaea* L) sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive.

- ✚ **Long, R. D., & Abdelkader, E. (2011).** Mixed-polarity azeotropic solvents for efficient extraction of lipids from *Nannochloropsis* microalgae. *Am J Biochem Biotechnol*, 7(2), 70-73.

## M

- ✚ **Mabeau, S., Vallat, O., & Brault, D. (1990).** Le charme discret des macro-algues? De l'orient à l'occident: les principaux marchés. *Biofutur (Puteaux)*, 88, 24-29.
- ✚ **Mahfouz, C., & Bassal, A. (2007).** Influence de l'altitude et de la date de récolte sur la qualité de l'huile d'olive au Liban sud. *Annales de recherche scientifique*, (7), 97-103.
- ✚ **Mancini, F., Montanari, L., Peressini, D., & Fantozzi, P. (2002).** Influence of Alginate Concentration and Molecular Weight on Functional Properties of Mayonnaise. *LWT - Food Science and Technology*, 35(6), 517-525.
- ✚ **Mansouri, A. (2021).** Etude de la flore algale benthique : distribution spécifique et spatiale, et leurs intérêts dans la biosurveillance des zones humides côtières oranaises. Thèse de Doctorat, Université de Djillali liabes de Sidi Bel Abbes. 127p.
- ✚ **Marfaing, H., & Lerat, Y. (2004).** Les algues dans notre alimentation: Intérêt nutritionnel et utilisations. *Revue de nutrition pratique. Dietecom Bretagne. CEVA*, 1-9.
- ✚ **Marjoni, M. R., & Zulfisa, A. (2017).** Antioxidant activity of methanol extract/fractions of senggani leaves (*Melastoma candidum* D. Don). *Pharmaceutica Analytica Acta*, 8(8), 1-6.
- ✚ **Martínez-Tomé, M., Jiménez, A. M., Ruggieri, S., Frega, N., Strabbioli, R., & Murcia, M. A. (2001).** Antioxidant properties of Mediterranean spices compared with common food additives. *Journal of Food Protection®*, 64(9), 1412-1419.
- ✚ **Mata, T. M., Martins, A. A., & Caetano, N. S. (2010).** Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(1), 217-232.
- ✚ **Mathlouthi, M. (2001).** Water content, water activity, water structure and the stability of foodstuffs. *Food Control*, 12(7), 409-417.
- ✚ **Mazéas, L., Yonamine, R., Barbeyron, T., Henrissat, B., Drula, E., Terrapon, N., Nagasato, N., & Hervé, C. (2022).** Assembly and synthesis of the extracellular matrix in brown algae. *Seminars in Cell a& Developmental Biology*.

- ✚ **Meinita, M. D. N., Harwanto, D., Tirtawijaya, G., Negara, B. F. S. P., Sohn, J. H., Kim, J. S., & Choi, J. S. (2021).** Fucosterol of Marine Macroalgae : Bioactivity, Safety and Toxicity on Organism. *Marine Drugs*, 19(10), 545.
- ✚ **Merkx, D.W.H.; Swager, A.; van Velzen, E.J.J.; van Duynhoven, J.P.M.; Hennebelle, M. (2021).** Quantitative and Predictive Modelling of Lipid Oxidation in Mayonnaise. *Antioxidants*, 10, 287.
- ✚ **Metri Ojeda J, Ramírez Rodrigues M, Baigts Allende D., (2022).** Study of the perception and the acceptability of mayonnaise ingredients among Mexican consumers and its global preference. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 26(Supl.1):e1620.
- ✚ **Mikami, K., & Hosokawa, M. (2013).** Biosynthetic pathway and health benefits of fucoxanthin, an algae-specific xanthophyll in brown seaweeds. *International journal of molecular sciences*, 14(7), 13763-13781.
- ✚ **Mori, T., O'Keefe, B. R., Sowder, R. C., Bringans, S., Gardella, R., Berg, S., ... & Boyd, M. R. (2005).** Isolation and characterization of griffithsin, a novel HIV-inactivating protein, from the red alga *Griffithsia* sp. *Journal of Biological Chemistry*, 280(10), 9345-9353.
- ✚ **Morna, A. (2019).** The influence of different factors on the quality of mayonnaise. *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula: Ecotoxicologie, Zootehnie si Tehnologii de Industrie Alimentara*, Vol (18), Pp 75-83
- ✚ **Mouritsen, O. G., Bagatolli, L. A., Duelund, L., Garvik, O., Ipsen, J. H., & Simonsen, A. C. (2017).** Effects of seaweed sterols fucosterol and desmosterol on lipid membranes. *Chemistry and Physics of Lipids*, 205, 1-10.

