

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Alimentaires  
Spécialité Production et transformation laitière



Réf :.....

**Mémoire de fin de cycle  
En vu d'obtention du diplôme**

## **MASTER Thème**

**Évaluation de la qualité d'un produit laitier  
(fromage frais) enrichi par des antioxydants  
naturels**

Présenté par :

**KAOUDJ Hanane & KANDI Tayakout**

Soutenu le : 13/09/2020

Devant un jury composé de :

Mme ACHAT Sabiha

MCA

Présidente

Mme BRAHMI Nabila

MCB

Promotrice

Mme TAZRART Karima

MCB

Examinatrice

**Année Universitaire 2019/2020**

## **Remerciements**

Nous commençons par remercier dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et l'amour du savoir pour pouvoir réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à notre promotrice Mme BRAHMI Nabila d'avoir accepter de diriger ce travail et pour tous ces conseils avisés.

Il nous est aussi agréable de remercier les membres de jury qui auront à examiner et évaluer notre travail, Mme ACHAT Sabiha la présidente et Mme TAZRART Karima l'examinatrice.

Notre vive reconnaissance à Mme KHERFELLAH.S responsable du laboratoire du contrôle qualité PREVOLAB pour nous y avoir accueillies ainsi qu'aux personnels du laboratoire.

En fin nous remercierons gracieusement tout personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## *Dédicace*

A l'aide de dieu tout puissant, qui ma tracé le chemin de ma vie, je dédie humblement ce travail avec grande fierté et comme geste de gratitude :

A ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de part son amour, son soutien, tout les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa patience dans ma vie. Reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A mon père, qui peut être fier et trouvé ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider 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 toi.

A mes très chers sœurs et à mon frère : Malika, Manissa , Ryma et Mohamed. Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Vous êtes mes fidèles accompagnants dans les moment les plus délicats.

A mes adorables nièces Hana et yousra.

A la mémoire de mon cher grand père Blekacem allah yarhamou.

A toute ma famille, les plus proches qui m'ont soutenue et encouragée sans cesse pour terminer ce travaille : tonton madjid, tata nouha, aimad et nasrou et à ma cousine Nabila pour son encouragement.

A mes amies spécialement : Tinhinéne Draddji , pour sa sympathie, son humeur, sa solidarité son amitié sincère, et tous ces merveilleux souvenirs à son coté.

A ma très chère amie et binôme Hanane, je te remercie Pour toutes les agréables moments qu'on a passé ensembles, malgré les difficultés trouvées et les moments de désespoir, que ce travail soit le fruit de nos efforts et sacrifices.

A mon environnement passé, immédiat et futur que le fruit de la patience soit le prix équivalent à l'effort fourni à une époque de la vie, malgré les moments de turbulence passés ensemble dans des accords et désaccords.

**Kandi Tayakout**

## *Dédicace*

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers

### **A ma chère mère « Khelidja »**

Aucune dédicace ne se saurait exprimer mon respect, mon amour éternel, quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit, ton affection, ta bienveillance et ta présence à mes côtés ont toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles. Je te remercie pour tout le soutien et l'amour que tu me portes depuis mon enfance. Que ce modeste travail soit l'exaucement de tes vœux tant formulés, le fruit de tes innombrables sacrifices. Puisse Dieu, te procurer bonne santé et longue vie.

### **A la mémoire de mon cher père « Kamel »**

Ce travail est dédié à toi mon père décédé trop jeune, tu nous as jamais quitté, tu as vit au plus profond de mon cœur, c'est ce qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. La mort d'un père est une blessure mais aussi un enseignement pour celles et ceux qui savent comprendre le sens de la vie. J'espère que, du monde qu'est sein maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse Dieu, t'accueillir dans son vaste paradis.

### **A la mémoire de mon oncle « Faouzi »**

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, tu étais et tu resteras mon exemple éternel, que ce travail traduit ma gratitude et mon affection. Que Dieu te garde dans son vaste paradis.

### **A mon frère « Walid »**

C'est un moment de plaisir de dédier ce travail à mon seul et unique frère pour l'amour qu'il me réserve, je te souhaite une vie pleine de joie et de réussite.

### **A mon cher fiancé « Kherddine »**

A mon soutien moral et ma source de joie et bonheur mon fiancé, pour l'encouragement et l'aide qu'il m'a toujours accordée tout en long de mes études, et bien sur à toute ma belle famille.

### **A la mémoire de mon grand père « Alhassen »**

Dieu puissant te garde dans son vaste paradis.

A mes grandes mères « **Razkia** » et « **Zahra** » et mon grand père « **Mahmoud** », je vous souhaite une longue vie.

A mes très chères tantes « **Chafia** », « **Naima** » et « **Dalila** ». A mes oncles « **Boukhelfa** », « **Bouzid** », « **Mekhelouf** » .....

A mes chères cousines « **Nabila, Nadjet,.....** »

Au nom de l'amitié qui nous réunit et nos souvenirs inoubliables, à mes amies : « **Sabrina** (ma copine), **Nadjet, Mariem, Assia, Lamia, Wafa, Warda** » qui n'ont jamais cessé de me soutenir.

A ma chère amie avant d'être binôme « **Tayakout** » et toute sa famille, merci énormément pour le soutien plus que précieux. Merci pour ton grand cœur, toutes ces qualités qui seraient trop longues à énumérer, ce travail ne serait pas aussi facile sans ta présence, ta compréhension et ton amour.

A tous ceux qu'ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit possible, je vous dis merci infiniment.

**Kaoudj Hanane**

**Abs** : Absorbance.

**AFNOR** : Association Française de Normalisation.

**ANOVA** : Analsis Of Variance.

**AGPI** : Acides gras polyinsaturés.

**CAT** : Catalase

**DPPH** : 1,1-Diphényl-2-Picrylhydrazyl.

**E.Coli** : Escherichia Coli.

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

**EQ** : Equivalent de quercitrine.

**FAO** : Organisation des Nations Unies pour L'alimentation et L'agriculture.

**GC** : Giolitti cantoni.

**GSSG** : Glutathion dissulfite.

**GPx** : Glutathion peroxydase.

**GR** : Glutathion réduite.

**HO** : Radical hydroxyle.

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Peroxyde d'hydrogène.

**ISO** : Organisation Internationale de Normalisation.

**J** : Jour.

**J.O.R.A** : Journal Officiel de la République Algérienne.

**MDA** : Malondéaldéhyde.

**MG** : Matière grasse.

**MRS** : Man Rogosa et Sharpe.

**M17** : Nebuleuse oméga.

**NAOH** : Hydroxyde de sodium.

**NADPH** : Nicotinamide Adénine Di nucléotide Phosphate.

**OGA** : Gélose Glucosée à l'oxytétracycline.

**OS** : Stresse oxydative.

**Ph** : Potentiel d'hydrogène.

**PPT** : Polyphénols totaux.

**ROS** : Espèce réactive d'oxygènes.

**UFC** : Unité Format Colonies.

**µg** : Microgramme.

**VRBL** : Gélose Biliée au Cristal Violet et au Rouge neutre.

## Liste des figures

<b>Figures</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Photographie les feuilles, Fruits de <i>Pistacia lentiscus</i> .	<b>04</b>
<b>2</b>	Aire de répartition de <i>Pistacia lentiscus L.</i> autour du bassin Méditerranéen.	<b>05</b>
<b>3</b>	Photographie montrant le persil <i>Petroselinum crispum</i> .	<b>07</b>
<b>4</b>	Répartition géographique des Apiaceae.	<b>08</b>
<b>5</b>	Elimination du H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> par les réactions enzymatiques combinées de la GPx et de la GR.	<b>15</b>
<b>6</b>	Sources de production des radicaux libres.	<b>17</b>
<b>7</b>	Schéma général de la technologie de fabrication des fromages frais.	<b>22</b>
<b>8</b>	Représentation schématique des étapes de l'expérimentation.	<b>27</b>
<b>9</b>	Protocole de dosage des polyphénols totaux.	<b>29</b>
<b>10</b>	Protocole de dosage des flavonoïdes.	<b>30</b>
<b>11</b>	Préparation de la solution mère et les dilutions jusqu'à la dilution 10 <sup>-8</sup> .	<b>33</b>
<b>12</b>	Evolution des teneurs en polyphénols totaux (PPT) des fromages, en fonction de la durée de conservation	<b>37</b>
<b>13</b>	Evolution des teneurs en flavonoïdes des fromages, en fonction de la durée de conservation.	<b>39</b>
<b>14</b>	Activité antiradicalaire des fromages au cours de la conservation.	<b>41</b>
<b>15</b>	Évolution de l'acidité Dornic des fromages, en fonction de la durée de conservation.	<b>42</b>

**Liste des tableaux**

<b>Tableaux (N°)</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>I</b>	Composition moyenne pour 100g de fromage frais	<b>21</b>
<b>II</b>	Teneur en matières grasses des fromages durant la conservation	<b>44</b>
<b>III</b>	Résultats microbiologiques du fromage frais.	<b>45</b>
<b>IV</b>	Evolution des <i>Lactocoques</i> des fromages enrichis au cours de la conservation.	<b>46</b>
<b>V</b>	Evolution des <i>Lactobacilles</i> des fromages enrichis au cours de la conservation	<b>46</b>



# Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

**Introduction** .....01

## Chapitre I: Synthèse bibliographique

**I. Généralités sur *Pistacia lentiscus*** .....03

I.1. Description botanique .....03

I.2. Classification botanique.....03

I.3. Dénomination vernaculaire .....04

I.4. Répartition géographique .....04

I.5. Utilisation traditionnelle et propriétés pharmaceutiques.....05

I.6. Valeur nutritionnelle .....06

**II. Généralités sur *Petroselinum crispum***.....07

II.1. Description botanique .....07

II.2. Classification botanique .....07

II.3. Dénomination vernaculaire .....08

II.4. Répartition géographique .....08

II.5. Utilisation traditionnelle et propriétés thérapeutiques .....09

II.6. Valeur nutritionnelle.....10

**III. Généralités sur les composés phénoliques**.....11

III.1. Les antioxydants et le système de défense.....14

III.1.1. Système antioxydant enzymatique.....14

III.1.2. Système antioxydant non enzymatiques .....15

III.2. Les radicaux libres .....16

III.3. Les espèces réactives d'oxygène (ROS).....17

III.4. Le stress oxydatif .....18

**IV. Généralités sur le fromage**.....20

IV.1. Définition du fromage .....	20
IV.2. Définition du fromage frais .....	20
IV.3. Composition et du fromage frais .....	20
IV.4. Valeur nutritionnelle du fromage frais .....	21
IV.5. Technologie de la fabrication du fromage frais.....	22
IV.6. Généralités sur les bactéries lactiques.....	23

## **Chapitre II: Matériel et méthodes**

<b>I. Echantillonnage</b> .....	25
<b>II. Traitement des échantillons</b> .....	25
II.1. Prétraitement des échantillons.....	25
II.2. Préparation des échantillons de fromage.....	26
<b>III. Analyses physico-chimiques</b> .....	28
III.1. Préparation des extraits aqueux des échantillons de fromage.....	28
III.2. Dosage des polyphénols totaux.....	28
III.3. Dosage des flavonoïdes.....	29
III.4. Évaluation de l'activité antioxydante par le test de DPPH.....	30
III.5. Mesure de l'acidité titrable.....	31
III.6. Détermination de la teneur en matières grasses.....	32
<b>IV. Analyses microbiologiques</b> .....	34
IV.1. Dénombrement de la flore lactique.....	34
IV.1.1 Dénombrements des lactococcus.....	34
IV.1.2 Dénombrements des lactobacilles.....	34
IV.2. Dénombrement de levures et moisissures.....	35
IV.3. Dénombrement de coliformes totaux.....	35
<b>V. Analyse statistique</b> .....	36

## **Chapitre III: Résultats et discussions**

<b>I. Analyses physico-chimiques</b> .....	37
I.1. Teneurs en polyphénols totaux (PPT).....	37
I.2. Teneurs en flavonoïdes.....	38

I.3. Activité antiradicalaire .....	41
I.4. L'acidité titrable.....	42
I.5. Teneur en matières grasses.....	43
<b>II. Analyses microbiologiques.....</b>	<b>45</b>
II.1.Evolution de la Flore lactique .....	45
<b>Conclusion.....</b>	<b>48</b>
Références bibliographiques	
Annexes	

# INTRODUCTION

Les substances d'origine végétale sont récemment devenues d'un grand intérêt en raison de leurs applications polyvalentes. Il y'a environ 500 000 plantes sur terre, 100 000 d'entre elles, sont la ressource biologique la plus riche des médicaments traditionnels, des médicaments modernes, des nutraceutiques et des compléments alimentaires. **(Ncube et al., 2008)**

L'utilisation des Plantes Médicinales (PM) dans différents domaines (pharmacie, parfumerie, cosmétique et agroalimentaire) est due principalement à leurs propriétés thérapeutiques, organoleptiques et odorantes **(Boucekrit, 2018)**. Selon **Elfakir (2011)**, ces plantes renferment une large variété de composés chimiques (huiles essentielles, flavonoïdes, quinones, vitamines, saponines, caroténoïdes, terpènes, polyphénols, alcaloïdes, etc.) de propriétés physico- chimiques très différentes et qui présentent une large variété d'activités biologiques (antimicrobienne, antioxydante, antivirale, ...).

Plusieurs maladies sont dues principalement au stress oxydatif, qui se définit comme la conséquence d'un déséquilibre entre la production des radicaux libres et leur destruction par des systèmes de défenses antioxydants. Dans l'état physiologique, le pouvoir oxydant des radicaux libres peut être arrêté par plusieurs antioxydants notamment les vitamines (E et C) ainsi que les nutriments d'origine végétale (polyphénols, caroténoïdes, ...). **(Boucekrit, 2018)**

L'oxydation constitue probablement l'un des paramètres majeurs à l'origine de l'altération des produits alimentaires. Les dégradations oxydatives qui en résultent affectent les qualités nutritionnelles des produits et peuvent avoir des répercussions sur la santé humaine. **(Ribeiro et al., 2001)**

Les polyphénols ont eu un regain d'intérêt dans le domaine de la nutrition et de la pharmacologie grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé humaine dans les produits alimentaires **(Martha, 2008)**. C'est ainsi que les plantes ont récemment gagné un grand intérêt en raison de leurs multiples applications **(Ncube, 2008)**. Beaucoup de plantes, ont été ajoutées dans plusieurs aliments pour améliorer leur valeur nutritionnelle et qualité sensorielle et prolonger la durée de vie. **(Shahidi et al., 1992)**

La conception et la réalisation de notre travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation de ressources végétales par des recherches scientifiques pour une contribution à l'étude de la

biomasse végétale médicinale. C'est pour cela que nous avons opté pour l'enrichissement d'un produit laitier qu'est « le fromage frais » en se basant sur l'incorporation d'extraits végétaux bruts qui s'avèrent bénéfiques pour l'amélioration de la qualité de ce produit vu l'impact positif des interactions entre les composés phénoliques et les protéines lactières.

Afin d'aboutir à nos objectifs, nous avons partagé notre travail en deux parties :

- La première partie: constitue une synthèse bibliographique portant des généralités sur les plantes étudiées (*Pistacia lentiscus*, *Petroselinum crispum*), les polyphénols, les antioxydants, les radicaux libres, le fromage frais et la flore lactique.
- La deuxième partie: est consacrée pour l'étude expérimentale qui regroupe les différentes méthodes appliquées et les résultats obtenus avec leurs interprétations et discussion.

# SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

## I. Généralités sur *Pistacia lentiscus*

### I.1. Description botanique

*Pistacia lentiscus* est un petit arbuste de moins de 2m (quelques fois plus), toujours vert, rameux, souple. Il a une odeur résinée peu agréable.

On le rencontre dans les plaines, basses et moyennes montagnes, sous des bioclimats semi-aride, subhumide, humide et perhumide; les variantes thermiques sont chaudes à fraîches et les substrats sont de type marneux ou argileux. (Bamou *et al.*, 2014)

La description des différentes parties de la plante sont expliquées ci-dessous :

▪ **Ecorce** : Rougeâtre sur les jeunes branches et vert au gris avec le temps. Quand on incise l'écorce, la plante laisse s'écouler la résine irritante non colorée à forte odeur.