### *N*

- ✚ **Nghiem-Xuan, R. (2019).** Optimisation de la culture d'*Haslea ostrearia* en photobioréacteur. Thèse de Doctorat, Université de Nantes. France. 252p.

### *O*

- ✚ **O'Connor, J., Garcia-Vaquero, M., Meaney, S., & Tiwari, B. K. (2022).** Bioactive Peptides from Algae: Traditional and Novel Generation Strategies, Structure-Function Relationships, and Bioinformatics as Predictive Tools for Bioactivity. *Marine Drugs*, 20(5), 317.

- ✚ **Oh, J., Choi, J., & Nam, T. J. (2018).** Fucosterol from an Edible Brown Alga *Ecklonia stolonifera* Prevents Soluble Amyloid Beta-Induced Cognitive Dysfunction in Aging Rats. *Marine Drugs*, 16(10), 368.
- ✚ **Okuyama, S., Nakamura-Tsuruta, S., Tateno, H., Hirabayashi, J., Matsubara, K., & Hori, K. (2009).** Strict binding specificity of small-sized lectins from the red alga *Hypnea japonica* for core ( $\alpha$ 1-6) fucosylated N-glycans. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 73(4), 912-920.
- ✚ **Oliveira, C., Neves, N. M., Reis, R. L., Martins, A., & Silva, T. H. (2020).** A review on fucoidan antitumor strategies : From a biological active agent to a structural component of fucoidan-based systems. *Carbohydrate Polymers*, 239, 116131.
- ✚ **Ollier, A. (2017).** Utilisation des algues dans les compléments alimentaires : usages et justifications scientifiques. Thèse de Doctorat, Université Grenoble Alpes. Faculté de pharmacie, Grenoble, 169p.
- ✚ **Oucif, H. (2018).** Valorisation des algues de la côte ouest algérienne : potentiel antioxydant et hormonal. Thèse de Doctorat, Université Oran 1 Ahmed Ben Bella. Faculté des sciences de la nature et de la vie, Oran, 190p.

*P*

- ✚ **Peñalver, R., Lorenzo, J. M., Ros, G., Amarowicz, R., Pateiro, M., & Nieto, G. (2020).** Seaweeds as a Functional Ingredient for a Healthy Diet. *Marine Drugs*, 18(6), 301.
- ✚ **Person, j. (2010).** Livre turquoise : Algues, filière de la future. *Adebiotech-Romainville*, 163p.
- ✚ **Phan, T. H. (2014).** Utilisation des caroténoïdes naturels de *Momordica cochinchinensis* (gac) comme composés santé : extraction et bioactivité en fonction de l'origine et du procédé. Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne Agrosup Dijon. France. 163p.
- ✚ **Pierce, J. P., Natarajan, L., Sun, S., Al-Delaimy, W., Flatt, S. W., Kealey, S., ... & Women's Healthy Eating and Living Study Group. (2006).** Increases in plasma carotenoid concentrations in response to a major dietary change in the women's healthy eating and living study. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 15(10), 1886-1892.

- ✚ **Popovici, C., Saykova, I., & Tylkowski, B. (2009).** Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de génie industriel*, 4(8).
- ✚ **Praseptianga, D. (2017).** Development of seaweed-based biopolymers for edible films and lectins. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 193, No. 1, p. 012003). IOP Publishing.