▪ **Branches** : tortueuses et pressées, forment une masse serrée. (Balfadel, 2009)

▪ **Feuilles** : persistantes, paripennées, avec 4 à 10 folioles elliptiques, coriaces et luisantes avec un pétiole est ailé. On trouve des pieds mâles et femelles distincts (espèces dioïques) qui fleurissent en grappes denses (figure 1) au mois de mai. (Maameri, 2013)

▪ **Fleurs** : les fleurs sont unisexuées, d'environ trois mm de large, se présentent sous forme de grappe (figure 1). Elles apparaissent au printemps et sont très aromatiques, elles forment des racèmes de petite taille à l'aisselle des feuilles. (Balfadel, 2009)

▪ **Fruit** : c'est une baie globuleuse (de 2 à 3 mm), monosperme, remplie par un nucléole de la même forme (figure 1); d'abord rouge, il devient brunâtre à sa maturité, qui est complète à l'automne. (Balfadel, 2009)

▪ **Mastic** : si l'on incise le troc de ce végétale, il s'en écoule un suc résineux nommé mastic qui, une fois distillé, fournit une essence employée en parfumerie. (Balfadel, 2009)

### I.2. Classification botanique

La classification de *Pistacia lentiscus*, selon (Baudière *et al.*, 2002) est décrite comme suit :





Figure 1 : Photographie des feuilles, Fruits de *Pistacia lentiscus*. (Bijen *et al.*, 2004)

- Règne : Plantae
- Embranchement : Spermatophyta (Angiospermae)
- Classe : Dicotyledones
- Ordre : Sapindales
- Famille : Anacardiaceae (Pistaciaceae)
- Genre : *Pistacia*
- Espèce : *Pistacia lentiscus*

### I.3. Dénomination vernaculaire

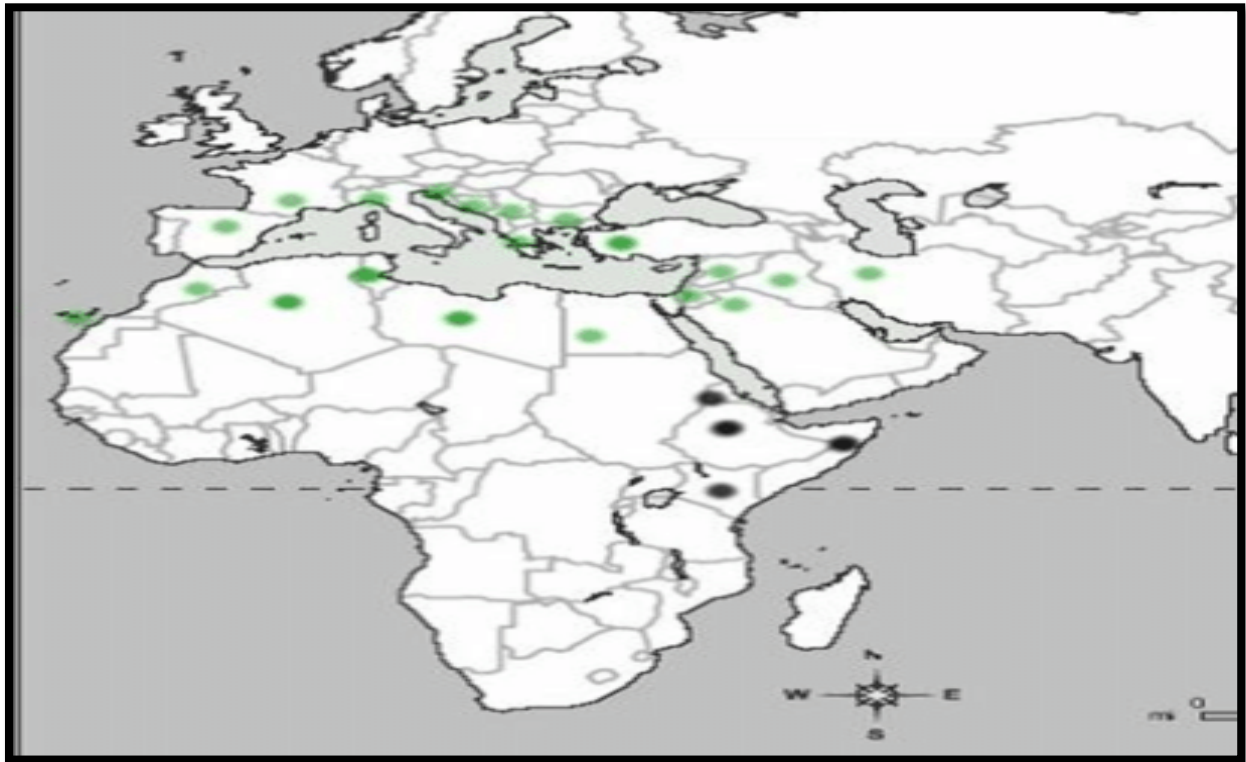
Selon Torkelson (1996) et Feidemann (2005), cette espèce possède plusieurs noms vernaculaires selon les pays :

- France: Arbre au mastic, Lentisque
- Afrique du nord: Derw, darw (arabe)
- Est Algérien : Gadhoun
- Berbère: Tidekt, Tidekst et amadaδ

### I.4. Répartition géographique

*Pistacia lentiscus* est un arbrisseau que l'on trouve couramment en sites arides d'Asie et en région méditerranéenne de l'Europe et l'Afrique jusqu'aux Canaries (Bellakhdar, 2003). Il pousse à l'état sauvage en Algérie, Tunisie, Maroc, Turquie, France, Espagne, Italie et Grèce. (Khiari *et al.*, 2018)

Le lentisque est présent sur tout le pourtour méditerranéen, plus précisément dans le bassin du Soumman Wilaya de Béjaïa, se trouve dans les zones forestières, en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège (figure 2). (Belhadj, 2011)



**Figure 2** : Aire de répartition de *Pistacia lentiscus* L. autour du bassin Méditerranéen.  
(Belhadj, 2011)

### 1.5. Utilisation traditionnelle et propriétés pharmaceutiques

*Pistacia lentiscus* est connue internationalement pour plusieurs propriétés thérapeutiques (Khiari *et al.*, 2018). Elle est largement utilisée en phytothérapie pour ses propriétés antiathérogènes et antioxydantes.

La partie aérienne de *Pistacia lentiscus* est utilisée dans la médecine populaire comme stimulante et diurétique (Mehenni *et al.*, 2016), et pour traiter l'hypertension, la toux, les maux de gorge, l'eczéma, les maux d'estomac, les calculs rénaux et la jaunisse. (Andrea *et al.*, 2011)

Plusieurs études ont également rapporté que l'huile essentielle de la partie aérienne de *Pistacia lentiscus* possède des propriétés biologiques appréciables (antioxydantes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes, antifongiques et antiathérogènes). (Khiari *et al.*, 2018)

Les feuilles de *Pistacia lentiscus* sont utilisées comme agents anti-inflammatoires, anti-diarrhéiques, anti-hypertenseurs, antipasmodiques, diurétiques, insecticides et anti-stress en médecine traditionnelle. **(Bijen et al., 2004)**

Les fruits de *Pistacia lentiscus* sont consommés crus ou grillés, tandis que huile à des usages médicaux polyvalents, soit en interne dans le traitement des ulcères, ou à l'extérieur pour guérir le psoriasis.

En plus de leurs effets thérapeutiques, les parties aériennes de *Pistacia lentiscus* sont également utilisées dans l'industrie alimentaire, par exemple : les huiles essentielles obtenues à partir de la partie aérienne du lentisque sont utilisées comme agents aromatisants dans les boissons alcoolisées et le chewing-gum. En outre, l'anthocyane extrait du fruit est exploité comme un colorant alimentaire. **(Mehenni et al., 2016)**

#### **I.6. Valeur nutritionnelle**

Les graines de *Pistacia lentiscus* présentent un taux considérable de protéines et de glucides. De plus, elles fournissent une excellente huile alimentaire de l'ordre de 40 de composés phénoliques **(Kaddour, 2008)**. Cette dernière est constituée majoritairement par des acides gras insaturés (mono et polyinsaturés) et acides gras saturés, accompagnés de substances lipidiques auxiliaires dites constituants mineurs, tels que les tocophérols, les phytostérols et les composés phénoliques. Sa richesse en acides gras insaturés tels que l'acide oléique et linoléique lui permet d'être considérée comme une bonne source nutritionnelle par le maintien des taux de cholestérol total et de LDL-cholestérol dans ses limites normales. **(Merzougui, 2015)**

Les feuilles de *Pistacia lentiscus L.* contiennent des molécules bioactives, des composés phénoliques, des glycosides, flavonoïdes et anthocyanes **(Cheurfa et al., 2015)**. Ces composés phénoliques contiennent de l'acide gallique et ses dérivés, des hétérosides, des flavonols et des anthocyanidols (délphinidine 3-O- glucoside) **(Abdelwahed et al., 2006)**, dont 75% de ces composés sont des tanins hydrosolubles (tanins galloylés). **(Mehenni et al., 2016)**

## II. Généralités sur *Petroselinum crispum*

### II.1. Description botanique

*Petroselinum crispum* est une plante herbacée odorante de la famille des apiacées, (Ombelifères), couramment utilisé en cuisine pour ses feuilles très divisées. C'est généralement une plante médicinale, bisannuelle de 25 à 60 cm de haut, très aromatique à odeur caractéristique (Laouer, 2004). Ses tiges sont striées et ses feuilles sont glabres.

Les feuilles, vertes luisantes, sont généralement doublement divisées, surtout celles de la base, les feuilles supérieures ayant souvent seulement trois lobes étroites et allongés. Les fleurs, d'une couleur jaune verdâtre tirant sur le blanc en pleine floraison, sont groupées en ombelles composées comprenant huit à vingt rayons. Les ombellules sont munies d'un involucre à nombreuses bractées. (Wicht, 1999)

La racine allongée de type pivotant est assez développée. Elle est jaunâtre, d'odeur forte et aromatique. (Wicht, 1999)

### II.2. Classification botanique

Selon Cronquist (1981), la classification de *Petroselinum crispum* est décrite comme suit :



- Règne : Plantae.
- Sous-règne : Tracheobionta.
- Division : Magnoliophyta.
- Classe : Magnoliopsida.
- Sous-classe : Rosidae.
- Ordre : Apiales.
- Famille : Apiaceae.
- Genre : *Petroselinum*.
- Espèce: *Petroselinum crispum*.

Figure 3 : Photographie montrant le persil (*Petroselinum crispum*). (Anonyme 1, 2020)

### II.3. Dénomination vernaculaire

Cette espèce possède plusieurs noms vernaculaires (**Mazouz, 2010**) :

- **Français** : Persil commun, Persil des jardins, Persil odorant, Persil cultivé ;
- **Allemand** : Petersilie, Petersil, Peterle ;
- **Anglais** : Parsely ;
- **Algérien** : Maadnous ;

### II.4. Répartition géographique

La famille des apiaceae est une famille cosmopolite, elle est très commune en montagne mais toutefois assez rare dans les régions tropicales. Elle est présente dans tous les continents habités, mais dans les régions tempérées, avec toutefois, une prédilection pour l'hémisphère Nord. (**Esseid, 2018**)

*Petroselinum crispum* est originaire des régions méditerranéennes. Aujourd'hui, elle est cultivée dans le monde entier comme plante aromatique et pour ses propriétés nutritives. (**Hoseine et al., 2013**)

Le persil apprécie les sols drainés mais humides, riches en humus et calcaires. On peut le placer dans un milieu ensoleillé ou mi-ombragé. (**Odil et al., 2007**)

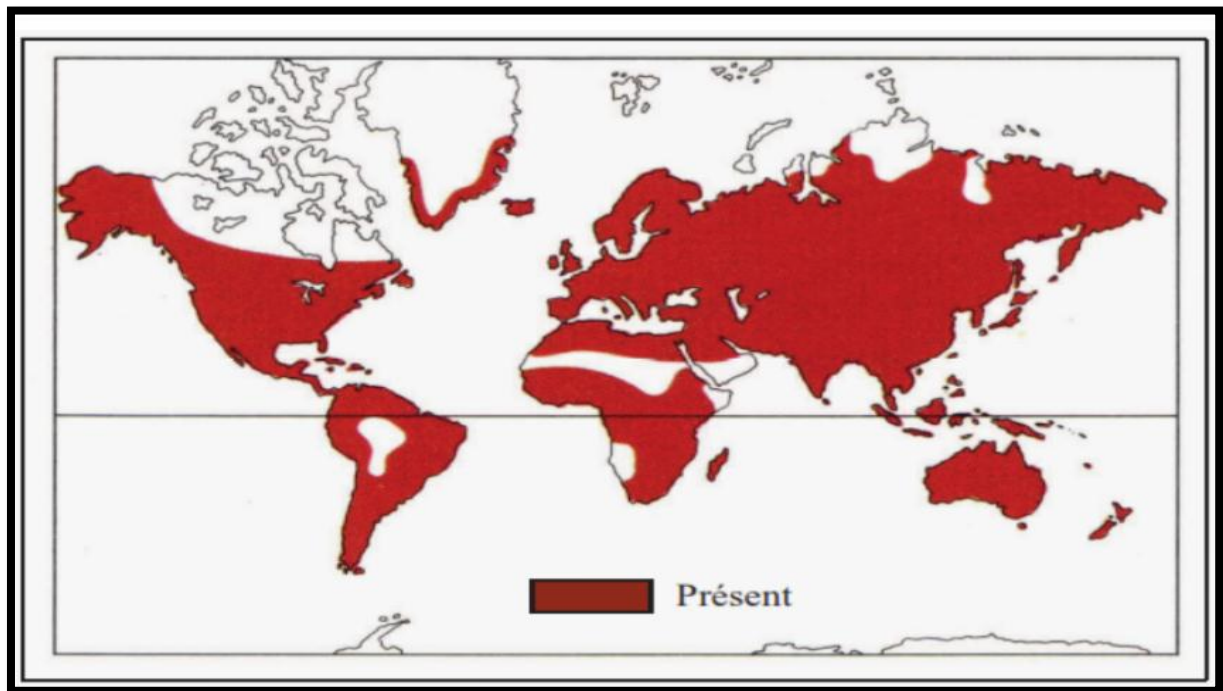


Figure 4: Répartition géographique des Apiaceae. (**Pimenov et al, 1993**)

## **II.5. Utilisations traditionnelles et propriétés thérapeutiques**

Depuis l'antiquité, le persil est considéré comme une plante aromatique et médicinale. Elle est employée comme aromates dans la préparation culinaire, servant principalement comme correcteur de goût dans l'industrie agro-alimentaire. Le persil sert à aromatiser les viandes, les sauces, les salades, les poissons et les fromages (**Wicht *et al.*, 1999**). L'huile essentielle de persil est utilisée comme agent aromatisant ou comme parfum dans les parfums, les savons et les crèmes. (**Simon *et al.*, 1988**)

Les feuilles fraîches sont très nutritives et constituent un apport naturel en vitamines et en minéraux. Grâce à la présence de ces nombreuses vitamines et minéraux, il a des vertus revitalisantes et reminéralisantes. Il est conseillé aux personnes fatiguées, anémiées, manquant d'appétit... (**Paul, 2001**)

En raison de sa teneur en huiles essentielles, le persil stimule les sécrétions gastriques et biliaires et favorise ainsi la digestion. Cette huile essentielle est également bénéfique en usage externe, elle diminue les douleurs articulaires et musculaires causées par la goutte. Par ailleurs, l'utilisation de l'huile essentielle de persil est une méthode naturelle efficace pour soulager les hémorroïdes et les varices. L'huile essentielle dégage les voies respiratoires pour combattre l'asthme et la toux. (**Metchat, 2012**)

Les graines de persil pouvaient être l'un des multiples constituants de la thériaque de la pharmacopée maritime occidentale au XVIII<sup>e</sup> siècle. Le persil possédait aussi une action anticellulite, en favorisant la diminution des réserves de graisse accumulées dans l'organisme. Le persil limiterait le risque de cancer, en aidant quotidiennement le corps à se débarrasser de ses toxines. (**Ziyyat *et al.*, 1997**)

L'ajout de persil dans la nourriture pendant 2 semaines augmente l'activité d'enzymes antioxydantes telles que la glutathion-réductase et le superoxyde-dismutase, capables de piéger les radicaux oxygènes. Le persil est riche aux flavonoïdes qui sont des anti-inflammatoires et antioxydants. La myristicine et l'apiol dans les feuilles sont diurétiques, utiles en cas d'anémie, asthénie trouble de l'appareil génito-urinaire, rétentions urinaires de prostate, troubles de l'appareil circulatoire, règles insuffisantes. (**Metchat, 2012**)

## **II.6. Valeur nutritionnelle**

Le persil est parmi les plantes les plus riches en composés antioxydants. Les principaux de ces composés sont l'apigénine, la lutéine et le  $\beta$ -carotène (**Farzaei et al., 2013**). Les flavonoïdes sont les composés phénoliques dominants de cette plante, notamment la quercétine, et l'isorhamnétine, ont été détectés dans les cultures de suspension cellulaire de *Petroselinum crispum*. Les graines de persil contiennent de 3 à 7% d'une huile jaunâtre dont le profil chimique varie selon les chimio-types. Elle contient 24,8% de myristicine, 24,9% de l'allyltétraméthoxybenzène, 23,2% de L' $\alpha$ -pinène et 7,9 du  $\beta$ -pipène (**Lamarti, et al., 1993 ; Wei, et al., 2010**). Les feuilles possèdent également une huile essentielle dont la myricine et l'apiol sont ces principaux composants, responsables de son activité antioxydante. (**Farzaei et al., 2013**)

L'ensemble des travaux phytochimiques antérieures montrent que le persil est une source intéressante de molécules bioactives dont les plus fréquentes, le persil est riche en vitamine A, C et B9 100g du persil apportent respectivement l'équivalent de 893,34  $\mu$ g de vitamine A, 190 mg de la vitamine C et 197  $\mu$ g de la vitamine B9. Le persil est également source d'autres vitamines B1, B2, B5, E.... (**Farzaei et al., 2013**)

### **III. Généralités sur les composés phénoliques**

Les composés phénoliques constituent une famille de molécules largement distribués dans le règne végétal et sont les métabolites secondaires les plus abondantes dans les plantes, avec plus de 8.000 structures phénoliques connues, allant de simples molécules comme les acides phénoliques à des substances hautement polymérisées comme les tanins. Comme l'indique leurs noms, ils ce sont des composés possédant un ou plusieurs noyaux aromatiques avec un ou plusieurs groupes hydroxyles.

Les composés phénoliques des végétaux sont généralement impliqués dans la défense contres les rayonnements ultra-violetes et les agressions par les agents pathogènes, les parasites et les prédateurs. Ils contribuent aux couleurs des plantes. Ils sont omniprésents dans tous les organes de la plante et sont donc une partie intégrante de l'alimentation humaine. Ils sont partiellement responsables de l'ensemble des propriétés organoleptiques des aliments d'origine végétale. Par exemple, ils contribuent à l'amertume et l'astringence des fruits et jus de fruits. **(Jin-Dai et al., 2010)**

Ils se différencient par la complexité du squelette de base, du degré de modification de ce squelette, ainsi que par les liaisons possibles de ces molécules de base avec d'autres molécules. Ils comprennent des mono-, di- et polyphénols dont les molécules contiennent respectivement une, deux, ou plusieurs fonctions phénoliques **(Benyamina, 2017)**. Selon leur degré de complexité, on distingue:

#### **❖ les monophénols**

Dont les acides phénoliques comme les acides; coumarique, vanillique et caféiques. **(Cardanovic et al., 2005)**

Un acide-phénol (ou acide phénolique) est un composé organique possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. **(Sahli, 2016)**

Les acides phénoliques font partie des formes les plus simples des composés phénoliques. Ce sont des produits végétaux secondaires qui se retrouvent couramment dans les aliments d'origine végétale. Ils ont des propriétés pharmacologiques comme antioxydants, anti-thrombose, anti-inflammatoires. On les trouve dans les fruits, les légumes, les noix et les graines ainsi que dans le thé. **(Chin-Lin et al., 2006)**



Les acides phénoliques se composent de deux classes: **les acides hydroxybenzoïques** sont directement dérivés de l'acide benzoïque et comprennent, entre autres, les acides galliques, p-hydroxybenzoïque et **les acides hydroxycinnamiques** ont une structure C6-C3 et comprennent les acides coumarique, caféique. **(Dykes et al., 2006)**

#### ❖ **Les polyphénols**

Il a été démontré que les polyphénols alimentaires jouent un rôle important dans la santé humaine. Un régime alimentaire riche en fruits, de légumes et de grains entiers, qui sont riches en polyphénols, a été associée à une diminution des risques de nombreuses maladies chroniques, dont le cancer, le diabète, les maladies cardiovasculaires, l'inflammation chronique et de nombreuses maladies dégénératives. Des études récentes ont révélé qu'un bon nombre de ces maladies sont liées au stress oxydatif généré par les espèces réactives de l'oxygène et de l'azote. Les composés phytochimiques, en particulier les polyphénols, sont le principal contributeur aux activités antioxydantes totales des fruits. Les polyphénols se sont révélés être de puissants antioxydants qui peuvent neutraliser les radicaux libres en faisant don d'un électron ou d'un atome d'hydrogène, réduisant ainsi le taux d'oxydation en inhibant la formation ou la désactivation des espèces actives et des précurseurs de radicaux libres **(Rong Tsao, 2010)**. Leur consommation se traduit par une augmentation transitoire de la capacité anti-oxydante du plasma dans les heures qui suivent le repas. **(Manach et al., 2005)**

Les polyphénols sont également utilisés en agro-alimentaire et en cosmétiques et dans l'industrie pharmaceutique comme additifs **(Desmier, 2016)**. Grâce aux propriétés antimicrobiennes de certains polyphénols comme les flavan-3-ols, flavonols et les tanins ont été proposés soit, pour développer de nouveaux conservateurs alimentaires, en raison de la pression croissante des consommateurs sur l'industrie alimentaire pour éviter les conservateurs synthétiques, soit pour développer des thérapies innovantes pour le traitement de divers infections microbiennes. **(Daglia, 2012)**

La diversité et la large distribution des polyphénols dans les plantes ont conduit à différentes façons de classer ces composés naturels. Les polyphénols ont été classés selon leurs sources d'origine, leurs fonctions biologiques et leurs structures chimiques. En outre, la majorité des polyphénols dans les plantes existent sous forme de glycosides avec différentes unités de sucres et sucres acylés à différentes positions des squelettes des polyphénols **(Rong**

**Tsao, 2010**). Selon leur diversité on distingue deux classes:

➤ **Les flavonoïdes**

Les flavonoïdes sont formés d'un squelette de base à 15 atomes de carbone et constitués de deux noyaux aromatiques et d'un hétérocycle central de type pyrane, formant une structure de (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>) (**Ghedira, 2005**). Ce sont des pigments très largement répandus dans le règne végétal (les fruits, les légumes, les graines ou encore les racines des plantes); souvent responsables de la coloration des fleurs et des fruits (**Kim et al., 2004**). Les anthocyanes, pigments rouges ou bleus, les flavones et flavonols, de couleur crème ou jaune clair, les flavanes dont les produits de condensation sont à l'origine d'un groupe important de tannins et les isoflavanes qui jouent un rôle dans la santé humaine. (**Jean-Jacques et al., 2005**)

Les flavonoïdes sont répartis en six sous-groupes : les flavones, les flavonols, les flavanols les flavonones, les isoflavanes et les anthocyanes, selon l'état d'oxydation du noyau central C (**Jin.Dai et al., 2010**). La variation structurale des flavonoïdes dans chaque sous-groupe est en partie en raison du degré et du modèle de l'hydroxylation, la méthylation. (**Archivion et al., 2007**)

Les anthocyanes (en grec anthos signifie fleurs, et kyanos signifie bleu) sont des pigments hydrosolubles présents dans la plupart des espèces (**Jin-Ming Kong et al., 2003**). Ces pigments sont des dérivés du cation 2-phénylbenzopyrylium plus communément appelé cation flavylum. Ils sont accumulés dans les vacuoles cellulaires (**Jaclyn et al., 2010**) et ils sont responsables des couleurs rouges, violettes et bleues dans les fruits, les légumes, les fleurs et les graines, mais aussi jouent un rôle important dans la physiologie végétale comme attracteurs des insectes et dans la dispersion des graines. (**Kerio et al., 2012**)

➤ **Les tannins**

Les tannins sont des composés phénoliques hydrosolubles ayant un poids moléculaire compris entre 500 et 3000Da. (**Brunet, 2008**)

Les tannins ont une importance économique et écologique considérable, ils sont responsables de l'astringence de nombreux fruits et légumes et de leurs produits dérivés. (**Pascal et al., 2006**)

Les tannins sont des substances phénoliques naturelles d'origine végétale qui ont la propriété de transformer la peau fraîche en un matériau imputrescible qui est le cuir. Cette propriété de tannage provient de la création de liaisons entre les molécules de tannins et les fibres de la peau qui présente aussi la propriété de précipiter les alcaloïdes. (**Zimmer *et al.*, 1996**)

Il est classique de distinguer deux grands groupes de tannins, différents à la fois par leur réactivités chimiques et par leur compositions : les tannins hydrolysables et les tannins condensés. (**Pascal *et al.*, 2006**)

### **III.1. les antioxydants et le système de défense**

Les antioxydants sont capables de piéger les radicaux libres en captant les électrons célibataires en les transformant en molécules ou en ions stables. (**Favier, 2003**)

On distingue deux sources d'antioxydants, L'une est exogène apportée par l'alimentation essentiellement, les fruits et les légumes (antioxydants non enzymatiques), l'autre est endogène représentée par les enzymes (antioxydants enzymatiques). (**Haleng *et al.*, 2007**)

#### **III.1.1. Système antioxydant enzymatique**

L'organisme se défend contre les radicaux en synthétisant des enzymes qui les neutralisent. Les principales enzymes antioxydantes sont la superoxyde dismutase, la glutathion peroxydase et la catalase. (**Vincent *et al.*, 2004**)

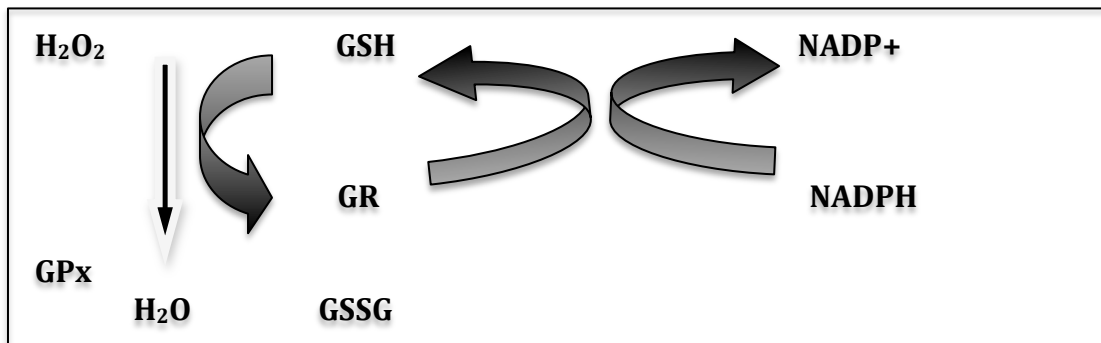
##### **❖ Superoxyde dismutase (SOD)**

Ce sont des métallo-enzymes à manganèse ou à cuivre et zinc présentes dans la mitochondrie. L'enzyme catalyse la dismutation de l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène qui pourra être pris en charge par des enzymes à activité peroxydase. (**Baudin, 2006**)



❖ **Glutathion peroxydase (GPx)**

La GPx fait partie d'un système complet qui joue un rôle central dans le mécanisme d'élimination de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. La GPx est l'enzyme clef du système antioxydant et nécessite la présence de glutathion réduit (GSH) comme donneur d'électron (Figure 5). Le glutathion dissulfite (GSSG) ainsi produit est à nouveau réduit par la glutathion réductase (GR) qui utilise le NADPH comme donneur d'électron. (Agrwal *et al.*, 2005)

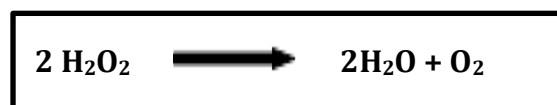


**Figure 5:** Elimination du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> par les réactions enzymatiques combinées de la GPx et de la GR. (Servais, 2004)

❖ **Catalase (CAT)**

La catalase est une enzyme tétramérique, dont chaque unité porte une molécule d'hème et une molécule de NADPH, Elle catabolise les peroxydes d'hydrogènes en molécules d'eau pour prévenir la formation de radicaux hydroxyles. (Mates *et al.*, 1999 ; Newsholme *et al.*, 2007)

La réaction de détoxification se déroule comme suit :



**III.1.2. Système antioxydant non enzymatiques**

Ce système fait appel à des molécules non enzymatiques telles que les vitamines antioxydantes (vitamine C et vitamine E), les caroténoïdes et les composés phénoliques (Gardés-Albert *et al.*, 2003). La plupart des caroténoïdes et vitamine A interagissent avec l'oxygène singulet et peuvent ainsi empêcher l'oxydation de plusieurs substrats biologiques dont les acides polyinsaturés (AGPI). (Center *et al.*, 2004)

Il existe plusieurs membres dans le groupe des caroténoïdes mais le caroténoïde le plus connu et étudié est le  $\beta$ -carotène, qui est un puissant antioxydant capable d'étancher rapidement l'oxygène singulet. (**Fusco *et al.*, 2007**)

Contrairement aux enzymes antioxydants, ces composés ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent être apportés par l'alimentation. (**Gardés-Albert *et al.*, 2003**)

#### ❖ Vitamine E

La vitamine E ( $\alpha$ -tocophérol) est le principal antioxydant. Elle neutralise les radicaux libres et stoppe la chaîne de réactions de peroxydation des lipides. Cette vitamine devient à son tour un radical moins réactif, qui pourra être régénéré par l'acide ascorbique. (**Bationo *et al.*, 2015**)

#### ❖ Vitamine C ou acide ascorbique

Les apports en vitamine C se font principalement par les fruits frais (Kiwi, agrumes) et par certains légumes comme les tomates, poivrons, brocolis (**Marc *et al.*, 2004**). C'est une vitamine très fragile qui peut facilement être dégradée lors cuisson par exemple. (**Lemoine, 2006**)

Plusieurs études rapportent un effet protecteur de la consommation de la vitamine C sur l'incidence des cancers, dont ceux de la cavité buccale, du pharynx, de l'œsophage, de l'estomac et du pancréas. (**Marc *et al.*, 2004**)

L'effet antioxydant de l'acide ascorbique pourrait inhiber les processus d'oxydation et les radicaux libres qui jouent un rôle important dans l'initiation et la promotion du processus néoplasique. (**Block, 1992 ; Carrac *et al.*, 1999**)

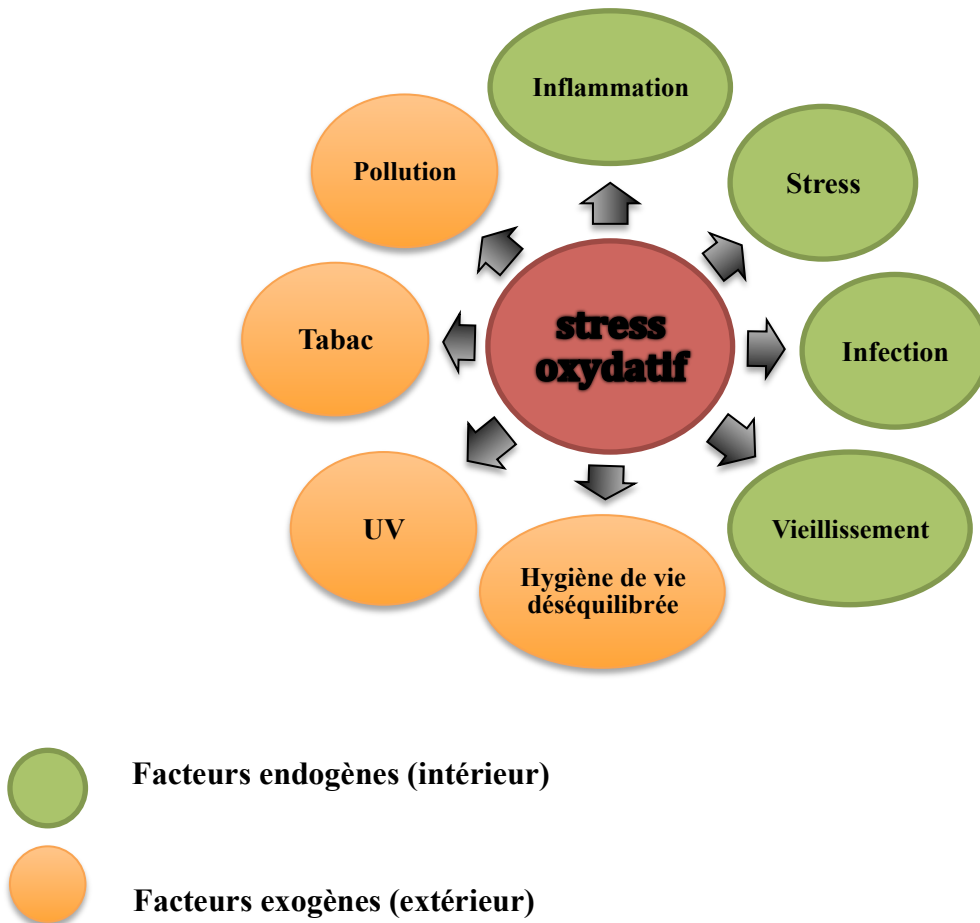
### III.2. Les radicaux libres

Un radical libre est défini comme toute molécule possédant un ou plusieurs électrons non appariés (**André *et al.*, 2004**). Cette molécule est très instable et réagit rapidement avec d'autres composants, essayant de capturer l'électron nécessaire pour acquérir la stabilité. Une réaction en chaîne débute lorsqu'un radical libre attaque la molécule stable la plus proche en lui arrachant son électron, et la molécule attaquée devient elle-même un radical libre. (**Martinez-Cayuela, 1995**)

En raison de ces électrons non appariés, les radicaux libres sont très réactifs et participent facilement aux réactions chimiques avec pratiquement tous les composants

cellulaires (lipides, protéines, glucides complexes et acides nucléiques) dans le corps. Ces réactions se produisent à travers une chaîne de réactions oxydatives provoquant des lésions tissulaires. (Haleng *et al.*, 2007)

Les êtres humains sont constamment exposés aux radicaux libres, en effet les sources des radicaux libres sont variées (Figure 6).