## **R**

- ✚ **Rahal, N. B. (2012).** Extraction, identification et caractérisation des molécules bioactives de la graine et de l'huile de *Silybum marianum*. Étude de leurs activités antioxydante et antitumorale. Thèse de Doctorat, Université de Lorraine. France. 194p.
- ✚ **Raikos, V., McDonagh, A., Ranawana, V., & Duthie, G. (2016).** Processed beetroot (Beta vulgaris L.) as a natural antioxidant in mayonnaise : Effects on physical stability, texture and sensory attributes. *Food Science and Human Wellness*, 5(4), 191-198.
- ✚ **Ruiz, G. (2005).** Extraction, détermination structurale et valorisation chimique de phycocolloïdes d'algues rouges. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, France. 229p.

## **S**

- ✚ **Salvador soler, N., Garreta, A. G., Lavelli, L., & Ribera, M. A. (2007).** Antimicrobial activity of Iberian macroalgae. *Scientia Marina*, 71(1), 101-114.
- ✚ **Shaygannia, S., Eshaghi, M. R., Fazel, M., & Hashemiravan, M. (2021).** The Effect of Microencapsulation of Phenolic Compounds from Lemon Waste by Persian and Basil Seed Gums on the Chemical and Microbiological Properties of Mayonnaise. *Preventive Nutrition and Food Science*, 26(1), 82-91.
- ✚ **Shibata, T., Ishimaru, K., Kawaguchi, S., Yoshikawa, H., & Hama, Y. (2007).** Antioxidant activities of phlorotannins isolated from Japanese Laminariaceae. In *Nineteenth International Seaweed Symposium* (pp. 255-261). Springer, Dordrecht.
- ✚ **Shimizu, H., Kiyohara, Y., Kato, I., Kitazono, T., Tanizaki, Y., Kubo, M., ... & Iida, M. (2004).** Relationship between plasma glutathione levels and cardiovascular disease in a defined population: the Hisayama study. *Stroke*, 35(9), 2072-2077.
- ✚ **Sichert, A., Le Gall, S., Klau, L. J., Laillet, B., Rogniaux, H., Aachmann, F. L., & Hehemann, J. H. (2021).** Ion-exchange purification and structural characterization of five sulfated fucoidans from brown algae. *Glycobiology*, 31(4), 352-357.

- ✚ **Singh, R. P., & Heldman, D. R. (2001).** *Introduction to food engineering*. Gulf Professional Publishing.
- ✚ **Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., & Duran, E. (2006).** Commercial applications of microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*.
- ✚ **Sreenivasan, S., Ibrahim, D., & MOHD KASSIM, M. J. N. (2007).** Free radical Scavenging Activity and Total Phenolic Compounds of *Gracilaria changii*. *International Journal of Natural & Engineering Sciences*, 1(3) :115-117.
- ✚ **Stengel, D. B., Connan, S., & Popper, Z. A. (2011).** Algal chemodiversity and bioactivity: sources of natural variability and implications for commercial application. *Biotechnology advances*, 29(5), 483-501.
- ✚ **Synytsya, A., Čopíková, J., Kim, W. J., & Park, Y. I. (2015).** Cell Wall Polysaccharides of Marine Algae. *Hb25\_Springer Handbook of Marine Biotechnology*, 543–590.