**Figure 6:** Sources de production des radicaux libres (Etablie par l'étudiant à base de Favier, 2006).

### III.3. Les espèces réactives d'oxygène (ROS)

Les espèces réactives d'oxygène ROS est un nom générique donné à une variété de molécules et radicaux libres dérivés de l'oxygène moléculaire. Ils jouent un rôle important de signalisation dans les plantes, le contrôle des processus tels que la croissance, le développement et surtout dans la réponse aux stimuli environnementaux biotiques et abiotiques (Madkour, 2019). Cependant, des quantités excessives en ROS peuvent altérer

l'équilibre de réduction-oxydation cellulaire (redox) et perturber les fonctions biologiques normales, en effet lorsqu'il y a un déséquilibre entre les activités de ROS et les systèmes de défense antioxydants/récupérations, le stress oxydatif (OS) se produit. **(Aprioku, 2013)**

Les ROS comprennent les radicaux libres tels que l'anion de superoxyde ( $O_2^-$ ), le radical hydroxyle (OH), ainsi que les molécules non radicales comme le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ), l'oxygène de singlet ( $^1O_2$ ). La réduction progressive de l'oxygène moléculaire ( $O_2$ ) par l'exposition à haute énergie ou les réactions de transfert d'électrons conduisent à la production du ROS hautement réactif.

Les espèces réactives d'oxygène (ROS) sont produites par des organismes vivants en raison du métabolisme cellulaire normal et des facteurs environnementaux, tels que les polluants atmosphériques ou la fumée de cigarette.

Les ROS sont des molécules très réactives qui peuvent endommager les structures cellulaires telles que les glucides, les acides nucléiques, les lipides et les protéines et modifier leurs fonctions. **(Madkour, 2019)**

#### **III.4. Le stress oxydatif**

Le stress oxydant correspond à un déséquilibre entre les systèmes pro-oxydants et antioxydants, en faveur des premiers **(Atmer, 2008)**. Il peut se produire en raison de la surproduction d'oxydants, la diminution de la défense antioxydante ou une combinaison de ces deux facteurs. **(Ece et al., 2007)**

Les protéines ainsi que les lipides sont les cibles principales des ROS **(Serdar et al., 2006)**. Ces derniers causent la peroxydation lipidiques, l'oxydation des protéines et l'altération de l'ADN. **(Deatons, 2003)**

Le stress oxydant n'est pas une maladie mais un mécanisme physiopathologique. Un excès d'espèces réactives mal maîtrisé **(Mercan, 2010)**, est impliqué dans l'apparition de plusieurs maladies, l'artériosclérose, le cancer, les maladies cardio-vasculaires, les maladies inflammatoires et le processus de vieillissement. **(Atmer, 2008)**

##### **❖ Origine de stress oxydatif**

Le stress oxydatif peut avoir diverses origines, telles que la surproduction endogène d'agents pro-oxydants d'origine inflammatoire un déficit nutritionnel en antioxydants ou même une exposition environnementale à des facteurs pro-oxydants (tabac, alcool,

médicaments, rayon ultraviolet, pesticides, ozone, amiante métaux toxiques). **Selon Magder (2006)**

❖ **Conséquences biochimiques du stress oxydatif**

La production excessive de radicaux libres provoque des lésions directes sur des molécules biologiques (oxydation de l'ADN, des protéines, des lipides, des glucides), mais aussi des lésions secondaires dues au caractère cytotoxique et mutagène des métabolites libérés notamment lors de l'oxydation des lipides (**Harris, 2002**), parmi ces conséquences on distingue:

➤ **Peroxydation des lipides**

Les acides gras polyinsaturés comme les acides linoléiques ou arachidoniques sont les cibles privilégiées des ROS et plus particulièrement des radicaux libres. Dans une première étape, ils se transforment en peroxydes lipidiques (ROOH) qui peut être mesurés au niveau plasmatique, sous l'action de métaux de transition (fer, cuivre). Les peroxydes lipidiques se décomposent ensuite en toute une série de sous-produits dont font partie les aldéhydes (**Pincemail et al., 1999**). Les principaux marqueurs de l'oxydation lipidiques sont le malondaldéhyde (MDA), les hydroperoxydes lipidiques et le 4-hydroxynonanal (4-HNE). (**Guichardant et al., 2006**)

➤ **Peroxydation des protéines**

Les modifications des structures primaires, secondaires, et tertiaires des protéines par les ROS sont à la base de la formation des dérivés protéiques carbonylés via plusieurs mécanismes incluant la fragmentation et l'oxydation des acides aminés. (**Pincemail et al., 1999**)

➤ **L'oxydation de L'ADN**

Les espèces réactives, et plus particulièrement le radical hydroxyle (HO), peut induire des cassures de l'ADN, des mutations ponctuelles (simples ou doubles brins) ou bien altérer les systèmes de réparation. Les ROS peuvent induire notamment des oxydations, des nitrations ou des méthylations des bases. Ces modifications vont ainsi perturber la transcription et la traduction par la suite, aboutissant à la formation d'une protéine tronquée et/ou non fonctionnelle. Ces altérations sont souvent à l'origine des phénomènes de mutagenèse, carcinogénèse ou encore de vieillissement prématuré. (**Valko et al., 2006**)



## **IV. Généralités sur le fromage**

### **IV.1. Définition de fromage**

Selon **la norme (Codex STAN 283-1978)**, le fromage est défini comme étant le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra-dure, qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséines ne dépasse pas celui du lait. Il est obtenu par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation ; ou alors par emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des produits provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques correspondant à la définition précédente.

### **IV.2. Définition de fromage frais**

Un fromage frais est un produit fermenté ou non, obtenue par la coagulation du lait, de la crème ou de leur mélange, suivi d'un égouttage et contenant au minimum 23g de matière sèche pour 100g de fromage. **(Grospiron, 1988 ; Larpent, 1997)**

Les fromages frais sont prêts à consommer dans les jours, voir les heures qui suivent leur fabrication et sont si jeunes qu'ils ont à peine le temps de laisser se développer la saveur potentielle du lait. Leur goût est donc en général décrit comme lactique ou laiteux, doux, citronné, rafraichissant, acide ou proche de celui des agrumes. **(Harbut, 2010)**

### **IV.3. Composition de fromage frais**

Le fromage a une longue tradition dans l'alimentation humaine. Le taux élevé de lipides et de protéines dans le fromage en fait un aliment nutritif, riche en énergie. Le fromage est une source riche en nutriments essentiels, en particulier en protéines, en peptides bioactifs, en acides amines, en lipides, en acides gras, en vitamines et en minéraux (tableau I). **(Walther et al., 2008)**

**Tableau I:** Composition moyenne pour 100g de fromage frais. (Eck et Gillis, 2006)

Composition	Valeur pour 100g de fromage frais
Eau	79 g
Energie	118 Kcal
Glucides	4 g
Lipides	7.5 g
Protéines	8.5 g
Calcium	100 mg
Phosphore	140 mg
Magnésium	10 mg
Potassium	130 mg
Sodium	40 mg
Zinc	0.5 mg
Thiamine	0.03 mg
Riboflavine	0.15 mg
Niacine	0.15 mg

#### IV.4. Valeur nutritionnelle de fromage frais

Les fromages frais constituent une forme de conservation des protéines, des matières grasses ainsi que d'une partie du calcium et du phosphore du lait. Leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques sont très appréciées par l'Homme. (Mahaut *et al.*, 2000)

Selon la FAO (1995), le lait destiné à la production du fromage blanc subit de nos jours un chauffage intense (10 minutes à 95 °C), d'où la formation d'un complexe caséines/protéines qui, lors de l'acidification, précipite, de sorte qu'une forte proportion de protéines sériques est entraînée avec la caséine et forme le fromage blanc. Ce dérivé lacté présente une valeur biologique et nutritionnelle plus élevée, en raison d'un taux plus favorable en acides aminés essentiels et notamment en acides aminés soufrés.

#### IV.5. Technologie de fabrication de fromage frais

Le schéma général de la technologie de fabrication des fromages frais est présenté dans la figure 7.

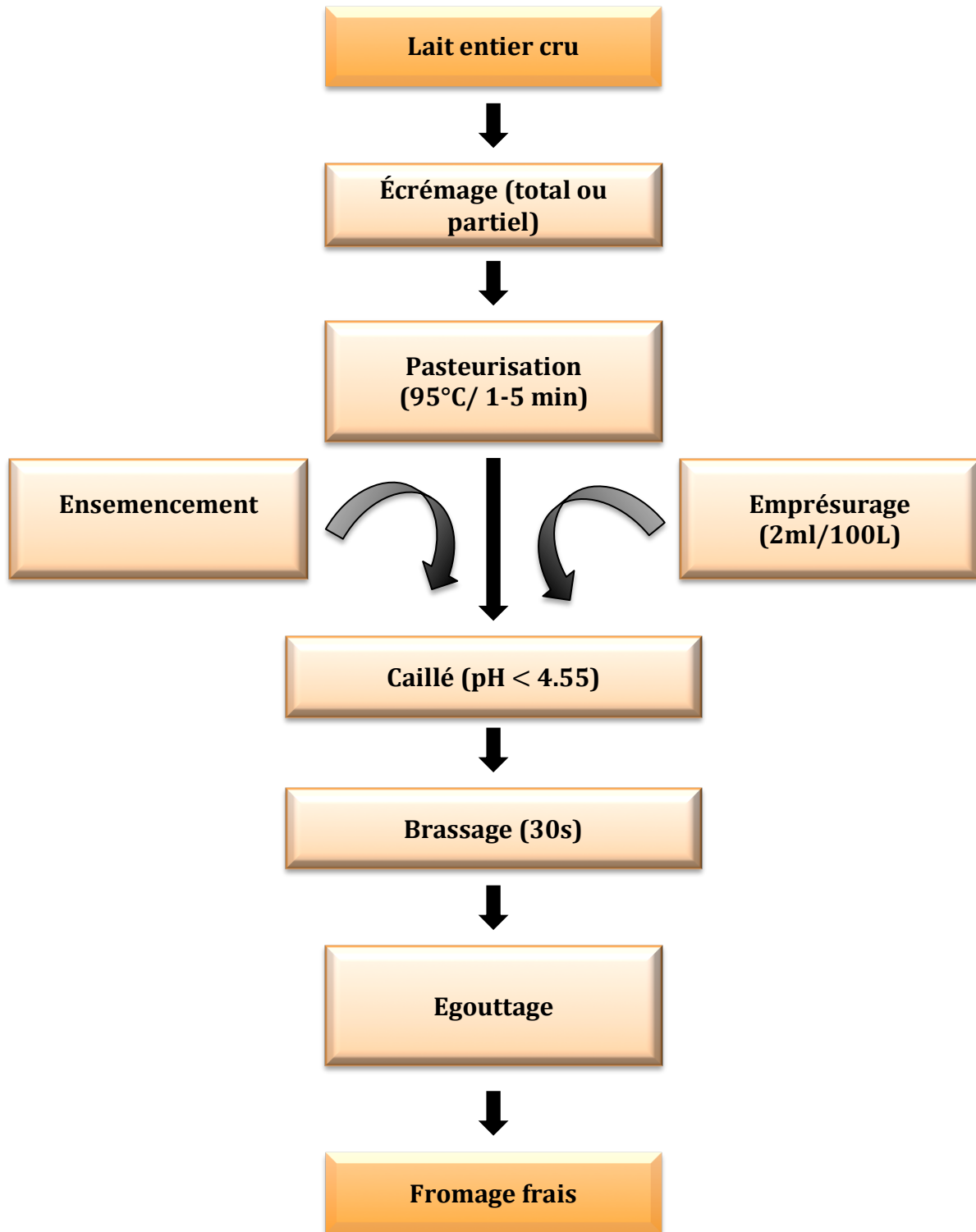


Figure 7: Schéma général de la technologie de fabrication des fromages frais. (Jeantet *et al.*, 2008)

## **IV.6. Généralités sur les bactéries lactiques**

Les bactéries lactiques ont toujours occupé une place importante parmi les auxiliaires de fabrication alimentaire. Leurs caractères varient et leurs multiples propriétés sont largement exploitées dans l'agroalimentaire. Ces bactéries sont présentes dans notre alimentation quotidienne que ce soit dans les produits laitiers (fromage, yaourt), certains produits végétaux ou produits carnés. (**Garrly *et al.*, 1999**)

Ce sont des bactéries à gram positif, immobiles, sporulées, catalases et oxydases négatives, anaérobies ou aérotoles, uniquement capable de fermentation en aérobiose comme en anaérobiose.

Selon le type de fermentation préférentiellement utilisé, les bactéries lactiques sont dites :

- Homofermentaires : l'acide lactique est le seul produit de la fermentation du glucose ;
- Hétérofermentaires : la fermentation du glucose aboutit à la formation d'acide lactique et d'autres composés : éthanol, CO<sub>2</sub> et autres acides organiques. (**Laurent *et al.*, 2011**)

Les bactéries lactiques utilisées dans l'industrie fromagère regroupent plusieurs genres dont les principaux sont : *Lactococcus* et *Lactobacillus*.

### **❖ Lactococcus**

Ces espèces présentent un métabolisme homolactique et sont mésophiles puisque leur température optimale de croissance est aux alentours de 30°C. (**Casalta *et al.*, 2008**)

Les souches de *Lactococcus lactis* sont largement utilisées comme souches de démarrage pour la production de produits laitiers fermentés (**Stephen *et al.*, 2000**). En fermentant le lait, elleS donneNT ainsi au produit fini des caractéristiques organoleptiques particulières et permettent une conservation plus longue. (**Drouault *et al.*, 1999**)

### **❖ Lactobacillus**

Les lactobacilles sont des bâtonnets à gram positif appartenant au groupe des bactéries lactiques (LAB).

Leurs caractéristiques phénotypiques, telles que les capacités d'homo/hétérofermentation jouent un rôle crucial dans le lait aigre, cru et dans la production des produits laitiers fermentés tels que le fromage, le yaourt et le lait fermenté.

Le genre lactobacillus est un groupe microbien hétérogène contenant quelques espèces et 27 sous-espèces (**Marion et al., 2008**). Les bactéries appartenant à ce genre sont des bacilles longs et fins souvent groupés en chaînes, se développant à un optimum de température situé entre 30 et 40°C. (**Khalid et al., 1990**)

Les bactéries du genre lactobacillus ont des besoins nutritionnels multiples pour leur croissance. Elles ont besoins d'un approvisionnement en oxygène, des facteurs de croissances essentiels tels que les purines, pyrimidines, vitamines et acides aminés libres. (**Khalid et al., 1990**)

# MATHERIEL ET METHODES

## **Objectif du travail**

Ce travail a été réalisé au niveau de laboratoire de contrôle de qualité alimentaire « PREVOLAB » à EL 'Kseur, Wilaya de Bejaïa.

Notre travail s'est focalisé d'abord sur l'enrichissement d'un fromage frais avec la poudre de lentisque (*Pistacia lentiscus*) et celle du persil (*Petroselinum crispum*), puis, l'étude de ses caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques. En parallèle, la détermination des teneurs en composés phénoliques et de l'activité antioxydante des fromages enrichis par le test DPPH a été réalisée.

## **I. Echantillonnage**

Afin de réaliser un enrichissement d'un produit laitier (fromage frais) par des antioxydants d'origine naturelle, on a utilisé des feuilles de *Pistacia lentiscus* et *Petroselinum crispum* collectées en mois de mars 2020, dans la région de Tala Hamza, située sur la rivièrre de l'Oued Soummam à sept kilomètre de la ville de Bejaïa. Ces feuilles ont été mises directement dans des sachets en plastiques propres puis acheminer jusqu'au laboratoire de contrôle de qualité alimentaire « PREVOLAB ».

## **II. Traitement des échantillons**

### **II.1. Prétraitement des échantillons**

Les feuilles de nos plantes médicinales « *Pistacia lentiscus*, *Petroselinum crispum* » ont été soigneusement lavées plusieurs fois avec de l'eau minérale, égouttées puis séchées à 40 °C dans une étuve pendant environ 6 jours.

Après séchage, elles ont été broyées à l'aide d'un broyeur électrique puis tamisées afin d'obtenir une poudre fine dont le diamètre des particules  $\phi < 250 \mu m$ .

Les poudres ainsi obtenues sont conservées dans des bocaux en verre, puis stérilisées à 90°C pendant 5 min. Ces bocaux sont préalablement séchés à l'étuve, hermétiquement fermés et emballés dans du papier aluminium afin d'éviter le phénomène d'oxydation des différents composés phénoliques des plantes.

## **II.2. Préparation des échantillons de fromage**

Le fromage frais utilisé dans cette étude a été fabriqué dans d'une laiterie au niveau de EL'Kseur. Il a été directement récupéré après égouttage dans des buccaux stériles et acheminé dans une glacière au laboratoire de contrôle de la qualité alimentaire, PREVOLAB.

Les échantillons de fromage servis pour notre étude ont été aseptiquement préparés comme suit :

- Fromage A: Fromage témoin
- Fromage B, C et D: sont les fromages enrichis par 0,005%, 0,010%, 0,025% de poudre respectivement de *Pistacia lentiscus* préalablement stérilisée à 90°C/5 min dans un four pasteur.
- Fromage E, F et G: sont les fromages enrichis par 0,005%, 0,010%, 0,025% de poudre respectivement de *Petroselinum crispum* préalablement stérilisée à 90°C/5 min dans un four pasteur.

Les échantillons de fromage ont été conservé dans des boites stériles et le suivi des paramètres physicochimiques et microbiologiques a été effectué à J+1 et aux 24 jours suivants de conservation au réfrigérateur (6°C).



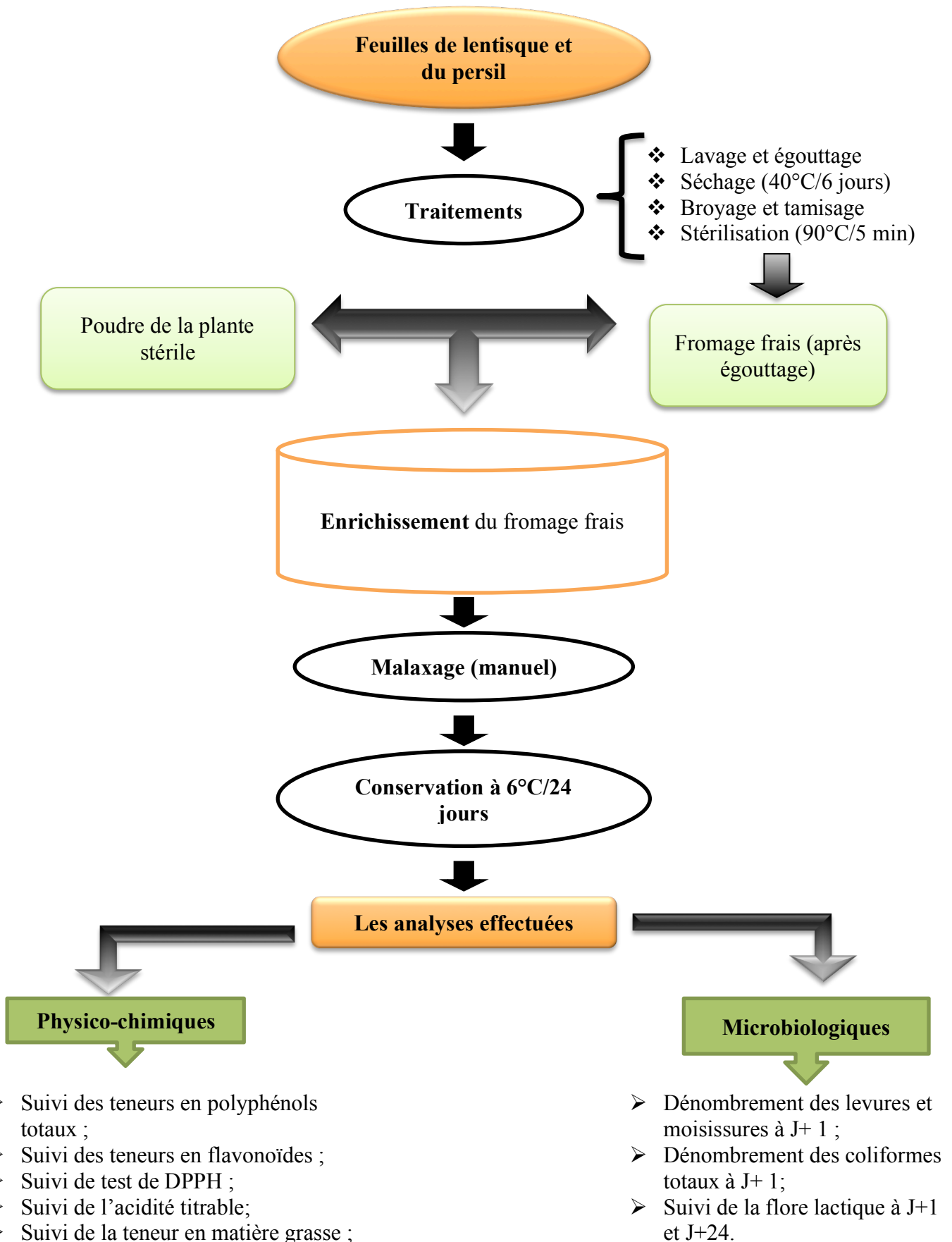


Figure 08: Représentation schématique des étapes de l'expérimentation.

## II. Analyses physico-chimiques

Un suivi des analyses physico-chimiques a été effectué après l'addition des poudres de *Pistacia lentiscus* et *Petroselinum crispum* au fromage frais à J+1 et après 24 jours de conservation au réfrigérateur (6°C).

### III.1. Préparation des extraits aqueux des échantillons de fromage

Chaque échantillon de fromage (2g) a été homogénéisé avec 20mL d'eau distillée. Les échantillons obtenus ont été centrifugés deux fois à 4500tr/min pendant 10min. Les surnageants ont été récupérés et analysés. (Apostolidis *et al.*, 2006)

### III.2. Dosage des polyphénols totaux

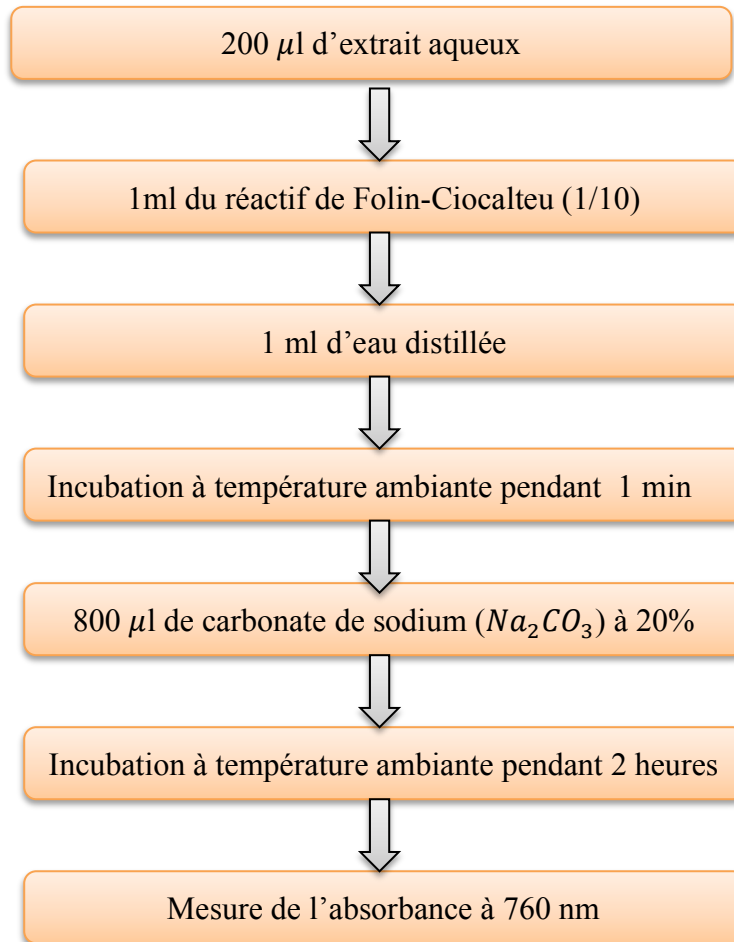
- **Principe**

Le réactif de Folin-Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et d'acide phosphomolybdique (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>). La méthode de Folin-Ciocalteu est basée sur l'oxydation des cycles phénoliques, couplée à la réduction d'acide phosphomolybdique. Le réactif de Folin-Ciocalteu voit ses propriétés colorimétriques modifiées lorsqu'il est complexé à certaines molécules, il réagit avec la fonction OH des phénols, cette réaction se traduit par le développement d'une coloration bleue foncée, permettant de déterminer la concentration des polyphénols en se référant à une courbe d'étalonnage à partir des concentrations connues. (Bucic-Kojic *et al.*, 2007; Ribéreau-Gayon, 1968)

- **Mode opératoire**

La teneur en composés phénoliques totaux a été déterminée selon la méthode décrite par Singleton et Rossi (1965).

Le protocole suivi est résumé dans la figure suivante :



**Figure 09** : Protocole de dosage des polyphénols totaux. (Singleton et Rossi, 1965)

### Expression des résultats

Les absorbances des échantillons sont lues à 760 nm grâce à un spectrophotomètre et les concentrations en polyphénols totaux sont déduites d'après une courbe d'étalonnage établie avec de l'acide gallique (Annexe III) à différentes concentrations.

Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent acide gallique par gramme de fromage (mg EAG/g fromage).

### III.3. Dosage des flavonoïdes

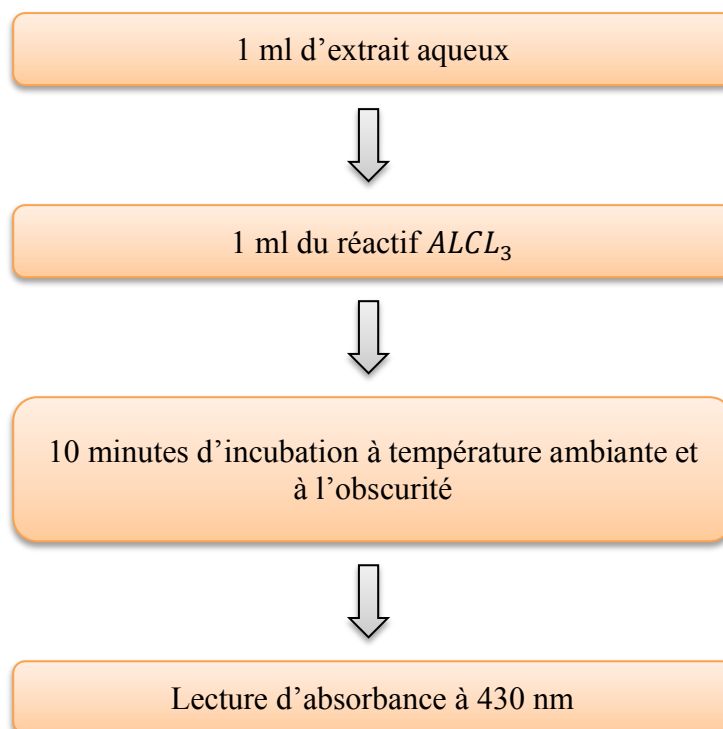
- **Principe**

La teneur en flavonoïdes a été déterminée par la méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium (Kim *et al.*, 2003). Les groupements hydroxyles des flavonoïdes

forment un complexe avec le tri-chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ). Ce complexe donne à la solution une coloration jaunâtre qui absorbe à 430 nm. (Ardestani *et al.*, 2007)

- **Mode opératoire**

Le protocole suivi est résumé dans la figure suivante :



**Figure 10:** Protocole de dosage des flavonoïdes. (Maksimovič *et al.*, 2005).

- **Expression des résultats**

La quantification des flavonoïdes a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire réalisée par la quercétine (Annexe IV), à différentes concentrations dans les mêmes conditions que les extraits. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent de quercétine par gramme de fromage (mg EQ/g de fromage).

### III.4. Évaluation de l'activité antioxydante par le test de DPPH

- **Principe**

Le 1,1-Diphényl-2-picrylhydrazol (DPPH) est un radical libre stable, de couleur violacée qui absorbe à 517nm. En présence des composés anti-radicaux, le radical DPPH est réduit et

change de couleur en virant au jaune. Les absorbance mesurées à 517nm servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH, qui est proportionnel au pouvoir antioxydant. (Chaabi, 2008)

- **Mode opératoire**

Dans des tubes à essai, 1,95ml de solution DPPH sont introduits, puis 50µL d'extrait aqueux de chaque échantillon ont été ajoutés. Après 30 min d'incubation à l'obscurité, une lecture des absorbances a été faite à 517nm. (Apostolidis *et al.*, 2006)

- **Expression des résultats**

Le pourcentage d'inhibition des radicaux libres  $\text{DPPH}^+$  (%I) a été calculé selon la formule suivante :

$$\%I = (1 - \text{Absorbance d'échantillon} / \text{Absorbance du control}) \times 100$$

### III.5. Mesure de l'acidité titrable

- **Principe**

L'acidité titrable représente la somme des acides minéraux et organiques présents dans le produit. Elle est exprimée en fonction de l'acide dominant. Elle est déterminée par titration avec une solution d'hydroxyde de sodium (0,1N) en présence de la phénolphtaléine comme indicateur coloré. (Shori et Baba, 2013)

- **Mode opératoire**

Quelques gouttes de phénolphtaléine ne sont ajoutées à 10mL de solution de fromage, puis titrée avec une solution de NaOH (0,1N) jusqu'à l'apparition d'une couleur rose. Pour le fromage, une dilution est d'abord effectuée en ajoutant 9 mL d'eau distillée à 1g de fromage. (Shori et Baba, 2013)

- **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en degré Dornic (°D). Il correspond à la valeur lue sur la burette après le titrage en appliquant la formule suivante :

$$\text{Acidité (°D)} = V \times 10$$

V (ml) : Volume de la chute de la burette.

### III.6. Détermination de la teneur en matières grasses

La matière grasse est déterminée par la méthode de Gerber ou méthode acidobutyrométrique de VAN GULIK (ISO : 3433-2002).

- **Principe**

La matière grasse de fromage est séparée par centrifugation au butyromètre, après avoir dissous les protéines du fromage par l'acide sulfurique. La séparation de matière grasse est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso-amylique. La teneur en matière grasse est obtenue par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

- **Mode opératoire**

Dans un contenant en verre préalablement taré, on introduit 3 g de l'échantillon de fromage. On met le gobelet dans la panse du butyromètre et on fixe le bouchon au col, on ajoute l'acide sulfurique par l'ouverture de la tige jusqu'à ce que le niveau d'acide dépasse le gobelet de 2mm environ.

Après avoir bouché l'ouverture de la tige, le butyromètre est placé dans un bain d'eau à 65°C. On agite de temps en temps le butyromètre dans un plan horizontal jusqu'à dissolution complète de la prise d'essai. On ajoute 1ml d'alcool iso-amylique, ensuite de l'acide sulfurique jusqu'au trait 35ml de la graduation. Le butyromètre est agité énergiquement dans un agitateur vortex pour rendre le liquide homogène qu'est placé ensuite dans le bain d'eau pendant 5 minutes.

On centrifuge pendant 10 minutes et on place de nouveau le butyromètre dans le bain d'eau pendant 5 minutes. La teneur en matières grasses est lue directement sur la graduation du butyromètre et les mesures sont effectuées en triple.

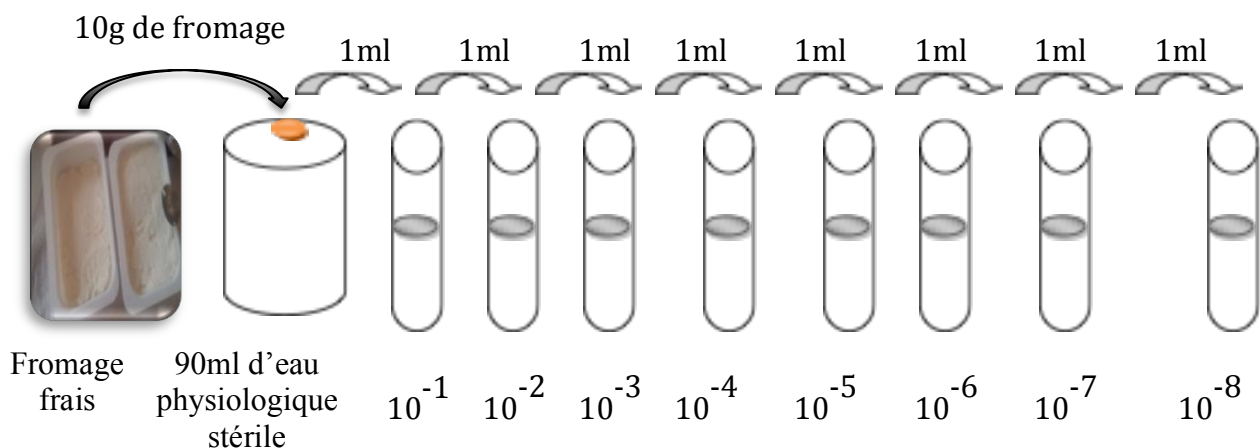
#### IV. Analyses microbiologiques

Après addition de la poudre de *Pistacia lentiscus* et la poudre de *Petroselinum crispum* aux fromages frais, les levures et moisissures ainsi que les coliformes totaux ont été recherchés à J+1.

Afin d'évaluer l'effet du *Pistacia lentiscus* et *Petroselinum crispum* sur la flore lactique, deux suivis ont été effectués pour les échantillons de fromages enrichis pendant 24 jours de conservation. L'un s'est effectué au 1<sup>er</sup> jour de l'enrichissement et l'autre au 24<sup>ème</sup> jour de conservation.