$\mathcal{T}$

- ✚ **Takaichi, S. (2011).** Carotenoids in algae: distributions, biosyntheses and functions. *Marine drugs*, 9(6), 1101-1118.
- ✚ **Talbi, H., Boumaza, A., El-Mostafa, K., Talbi, J., & Hilali, A. (2015).** Evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la *Nigella sativa L.* *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(4), 1111-1117.
- ✚ **Tanniou, A. (2014).** Etude de la production de biomolécules d'intérêt (phlorotannins, pigments, lipides) d'algues brunes modèles par des approches combinées de profilage métabolique et d'écophysiologie. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne occidentale - Brest, Biologie végétale, France, 418p.
- ✚ **Teixeira, E. H., Napimoga, M. H., Carneiro, V. A., De Oliveira, T. M., Nascimento, K. S., Nagano, C. S., ... & Cavada, B. S. (2007).** In vitro inhibition of oral streptococci binding to the acquired pellicle by algal lectins. *Journal of Applied Microbiology*, 103(4), 1001-1006.
- ✚ **Tinello, F., Lante, A., Bernardi, M., Cappiello, F., Galgano, F., Caruso, M. C., & Favati, F. (2017).** Comparison of OXITEST and RANCIMAT methods to evaluate the oxidative stability in frying oils. *European Food Research and Technology*, 244(4), 747-755.

- ✚ **Tosipova. (2012).** Fabrication de la mayonnaise. Site web : [https://www.inoxpa.fr/uploads/document/Fitxa%20tecnica/Processos/Maionesa/FTsoIMY.1\\_FR.pdf](https://www.inoxpa.fr/uploads/document/Fitxa%20tecnica/Processos/Maionesa/FTsoIMY.1_FR.pdf) (Consulté le 26/06/2022)

W

- ✚ **Wang, Y., Xu, Z., Bach, S., & MacAllister, T. (2009).** Sensitivity of *Escherichia coli* to seaweed (*Ascophyllum nodosum*) phlorotannins and terrestrial tannins. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 22, 238e245.
- ✚ **Wattiaux, D. (1994).** Prediction of the electronic equipment during a pyrotechnic shock., In first International Symposium on Environmental Testing Engineering,(23) :541-545.
- ✚ **Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S., & Jamnong, P. (2006).**  $\beta$ -Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloids*, 20(1), 68-78.

Y

- ✚ **Yan, X., Chuda, Y., Suzuki, M., & Nagata, T. (1999).** Fucoxanthin as the major antioxidant in *Hijikia fusiformis*, a common edible seaweed. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 63(3), 605-607.
- ✚ **Yolmeh, M., Habibi Najafi, M. B., Farhoosh, R., & Salehi, F. (2014).** Modeling of antibacterial activity of annatto dye on *Escherichia coli* in mayonnaise. *Food Bioscience*, 8, 8–13.
- ✚ **You, S., Yang, C., Lee, H., & Lee, B.-Y. (2010).** Molecular characteristics of partially hydrolyzed fucoidans from sporophyll of *Undaria Pinnatifida* and their in vitro anticancer activity. *Food Chemistry*, 119(2), 554–559.

Z

- ✚ **Zargarzadeh, M., Amaral, A. J., Custódio, C. A., & Mano, J. F. (2020).** Biomedical applications of laminarin. *Carbohydrate Polymers*, 232, 115774.
- ✚ **Zhang, R., Yuen, A. K., Magnusson, M., Wright, J. T., de Nys, R., Masters, A. F., & Maschmeyer, T. (2018).** A comparative assessment of the activity and structure of phlorotannins from the brown seaweed *Carpophyllum flexuosum*. *Algal Research*, 29, 130-141.

# *Annexes*

## Annexe 01 : Présentation du groupe Cevital

Cevital, est une société par action (SPA) dont les actionnaires principaux sont M. REBRAB et FILS, elle est l'un des fleurons de l'industrie agroalimentaire en Algérie qui est constituée de plusieurs unités de production équipées de la dernière technologie et poursuit son développement par divers projets en cours de réalisation. Elle a été créée en Mai 1998, Elle se situe dans le nouveau quai du port de BEJAIA.

Cevital agro-industrie dispose de plusieurs unités de production. Les différentes unités sont les suivantes : Deux raffineries de sucre ; une unité de sucre liquide ; une raffinerie d'huile ; une margarinerie ; une unité de conditionnement d'eau minérale ; une unité de fabrication et de conditionnement de boissons rafraîchissantes ; une conserverie ; et une unité des sauces (mayonnaise, ketchup et motarde).