##### ❖ Préparation de la solution mère

Avant d'ouvrir la boîte du fromage et afin d'éliminer toute source de contamination, sa surface extérieure a été soigneusement nettoyé avec de l'éthanol. 10 g de fromage sont homogénéisés dans 90 ml d'eau physiologique stérile, préchauffée à environ 45°C pendant quelques secondes, ce qui forme la solution mère ( $10^1$ ). Une série de dilutions décimales est réalisée en prélevant 1 ml de la solution mère dans 9 ml d'eau physiologique stérile, ce qui constitue la dilution  $10^{-2}$ , puis après homogénéisation de cette dernière, la même opération est répétée pour la préparation du restes de dilutions.



**Figure 11:** Préparation de la solution mère et les dilutions jusqu'à la dilution  $10^{-8}$

## IV.1. Dénombrement de la flore lactique

### IV.1.1 Dénombrement des lactococcus

Le milieu de culture et de dénombrement de base des lactococcus est le M17. Le milieu est ensemencé dans la masse. L'incubation se fait à 37°C pendant 48 heures.

L'isolement a été réalisé sur gélose M17, par ensemencement en masse à raison de 1ml des dilutions  $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$ , et incubation se fait à 37°C pendant 48 heures. (Guiraud, 2003)

### IV.1.2 Dénombrement des lactobacilles

Le milieu de culture et dénombrement de base des lactobacilles est le MRS (Man, Rogosa, Sharpe). Le milieu est ensemencé dans la masse. L'incubation se fait en anaérobiose à 37°C pendant 48 heures (Guiraud, 2003).

L'isolement a été réalisé sur gélose MRS, par ensemencement en masse à raison de 1ml des dilutions  $10^{-8}$  et incubation à 37°C.

- **Expression des résultats**

Les colonies ont été comptées sur les boîtes. Pour chaque micro-organisme caractéristique, le nombre de micro-organismes par gramme d'échantillon a été calculé en tant que moyenne pondérée à partir de deux dilutions successives. (AFNOR, 2004)

$$N = \Sigma C/v (n1 + 0,1 n2) d$$

Où :

- C : la somme de colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives ;
- V : volume de l'inoculum (ml).
- n 1 : nombre de boîtes retenues à la première dilution ;
- n 2 : nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution ;
- d : taux de dilution correspond à la première dilution retenue.



## IV.2. Dénombrement de levures et moisissures

- **Principe**

Les levures et moisissures sont des microorganismes qui, après ensemencement en surface sur un milieu inhibiteur pour les bactéries aérobies (gélose OGA), forment des colonies après incubation à 20 à 25°C pendant 5 jours. (AFNOR, 1981)

- **Mode opératoire**

Ensemencement en masse de 1ml de la suspension mère dans la gélose OGA. Après solidification, les boîtes ont été incubées à 35°C/5 jours. Le nombre de micro-organismes caractéristiques aux levures et moisissures par gramme d'échantillon, correspond au nombre de colonies comptées sur la boîte ensemencée multiplié par deux. Une boîte témoin contenant environ 15ml de gélose OGA et une autre contenant 1ml d'eau physiologique et environ 15ml du milieu OGA ont été préparées pour contrôler leur stérilité.

- **Lecture**

Pour les levures et les moisissures, ils sont faciles à rechercher et dénombrer mais comme toujours, il faut qu'utilise la coloration de gram et le microscope pour confirmer. **Pour les levures** : aspect souvent identique à celui des colonies bactériennes. Elles peuvent avoir des formes convexes ou plates et sont pigmentées, souvent opaques, et ont une odeur caractéristique. **Pour les moisissures** : colonies toujours pigmentées épaisses, à aspect velouté et parfois envahissantes.

## IV.3. Dénombrement de coliformes totaux

- **Principe**

Le milieu utilisé est la gélose biliée lactosée au rouge neutre et au cristal violet, c'est un milieu sélectif qui permet de dénombrer les coliformes par ensemencement en masse. (Larpen, 1997)

- **Mode opératoire**

A partir des dilutions  $10^{-1}$  et  $10^{-2}$ , prélever aseptiquement 1 ml dans quatre boîtes de pétri stériles, couler ensuite environ 15 ml de VRBL. L'ensemencement se fait en double couches, et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

- **Lecture**

Le développement des coliformes sur milieu VRBL s'exprime par l'apparition des colonies rouges rondes. Les colonies des coliformes totaux se présentent sous forme de colonies rouges foncées et d'un diamètre de moins de 0,5 mm et ayant une forme ronde et lenticulaire.

## **V. Analyse statistique**

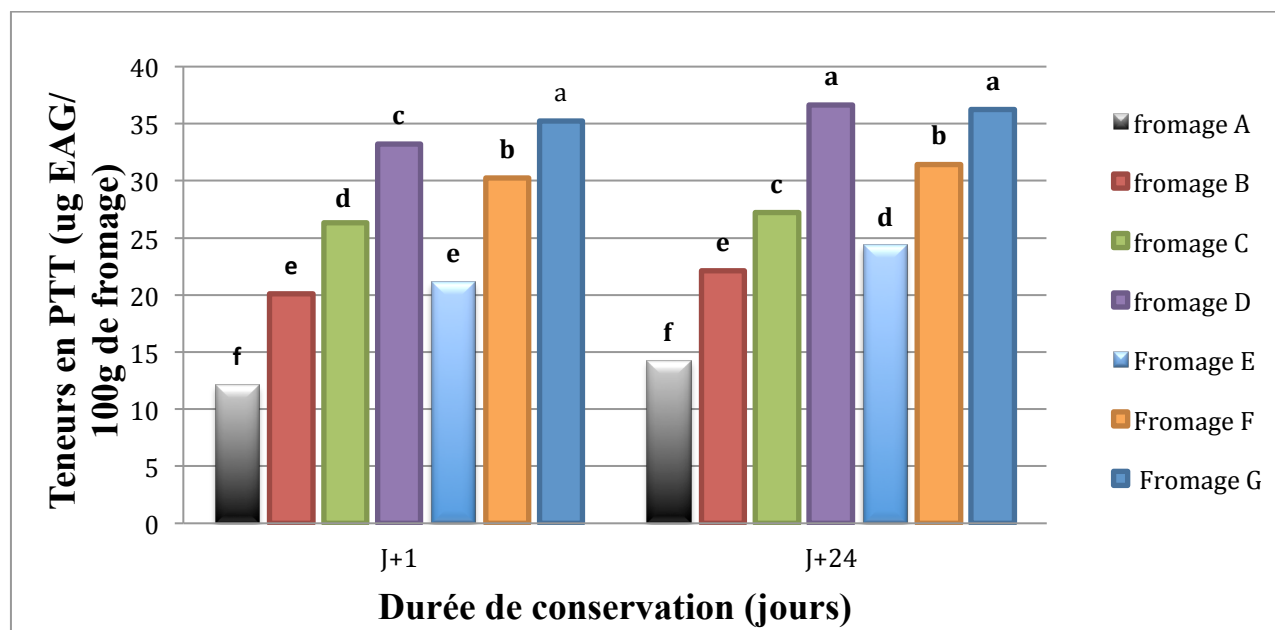
Toutes les données représentent la moyenne des trois essais. Pour la comparaison des résultats, l'analyse de la variance, ANOVA (STATISTICA 5.5) est utilisée et le degré de signification des données est pris à la probabilité  $P < 0,05$ .

# RESULTATS ET DISCUSSION

## I. Analyses physico-chimiques

### I.1. Teneurs en polyphénols totaux (PPT)

Les teneurs en polyphénols totaux obtenues pour les différents fromages durant la conservation sont présentées dans la figure 12:



**Figure 12:** Evolution des teneurs en polyphénols totaux (PPT) des fromages, en fonction de la durée de conservation.

Les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes ( $P < 0,05$ ). Les résultats sont classés par ordre croissant ( $a > b > c > d > e$ ).

D'après la figure 12, nous remarquons que la teneur en PPT du fromage témoin (Fromage A) est pratiquement constante tout au long de la durée de conservation. Néanmoins, cette teneur augmente au fur et à mesure de l'augmentation des pourcentages des poudres de *Pistacia lentiscus* et de *Petroselinum crispum* incorporées dans les fromages.

Ces teneurs sont proportionnelles à la durée de conservation. En effet, les teneurs passent de  $20,12 \mu\text{g EGA/g}$  de fromage pour le fromage B et de  $21,12 \mu\text{g EGA/g}$  de fromage pour le fromage

E au 1<sup>er</sup> jour de conservation pour atteindre 22,14µg EGA/g de fromage et 24,33µg EGA/g de fromage respectivement au 24<sup>ème</sup> jour de conservation.

Les résultats trouvés dans la présente étude nous indiquent que les teneurs en PPT des fromages enrichis par la poudre de *Petroselinum crispum* sont plus élevées que celles trouvées dans les fromages enrichis par la poudre de *Pistacia lentiscus*.

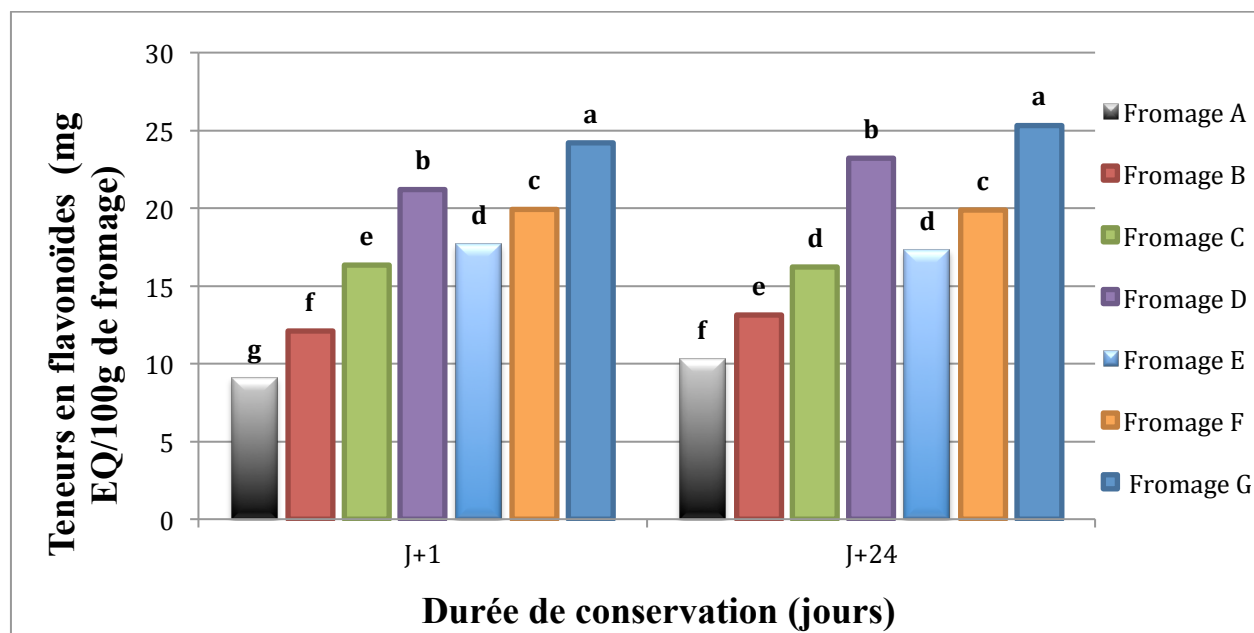
Ces teneurs peuvent varier selon un certain nombre de facteurs. Les facteurs contribuant à la variabilité dans la teneur en PPT pourraient être liée au cultivar, au stade de maturation, des conditions climatiques et de la période de récolte. **(Paré, 1991)**

En plus, la détermination quantitative des PPT selon la méthode de folin-ciocalteau n'est pas très spécifique car elle ne donne pas d'indication sur la nature des PPT présentes dans l'extrait. En outre, certaines substances, telles que la vitamine C, les caroténoïdes, les sources réducteurs et les acides aminés aromatiques, peuvent, en réduisant le complexe phosphotungstique - phosphomolybdénique, interférer et conduire à une surestimation de la teneur en PPT. En effet, cette méthode donne un aperçu sur la qualité réductrice d'un ensemble de composés en plus des PPT. **(Cariado et al., 2004 ; Tasioula et al., 2001)**

L'analyse ANOVA au seuil de signification  $P < 0,05$  a révélé une différence significative entre les six fromages (B, C, D E, F, G) au J+1 et au 24<sup>ème</sup> jour de conservation à 6°C.

### **I.2. Teneurs en flavonoïdes**

Les teneurs en flavonoïdes obtenues pour les différents fromages durant la conservation sont présentées dans la figure 13:



**Figure 13:** Evolution des teneurs en flavonoïdes des fromages, en fonction de la durée de conservation.

Les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes ( $P < 0,05$ ). Les résultats sont classés par ordre croissant ( $a > b > c > d > e$ ).

Les teneurs en flavonoïdes extraits dosés pour les fromages enrichis (fromages : B, C, D, E, F et G) et fromage témoin (fromage A), variaient de 9,11µg EQ/g de fromage à 25,33µg EQ/g de fromage respectivement.

La teneur en flavonoïdes pour les fromages enrichis augmente au fur et à mesure de l'augmentation de la concentration des poudres de *Pistacia lentiscus* et de *Petroselinum crispum* incorporées dans les fromages.

En effet, pour les fromages enrichis par la poudre de *Pistacia lentiscus*, Les teneurs en flavonoïdes passent de 12,12µg EQ/g de fromage pour le fromage B, 16,33µg EQ/g de fromage pour le fromage C, 21,22µg EQ/g du fromage pour le fromage D à J+1 de conservation, pour atteindre 13,4µg EQ/g de fromage, 16,22µg EQ/g de fromage, 23,22µg EQ/g de fromage

Respectivement au 24<sup>ème</sup> jour de conservation à 6°C. Pour les fromages obtenus avec 0,005%, 0,010%, 0,025% de poudres respectivement. En outre, pour les fromages enrichis par la poudre de *Petroselinum crispum*. Les teneurs en flavonoïdes passent de 17,72µg EQ/g de fromage pour le fromage E, 19,92µg EQ/g de fromage pour le fromage F, 24,22µg EQ/g de fromage pour le fromage G au J+1 de conservation, pour atteindre 17,33µg EQ/g de fromage, 19,9 µg EQ/g de fromage, 25,33 µg EQ/g du fromage respectivement au 24<sup>ème</sup> jour de conservation à 6°C, pour les fromages obtenus avec 0,005%, 0,010%, 0,025% respectivement.

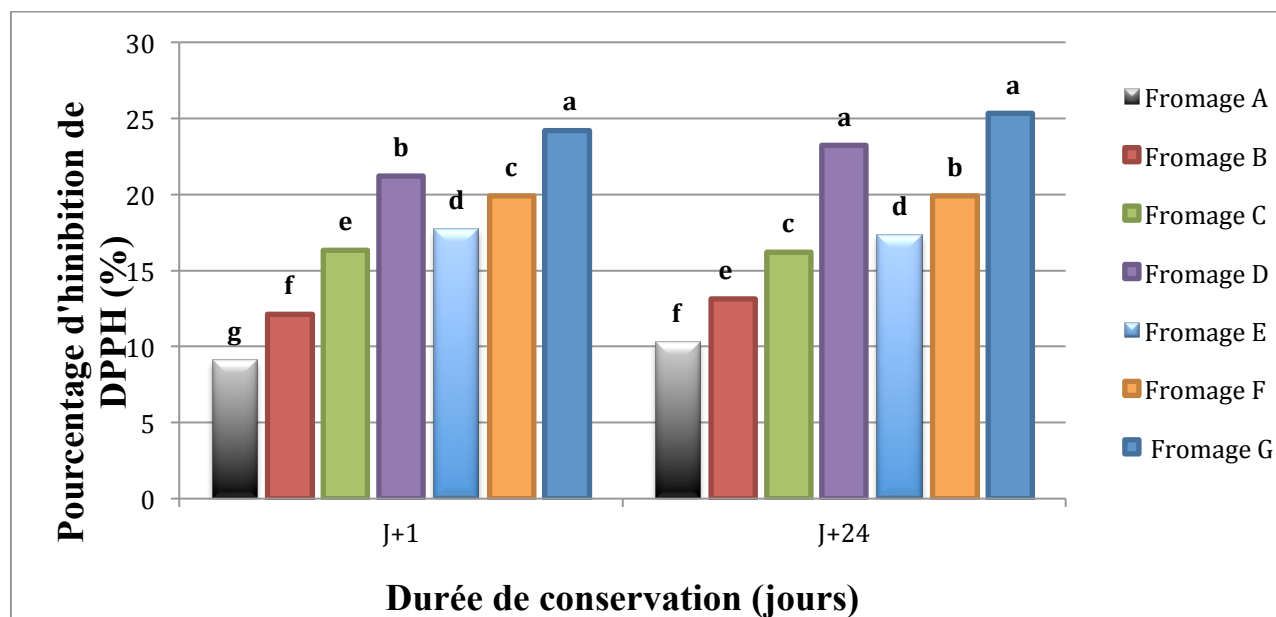
Les résultats trouvés dans la présente étude nous indiquent que les teneurs en flavonoïdes des fromages enrichis par la poudre de *Petroselinum crispum* sont plus élevées que celles trouvées dans les fromages enrichis par la poudre de *Pistacia lentiscus*.