1. Huiles Végétales Connues sous les appellations suivantes :

« **FLEURIAL** » est une huile 100% tournesol, sans cholestérol, riche en vitamine (A, D, E) et en acides gras essentiels.

« **ELIO** » est une huile 100% végétale, un mélange équilibré de tournesol, de palme et de soja, sans cholestérol, elle contient de la vitamine E et des acides gras essentiels

2. Sucre blanc et sucre liquide :

« **Le Sucre blanc** » il est produit à partir du raffinage du sucre roux de canne qui est riche en saccharose.

« **Sucre liquide** » CEVITAL produit du sucre liquide pour les besoins de l'industrie agroalimentaire et plus précisément pour les producteurs des boissons gazeuses

3. Margarinerie et graisses végétales :

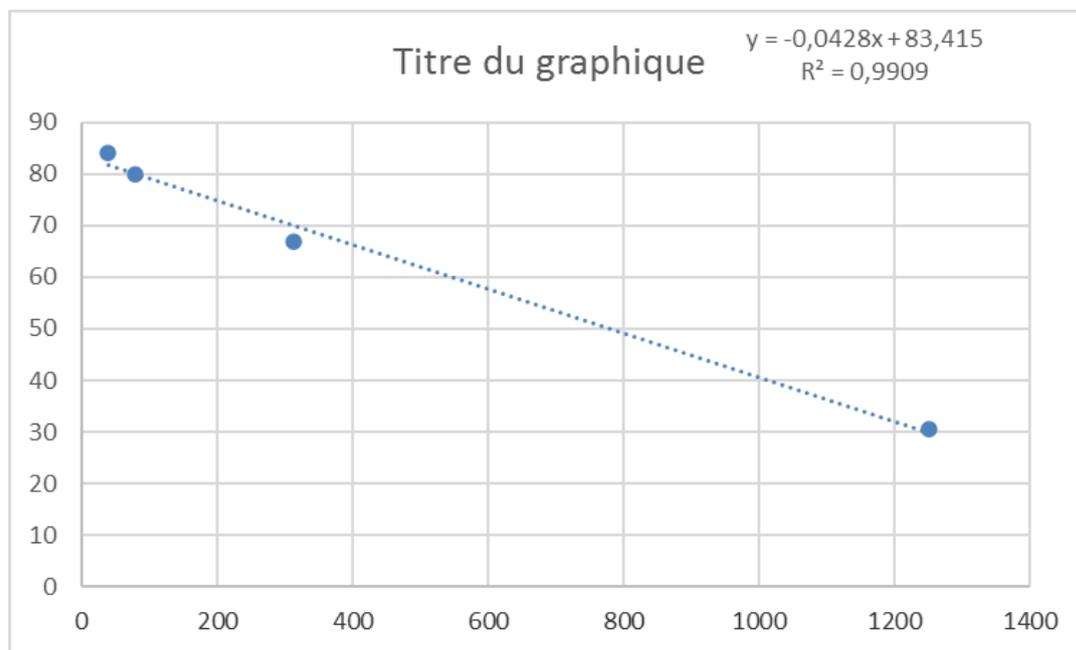
« **FLEURIAL** » est une margarine sans cholestérol, 100% végétale un mélange de tournesol, de soja et de palme, riche en vitamines A, D et E elle répond aux exigences de l'équilibre nutritionnel du consommateur.

« **MATINA** » elle contient un mélange de beurre et de margarine riche en vitamines A D et E et cela grâce à un processus de fabrication ultra moderne. Sa composition fait d'elle une margarine idéale pour tartiner et préparer de pâtisseries et des viennoiseries.