Selon (**Rawel et al., 2005**), les méthodes de conservations et d'expositions à la lumière des plantes peuvent affecter la teneur en flavonoïdes.

L'analyse ANOVA au seuil de signification  $P < 0,05$  a révélé une différence significative entre les fromages (B, C et D) au J+1 et au 24<sup>ème</sup> jour de conservation à 6°C. Pour les autres fromages aucune différence n'a été révélée.

### I.3. Activité antiradicalaire

Les résultats obtenus pour le test d'inhibition du radical DPPH sont présentés dans la figure 14:



**Figure 14:** Evolution de l'activité antiradicalaire des fromages obtenus au cours de la conservation.

Les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes ( $P < 0,05$ ). Les résultats sont classés par ordre croissant ( $a > b > c > d > e$ ).

D'après les résultats obtenus en figure 14, les fromages enrichis présentent une activité antioxydante élevée par rapport au fromage témoin (Fromage A). Le pouvoir antiradicalaire est proportionnel à la concentration des poudres des feuilles séchées incorporées dans les fromages. L'augmentation du pourcentage d'inhibition du radical DPPH est due au clivage et la libération des composés phénoliques à des puissances plus élevées, ce qui induit une forte activité antiradicalaire.

Les allures d'histogramme nous indiquent que l'extrait du fromage G présente une meilleure activité antiradicalaire avec un taux de 25,33% pour le fromage enrichis avec la poudre de *Petroselinum crispum* à 0,025% ainsi que pour les fromages enrichis par *Pistacia lentiscus*. Le fromage D présente l'activité antiradicalaire la plus élevée avec un taux de 23,22% pour le fromage obtenu avec 0,025% de poudre sèche.



Les fromages enrichis par *Petroselinum crispum* possèdent un pouvoir antiradicalaire plus important que ceux enrichis par *Pistacia lentiscus*. Cela peut être expliqué par la différence des teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes qui ont un pouvoir d’agir comme des agents réducteurs en donnant plus d’atomes pour stabiliser les radicaux libres. (Pietta, 2000)

L’activité antioxydante dépend de plusieurs facteurs, par exemple : la concentration des extraits, la méthode d’évaluation, la sensibilité des antioxydants à la température de l’essai et la nature hydrosoluble ou liposoluble de l’antioxydant. (Ghedadba *et al.*, 2015)

L’analyse ANOVA au seuil de signification  $P < 0,05$  a révélé une différence significative entre les fromages (B, C, D, et F) au J+1 et au 24<sup>ème</sup> jour de conservation à 6°C. Pour les autres fromages aucune différence n’a été révélée.

#### I.4. L’acidité titrable

Les résultats de suivi de l’acidité Dornic du fromage témoin (A) et six fromages enrichis avec les deux plantes médicinales lentisque et le persil sont présentés dans la figure 15:

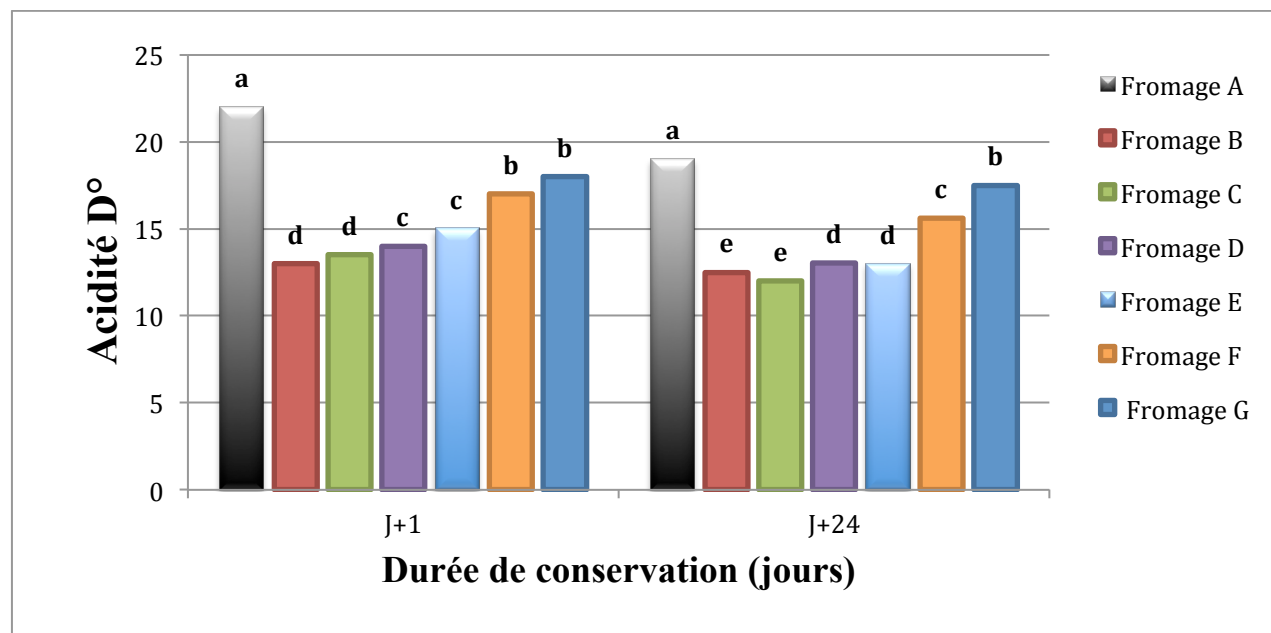


Figure 15: Évolution de l’acidité Dornic des fromages en fonction de la durée de conservation.

Les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes ( $P < 0,05$ ). Les résultats sont classés par ordre croissant ( $a > b > c > d > e$ ).

Le suivi de l'évolution de l'acidité Dornic au cours de la conservation (1<sup>er</sup> / 24<sup>ème</sup> jour) à 6°C, pour le fromage frais témoin (fromage A) a montré que ce paramètre varie entre (22°D - 19°D) où on remarque la stabilité de ce dernier tout au long de la conservation, l'analyse de la variance ANOVA au seuil de signification n'a révélé aucune différence significative.

L'acidité Dornic des fromages enrichis (B, C, D, E, F, G) enregistre des valeurs comprises entre (18°D - 13°D) pour J+1 et (17,5°D - 12,02°D) pour le J+24 de conservation, donc on remarque une légère diminution entre le 1<sup>er</sup> jour et 24<sup>ème</sup> jour de conservation.

Toutefois, ces valeurs de l'acidité Dornic pour le fromage témoin et les fromages enrichis sont inférieurs à la norme algérienne (**FAO, 2012**) qui tolère des valeurs entre 65°D et 80°D pour le fromage frais.

Les variations de l'acidité Dornic au cours de la conservation s'expliquent par la fermentation lactique assurée par les bactéries lactiques présentes dans le fromage. En effet, cette variation est le résultat de l'influence de divers facteurs liés à la concentration de la plante elle-même, à la nature de la plante (espèce), en plus de l'influence de la charge microbienne initiale du lait et les conditions d'hygiène, de manipulation et de conservation. (**Mahaut et al., 2000**)

### **I.5. Teneurs en matières grasses**

La matière grasse des produits alimentaires a des fonctions nutritionnelles, sensorielles et technologiques. Elle participe à la structure et à la durée de vie des aliments. Elle intervient dans la qualité organoleptique des produits alimentaires, contribue au développement d'arômes et de la saveur du fait qu'elle est une source de composés aromatiques liposolubles. (**Souliac et al., 2016**) Les résultats de la mesure de la matière grasse, en pourcentage, sont donnés dans le tableau N°II:

**Tableau N°II :** Teneurs en matières grasses des fromages durant la conservation.

<b>Produits</b>	<b>Teneurs en MG J+1 (%)</b>	<b>Teneurs en MG J+24 (%)</b>
<b>Fromage A</b>	15a	15a
<b>Fromage B</b>	15a	14,3a
<b>Fromage C</b>	15a	14,3a
<b>Fromage D</b>	15a	14a
<b>Fromage E</b>	15a	14,2a
<b>Fromage F</b>	15a	14,1a
<b>Fromage G</b>	15a	14,2a

Nous pouvons constater que les teneurs en matières grasses des différents échantillons de fromage restent pratiquement constantes durant la période de conservation. L'analyse statistique ( $P > 0,05$ ) n'a révélé aucune différence significative entre les échantillons analysés.

D'après **Vignola (2002)**, cela est probablement dû à une absence d'activité lipolytique. Les bactéries lactiques sont considérées comme faiblement lipolytiques par comparaison avec d'autres espèces bactériens telle que les *Pseudomonas acinetobacter* ou *flavobacterium*, cependant leurs présences dans le fromage à des concentration élevées et pendant des périodes plus ou moins importantes peut les amener à libérer des quantités non négligeables d'acide gras libres. (**Karam et al., 2012**)

**Selon Luquet (1990)**, la teneur en matières grasses dans un fromage frais doit être inférieure ou égale à 20g pour 100g de fromage frais ; ce qui concorde avec les résultats obtenus dans la présente étude (14 – 15 %).

## II. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont été effectuées dans le but d'assurer la qualité et la conformité de fromage frais.

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°III : Qualité microbiologique de fromage frais.**

<b>Germes recherchés</b>	<b>Observation</b>	<b>Norme</b>
<b>Coliformes thermo-tolérants</b>	Abs	$10^5$
<b>Moisissures et levures</b>	Abs	$10^4$

D'après les résultats de l'analyse microbiologique, on constate que les poudres incorporées (poudre de *Pistacia lentiscus* et de *Petroselinum crispum*) et les produits finis (les fromages enrichis) sont sains et conformes aux normes exigées par le Journal Officiel Algérien, (1998).

Le résultat d'absence des levures et moisissures indique le respect d'une bonne pratique d'hygiène au niveau de laboratoire avant et après l'incorporation des poudres de lentisque et de persil.

L'absence des coliformes thermo-tolérants dans les échantillons analysés est une preuve d'un bon respect des conditions et de la conservation.

### II.1. Evolution de la Flore lactique

Dans cette partie, on s'est intéressé à l'effet de l'addition des poudres des plantes sur la flore lactique durant la conservation et pour cela, nous avons effectué un suivi de la charge en *Lactocoques* et en *Lactobacilles* au J+1 et au J+24.

Le Taux d de la flore lactique dénombré dans les échantillons de fromage enrichi est illustré dans les tableaux ci-dessous :

**Tableau N°IV** : Evolution des *Lactocoques* dans les fromages produits au cours de la conservation.

<b>Echantillon</b>	<b>Taux de Lactocoques à J+1 (UFC/g)</b>	<b>Taux de Lactocoques à J+24 (UFC/g)</b>
<b>Fromage A</b>	9. 10 <sup>8</sup>	6. 10 <sup>8</sup>
<b>Fromage B</b>	9. 10 <sup>8</sup>	5,3. 10 <sup>8</sup>
<b>Fromage C</b>	8,9. 10 <sup>8</sup>	5,1. 10 <sup>8</sup>
<b>Fromage D</b>	8,7. 10 <sup>8</sup>	4,9. 10 <sup>8</sup>
<b>Fromage E</b>	8,9. 10 <sup>8</sup>	5,5. 10 <sup>8</sup>
<b>Fromage F</b>	8,9. 10 <sup>8</sup>	5. 10 <sup>8</sup>
<b>Fromage G</b>	9. 10 <sup>8</sup>	3,9. 10 <sup>8</sup>

**Tableau N°V** : Evolution des *Lactobacilles* dans les fromages produits au cours de la conservation.

<b>Echantillon</b>	<b>Taux de Lactobacilles à J+1 (UFC/g)</b>	<b>Taux de Lactobacilles à J+24 (UFC/g)</b>
<b>Fromage A</b>	9,5. 10 <sup>8</sup>	6.10 <sup>8</sup>
<b>Fromage B</b>	9,4. 10 <sup>8</sup>	5. 10 <sup>8</sup>
<b>Fromage C</b>	9,4. 10 <sup>8</sup>	4,8. 10 <sup>8</sup>
<b>Fromage D</b>	9,3. 10 <sup>8</sup>	4,7. 10 <sup>8</sup>
<b>Fromage E</b>	9,3. 10 <sup>8</sup>	5. 10 <sup>8</sup>
<b>Fromage F</b>	9,4. 10 <sup>8</sup>	4,9. 10 <sup>8</sup>
<b>Fromage G</b>	9,4. 10 <sup>8</sup>	4,3. 10 <sup>8</sup>

Les observations enregistrées démontrent que le taux de la flore lactique du fromage témoin (Fromage A), était de  $9.10^8$  UFC/g au J+1 pour les *Lactocoques* et de  $9.10^8$  UFC/g au J+1 pour les *Lactobacilles* ; après conservation, une diminution a été constatée jusqu'à atteindre une charge de  $6.10^8$  UFC/g au J+24 pour les *Lactocoques* ainsi, que pour les *Lactobacilles*.

Cet abaissement de la teneur de la flore lactique pourrait s'expliquer par les conditions défavorables de la croissance des bactéries lactiques dont :

- La réfrigération à  $6^{\circ}\text{C}$  qui a stoppé la multiplication de la flore lactique.
- La transformation de la totalité du lactose en acide lactique (absence du substrat).

La charge microbienne de la flore lactique (*Lactocoques et Lactobacilles*) diminue au cours de la période de conservation, en prenant exemple le fromage B (tableau N°IV) dont le Taux de la flore lactique était de  $9.10^8$  UFC/g au J+1 pour les *Lactocoques* et de  $9,5.10^8$  UFC/g au J+1 pour les *Lactobacilles*, s'abaisse jusqu'à atteindre  $5,3.10^8$  UFC/g au j+24 pour les *Lactocoques* et  $5.10^8$  UFC/g au J+24 pour les *Lactobacilles*.

Il en est de même pour le fromage E avec un Taux de  $8,9.10^8$  UFC/g au J+1 pour les *Lactocoques* et de  $9,3.10^8$  UFC/g au J+1 pour les *Lactobacilles* qui s'abaisse jusqu'à atteindre  $5,5.10^8$  UFC/g au J+24 pour les *Lactocoques* et  $5.10^8$  UFC/g au J+24 pour les *Lactobacilles*.

Par ailleurs, l'augmentation des concentrations des poudres de *Pistacia lentiscus* et de *Petroselinum crispum* dans les fromages ont entraînés une légère diminution du nombre bactérien remarquable dès le J+1.

Aucune réglementation ne préconise une charge de flore lactique spécifique aux fromages frais, la perte de viabilité de la flore lactique au cours de la réfrigération est généralement réduite. **(Ray, 1996)**

La diminution de la flore lactique serait aussi due à l'augmentation de l'acidité (phénomène de post-acidification) ou à l'effet antibactérien de la poudre de *Pistacia lentiscus* et de *Petroselinum crispum*. **(Boutelis et al., 2018)**

# CONCLUSION

De nos jours, l'utilisation des plantes médicinales en phytothérapie a reçu un grand intérêt dans la recherche biomédicale. Ce regain d'intérêt vient d'une part, du fait que les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances et de composés naturels bioactifs et d'autre part, du besoin de la recherche d'une meilleure médication par une thérapie plus douce et sans effets secondaires.

Notre étude s'est portée sur l'enrichissement d'un fromage frais par les poudres des plantes médicinales et aromatiques (*Pistacia lentiscus* et *Petroselinum crispum*), dans le but de suivre leurs effets tout au long de la conservation sur la flore lactique et sur certains paramètres physico-chimique. De plus que, améliorer l'appréciation du consommateur et lui offrir un produit de qualité et de conformité.

Les résultats des analyses physicochimiques et microbiologiques ont montré que les sept fromages frais sont propres à la consommation et possèdent une qualité conforme aux normes.

Les résultats des dosages phytochimiques ont montré que les fromages enrichis par la plus grande concentration de poudre (0,025%), ont révélé une forte teneur en polyphénols totaux de l'ordre de 36,66 $\mu$ g EGA/g de fromage pour le fromage D enrichi par la poudre de *Pistacia lentiscus*, et de 36,22 $\mu$ g EGA/g de fromage pour le fromage G enrichi avec la poudre de *Petroselinum crispum*.

Le fromage G enrichi en poudre de persil renferme des quantités en flavonoïdes plus importantes que le fromage D enrichi en poudre de lentisque. Par ailleurs, les fromages (B, C, E et F) ont présenté des teneurs très appréciables en flavonoïdes par rapport au fromage témoin (fromage A).

L'étude de l'activité antioxydante des poudres de plantes médicinales *Pistacia lentiscus* et *Petroselinum crispum* a montré que toutes ces poudres ont un pouvoir antioxydant puissant, exprimé par le piégeage du radical DPPH. Cette activité est puissante pour la poudre de persil dont le pourcentage de neutralisation est de l'ordre de 25,33%.