4. Sauce mayonnaise :

« **FLEURIAL** » délicieusement raffinée, la mayonnaise Fleurial se caractérise par la noblesse et la fraîcheur de ses ingrédients, lui procurant une onctuosité au grand pouvoir liant qui lui permet de s'accommoder à tous types de plats « macédoines, sandwichs, ... »

**Annexe 2 : Courbe d'étalonnage pour le dosage du DPPH de l'extrait d'algue.**



## Annexe 3 : Les caractéristiques de la mayonnaise

<b>Caractéristiques de produit fini</b>	
<b>Caractéristiques Organoleptiques (Exigence de l'entreprise CEVITAL)</b>	
Odeur	Absence d'odeur étrangère
Saveur	Légèrement acide et salée
<b>Caractéristiques physico-chimiques (Exigence de l'entreprise CEVITAL)</b>	
<b>Analyses</b>	<b>Normes</b>
Acidité totale (% acide acétique)	0,4 (+/- 0,2)
Matière grasse totale (%)	Minimum 70
Extrait Sec (%)	77 (+/- 4)
Ph	3,5 (+/- 0,3)
Teneur Na cl (%)	1,5 (+/-0,2)
Densité	0,96 (+/- 0,01)
Consistance (cm/30s) 20°C	0,9 (+/- 0,8)

## **Résumé :**

Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'effet de la substitution de l'EDTA un antioxydant synthétique par un extrait d'algue marine *Padina pavonica* dans une mayonnaise Cevital, sur ses attributs de qualité et sa stabilité oxydative. L'extraction a été effectuée par soxhlet et l'hexane a été utilisé comme solvant. L'évaluation du pouvoir antioxydant de l'extrait lipidique obtenu, réalisée par la méthode de piégeage du radical libre DPPH a montré une bonne activité antioxydante ( $EC_{50} = 2,87\text{mg/mL}$ ). La mayonnaise préparée en utilisant une concentration de 100 ppm d'extrait d'algue ainsi que la mayonnaise témoin ont subi un vieillissement accéléré une comparaison des différentes analyses physicochimiques a été effectuée. L'évaluation de la stabilité oxydative réalisée par le test de Rancimat, l'indice de peroxyde ainsi que l'acidité, ont montré que la mayonnaise enrichie en extrait de *Padina pavonica* à 100 ppm prodiguait le meilleur effet protecteur vis à vis de l'oxydation par rapport à l'EDTA, elle a enregistré un temps d'induction de 15h94 et indice de peroxyde et d'acidité les plus faible 1,7Meq O<sub>2</sub>/kg ; 0,5% respectivement après 3 semaines de stockage à 40°C. Les analyses microbiologiques ont révélé l'absence de tous germes d'altération ou de détérioration dans l'échantillon de mayonnaise additionné d'extrait d'algue.

**Mot clés :** *Padina pavonica*, extraction au soxhlet, extrait lipidique, DPPH, mayonnaise, stabilité oxydative, conservateur naturel.

## **Abstract :**

The objective of this study was to evaluate the effect of substituting EDTA, a synthetic antioxidant, with an extract of the seaweed *Padina pavonica* in Cevital mayonnaise, on its quality attributes and oxidative stability. The extraction was performed by soxhlet and hexane was used as solvent. The evaluation of the antioxidant power of the lipid extract obtained, carried out by the DPPH free radical scavenging method showed a good antioxidant activity ( $EC_{50} = 2.87\text{mg/mL}$ ). The mayonnaise prepared using a concentration of 100 ppm of seaweed extract as well as the control mayonnaise underwent an accelerated aging and a comparison of the different physicochemical analyses was carried out. The evaluation of the oxidative stability carried out by the Rancimat test, the peroxide index as well as the acidity, showed that the mayonnaise enriched with *Padina pavonica* extract at 100 ppm provided the best protective effect against oxidation compared to EDTA, it recorded an induction time of 15h94 and the lowest peroxide and acidity index of 1.7Meq O<sub>2</sub>/kg; 0.5% respectively after 3 weeks storage at 40°C. Microbiological analyses revealed the absence of any spoilage or deterioration germs in the sample of mayonnaise with added seaweed extract.

**Key words :** *Padina pavonica*, soxhlet extraction, lipid extract, dpph, mayonnaise, oxidative stability, natural preservative.