L'ajout de la poudre de persil et de lentisque au le fromage frais a pu modifier le pourcentage de l'acidité, tandis que les teneurs en matières grasses des différents échantillons des fromages reste pratiquement constantes tout au long de la conservation.



Les résultats obtenus du suivi de l'évolution des Lactobacilles et des Lactocoques ont révélé que les échantillons de fromage en renferment des charges élevées aux premiers jours; une charge bactérienne qui diminue progressivement lors de la conservation jusqu'à atteindre des valeurs faibles au J+24, ce qui pourrait être dû à la présence de certains composés antimicrobiens générés par les bactéries lactiques au cours de la conservation et qui peuvent avoir des effets inhibiteurs.

Ces résultats restent préliminaires et ne constituent bien évidemment qu'une première étape de recherche. Des études complémentaires, précises et approfondies, seraient nécessaires. Elles se résument dans les points suivants :

- Suivre d'autres paramètres physicochimiques tel que le taux de protéines au cours de la conservation.
- Réaliser une analyse sensorielle pour mieux apprécier l'acceptabilité du produit par le consommateur.
- Faire une étude comparative de l'impact des composés phénoliques dans un produit laitier et dans une boisson non lactée, sur l'organisme.

**REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

---

-A-

**Abdelwahed ,A., Bouhlel ,I., Skandrani ,I., Valenti , K., Kadri ,M., Guiraud,P., Steiman,R., Mariotte, AM., Ghedira, K., Laporte,F., Dijoux-Franca,MG., Chekir.(2006).**Study of antimutagenic and antioxidantactivities of gallicacid and 1,2,3,4,6-pentagalloylglucose from *Pistacia lentiscus* .Confirmation by microarray expression profiling . *Chem Biol Interact.*, vol(165) : no 1, p1-13.

**AFNOR NF V 03-454. (décembre 1981).** Dénombrement des levures et moisissures dans les épices et aromate.

**Agrwal, A., parabakaran, S.A.(2005).**Mechanism, measurement and prevention of oxidative stress in male reproductive physiology. *Indian Journal Of Expemontal Biology* ,Vol.43 :Pp 963-974.

**André, R., Jacques, B.(2004).** Biochimie métabolique *Edition : ellipses* .Paris. p217.

**Archivion, Massimo., Carmela Filesi., Roberta Di Benedetto., Raffaella Gargiulo ., Claudio, Giovanini et Roberta Masella.(2007).** Polyphenols dietary sources and bioavailability. *Annalidell'istituosuperiore di sanita*,Vol.43(4) :Pp 348-361.

**Ardestani, A., Yazdanparast, R. (2007).** Inhibitory effects of ethylacetete extract of teucrium pliumon in vitro protein glycoxidation. *Food and ChemicalToxicology*, Vol.(45):Pp 2402-2411.

**Apostolidis, E., Kwon, YI., Shetty, K.(2006).** Inhibitory potentiel of herb, fruit and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 02 diabetes and hypertontion.N°1, Pp 46-54.Disponible sur [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

**Aprioku, Jonah ,Sydney.(2013).**Pharmacology Of Free Radical and the Impact Of Reactive Oxygène Species on the Testis . *Journal of Reproduction and Infertility* . Vol.14(4) :Pp158-172.

**Atmer, A. (2008)** .The importance of paraoxonase 1 activity,nitricoxide and lipidproxidation in hepatosteatosi.*Journal .International :Med.Res*,Vol.(36) :Pp771-776.

-B-

**Balaya Bagora.(2014).** Etude des propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires, antiprolifératives et anti-migratoires des huiles essentielles de quelques plantes médicinales du Burkina Faso sur des lignées cellulaires du cancer de la prostate et de glioblastomes. Thèse du doctorat pour obtenir le grade de docteur en physiologie et Génétique moléculaire. *Université Blaise pascal*, Pp61.

## Références bibliographiques

---

**Bamou Mohamed., Amine Daoudi., Ikram Slimani., Mariam Nadjem., El Houssine Bouiamrine., Jamal Ibjijjen et Laila Nassri.(2014).** Valorisation du lentisque *Pistacia lentiscus* L: Étude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of Applied Biosciences* Vol(86) : 7966 – 7975, Pp7967.

**Bationo, F., Savadogo, A., Kabore, D., Ouattara, L., Ouedraogo, H .H, G., Savadogo,B., and Traore, A.(2015).**Storage influence on beta-carotene and alpha-tocopherol content of solar-dried *Spirulina platensis* (Spirulina). *African Journal Of Science*, Vol.9(12) :Pp546-554.

**Baudin,B.(2006).**Oxidative stress and cardiovascular pathology. *MT cardio*, Vol 2 (1) :Pp 43-52.

**Belfadel, Fatima.Zohra .(2009).**Huile de fruits de *Pistacia lentiscus*-caractéristiques physico-chimique et effets biologiques .Mémoire présenté pour obtenir le diplôme de magistère en chimie organique, université Constantine 1, P139.

**Belhadj S. (2011).** Les pistacheraies algériennes: Etat actuel et dégradation. Centre Universitaire de Djelfa, Algérie, p 108.

**Belhadj Safia.(2011).** Contribution à l'étude de la variabilité des caractères foliaires et somatiques de quatre espèces du genre *Pistacia*

En: <https://www.researchgate.net/publication/331876523>

**Benyamina, Amel(2017).** Etudes des effets de l'extrait d'*Artemisia absinthium* L. chez les rats intoxiqués au plomb. Etude neurocomportementale, biochimique et in Silico de composés d'*Artemisia absinthium* L. à potentiel thérapeutique ciblant les récepteurs du Système Nerveux Central. Thèse de doctorat en sciences, spécialité : biochimie appliquée. Université d'Oran 1 Pp35.

**Bijen, Kivçak., Selma, Ben Douissa,F.(2004).**Etude Chimique et Biologique de *Pistacia lentiscus*. *Abe Books.fr*, Pp.330-331.

**Blakhdar,Jamel.(2003).**Maghreb à travers ses plantes, production végétale et tradition au Maghreb. *Edition fennec* p323.

**Block, G. (1992).** Vitamine C status and cancer. *Epidemiological of reduced risk*. *Ann NY Acad Sci*, 669 :Pp280-90.

**Boizot N, et Chapentier J.(2006).**Méthodes rapides d'évaluations du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *INRA améliorations Génétique et Physiologie forestières*, Vol(23) :Pp79-84.

**Bouhekrit moufida .(2018).** Méthodes rapides d'évaluations du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *INRA améliorations Génétiques et physiologie forestières*, 23 :Pp79-84.

## Références bibliographiques

---

**Boutelis Ali, Djahra., Ouhiba Borddjba et Salah Benkherer(2012).**Activité antimicrobienne des flavonoides d'une plante médicinale spontanée *Murbium vulgarre*.L.Science Technology.Synthèse.24 : Pp29-37.

**Brunet,Séverine.(2008).**Analyse des mécanismes d'action antiparasitaire de plantes riches en substances polyphénoliques sur les nématodes du tube digestives des ruminants. En vue de l'obtention du doctorat, spécialité : pathologie et nutriment. Université de toulouse.P246.

**Bucic-Kojic, A.,Palaninie, M., Tomas, S., Billie, C., et Vellie, D.(2007).** Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grapeseeds. *Journal of Food Engineering*, Vol(81),Pp 236-242.

-C-

**Cardanovic, Bruner ., Jansna, M, Sonja., Djilas Gordana S,Cetkovicand.,Vesant T Tumbas.(2005).** Free-radicals scavenging activity of wormwood (*Artemisiaabsinthium L*) extracts. *J Sci Food Agric*.Vol(85 ):Pp265 – 272.

**Cariado, M, N., Morello, J, R., Romero, M, P.(2004).**Effect oh growing area on pigment and phenolics fractions of vergin olive oils of the arbequina variety spain. *JAOCS*. Vol(81) :Pp633-640.

**Carrac., Frei,B.(1999).**Towaard a new recommendeddietaryallowance for vitamin C based on antioxydant and healtheffects in humans.*Am J Clin Nutr*, Vol(69) :Pp1086-107.

**Castala, E et Montel, MC.(2008).** Safetyassessment of dairymicroorganismes : The *lactococcusgenus*.*International Journal of Food Microbiology*. P126, 271-273.

**Cheurfa Mouhamed., Rachid Allem.(2015).**Study of Hypo cholestérolemicactivity of Algérien Pistacia lentiscus leaves extracts in vivo : *Revista Brasileira de Farmacognosia*, vol (25), Pp142-144.

**Center, S.A. et Randolph, J.F.(2004).** Influence of Same on erythrocytes and liver tissue in healthy cats (abstract). *Journal of VeterinaryInternalMedicine*, Vol (14), Pp 357.

**Chaabi Mehdi.(2008).** Etude phtochimiques et biologiques d'espèces végétales africaines :*euphobiastenoclada* bail. (euphrobiaceae), *anogeissusleiocarpus* guill.et peer.(Cpmbretaceae), *limoniastrumfeeii* (girard)batt (plumbaginaceae). Thèse de doctorat. Sciences pharmaceutiques. Pharmacognosie. Université strasbourg 1. France.Pp59.

**Chin-Lin,Hsu., Shih-Li ,Huang ., Gow-Chin,Yen.(2006).**Inhibitoryeffect of phenolicacids on the proliferation of 3T3-L1 preadipocytes in relation to theirantioxydantactivity. *J.Agric. Food Chem* 54, 4191-4197.

### -D-

**Daglia Maria.(2012).**Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, Vol(23) :Pp 174-181.

**Deaton, CM. Marlin, DJ. (2003).** Exercise-associated oxidative stress.*Clinical Techniques in Equine Practice*, Vol 2(3) :Pp. 278-291.

**Desmier, Thomas. (2016).**Les antioxydants de nos jours : Définition et Application. Thèse du doctorat pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie .Université de Limong, le 29/Mars /2016, P36.

**Drouaoult S., Corthier, G., Ehrlich,DS et Renault ,P.(1999).**Survival physiology and lysis of *Lactococcus Lactisin*. The digestive tract. *Applied and Environmental Microbiology*. 65,4881- 4886.

### -E-

**Ece,A., Gurk an,F, Celik., F, Boşnak, M , Yel, S., Balik, H., Erel, O.(2007).**Paraoxonase, Total antioxidant activity and peroxide levels in marasmic children: relationships with leptin. *Clinical Biochemistry Journal*, Vol 40(9-10). 634-639.

**Eck A et Gillis J.C.(2006).** Le fromage. 3eme édition : *Tec et Doc*, Lavoisier. Paris. Pp891.

**Elfakir Claire.(2011).** Nouvelles Méthodologies d'Extraction, de Fractionnement et d'Identification: Application aux Molécules Bioactives de l'Argousier (*Hippophaë rhamnoides*).Thèse de Doctorat, Chimie Analytique-Phytochimie, Université D'Orléans, France, Pp288.

**Esseid,Chahrazed,(2018).** Isolement et détermination structurale de métabolites secondaires des plantes sahariennes-activités biologiques. Thèse de doctorat présentée en vue de l'obtention du diplôme de doctorat de troisième cycle (LMD), spécialité : chimie organique. Université frères mentouricanstantine 1 Pp7.

### -F-

**FAO, (1995).** Le lait et les profits laitiers dans la nutrition humaine, *Rome*. 262p.

**FAO, (2012).** Food and Agriculture Organization (<http://www.faostat.fromage.org>) (Consulté en Juillet 2020).

**Farzei,MH., AbbasbadiZ., Ardekani, MR., RahimiR.,Faarzaei,F., Parsley.(2013) :** A review of ethnopharmacology, phytochemistry and biological activities. *J Tradi Chin Med.Dec* ; 33(6) :815-826.

## Références bibliographiques

---

**Favier Alain.(2006).**Le stress oxydant Intérêt conceptuel et Expérimentale dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*. Pp108 - 115.

**Feidemann.(2005).**World Spices Plants: Economic Usage, Botany, Taxonomy SpringerVerlag, Berlin Heidelberg, *European Union*, p 196.

**Fusco, D., Colloca, G., L, Monaco, MR., Cesari, M.(2007).** Effects of antioxidant supplementation on the agingprocess. *Clinical Interventions in Aging journal*, Vol 2(3), Pp.377-87.

-G-

**Gardés-Albert, M., BonnefontRousselot, D., Abedinzadeh, Z., andJore, D.(2003).**Espèces réactive de l'oxygène. *L'actualité chimique*, Pp91.

**Garrly, P,L., Et L, E, Guerm.(1999).**Recommandation de spécifications microbiologiques pour les boyaux naturel.*Bull.Liaison CTSCCV*. Vol,(9),N°6.

**Ghedadba N. L., Hambaba A., Ayachi M. C., Aberka ne H. Bousselfela S. M. Oueld-Mokhtar.(2015).**Polyphénols totaux, activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de Marrubium deserti de Noé.*Phytothérapie* Vol .(13):118-129.

**Ghedira, K.(2005).**Les Flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytherapie*.Vol.(04):162-169.

**Ghedira, L. (2006).**Study of antimutagenic and antioxidantactivities of gallicacid and 1, 2, 3, 4,6-pentagalloyl glucose from *Pistacialentiscus*. *Confirmation by microarray expression profiling* .*Chem Bio Interact*. vol.(165), no 1, Pp1-13.

**Grospiron P.(1988).** Les industries agricoles et alimentaires. *Tech et Doc, Lavoisier*, Paris. 354p.

**Guichardant , M., Bacot, S., Moliere,P., Lagarde ,M.(2006).**Les biomarqueurs de la peroxidation lipidique.*Oleagineux,corpsgras,lipides*.Voll 3(1),PP :31-34.

**Guiraud Josph-Pierre, (2003).** Microbiologie alimentaire : *Edition Dunod. Paris*. Pp: 136-139 (651p).

-H-

**Harbut Julient , T.(2010).** Le grand livre des fromages. *Editions: Milan*, 300, rue Léon-Joulin, 31101 Toulouse cedex 9 – France. 354p.

## Références bibliographiques

---

**Harris,A,L.(2002).**Hypoxia a keyregulatory factor in tumorgrowth.*NatureReviewsCancer*.vol 2(1),Pp. 38-47.

**Haleng,J., Pincemail ., Defraigne, I.O., Charlierh,C et Chapelle, J.P.(2007).**Le stress oxydant.*Rev Med et Lieg*.Vol(62) ,Pp628-638

**Hélène ,Tormo.(2007).** Diversité des flores microbiennes des lais crus de chèvre et facteurs de variabilité. Thèse doctorat en pathologie, toxicologie, génétique et nutrition. Université de Toulouse, 21.Decembre.2010, p28.

**Hoseine, Mohammad., Farzaei, Zahra., Abbasabadi,Mohhalad Reza Shams Ardekani., Roja Rahimi., Fatemeh Farzaei.(2013).** A review of ethnopharmacology,phytochemistry and biological activities. *Parsley*, 33(6) :Pp815-826.

-I-

**ISO 3433,2002.** Fromages-Détermination de la teneur en matière grasse-méthode acido-bytirométrique, *International Organization Of Standardization*.

-J-

**Jaclyn ,Shipp and EL-sayed ,M., Abdel-Aal.(2010).**Food Applications and Physiological Effects Of Anthocyanes as Functional Food Ingredient.*The Open Food Science Journal* p47-22.

**Jean-Jacques,Machecix., Annie,Fleuri et Christian ,Jay-Allmand.(2005).** « Nature et diversité des composés phénoliques des végétaux ». (Chapitre1).Dans les composés phénolique des végétaux, Italie Presses Polytechnique et Universitaires Romandes. P6, 185.

**Jeantet ,R., Crouguennec ,T., Manhout,M., Schuck ,P., Brule,G .(2008).** Les produits laitiers. 2eme Ed *tec et doc, Lavoisier*. Pp 185.

**Jin-Dai., Russell.J.Mumper .(2010).** PlantPhenolics :Extraction, Analysis and Thier Antioxydant and Anticancer Properties.*Molecules*,Vol. (10) :Pp7313-52.

**Jin-Ming, Kong., Lian-Sai, Chia., Ngoh-Khang ,Goh., Tet-Fatt,chia., R, Brouillard .(2003).**Analysis and biological activites of anthocyanons. *Phytochemistry* Vol(64) :Pp932-933.

-K-

**Kaddour Hocine.(2008).**Contribution à l'étude du comportement morpho-physiologique et biochimique de *Pistacia atlantica* Desf. sp. *atlantica.*, stressée à la salinité.Thèse de Magister en Physiologie végétale. Université d'oran Es-senia, Pp23.



## Références bibliographiques

---

**Karam N-E., Dellali, A., Zaidi-karam ,H.(2012).**Activité lipolytique chez les bactéries lactiques. Laboratoire de biologie des microorganismes et biotechnologie. Université d'oran, *Renec.Rech.Ruminant*, P19.

**Khalid et Marth.(1990).** Lactobacilli , thier enzymes and rôle in ripening and spoilage of cheese. *Review in dairy science*.Vol(73) :Pp 158 -167.

**Khalid et Marth.(1990).** Lactobacilli , thier enzymes and rôle in ripening and spoilage of cheese. *Review in dairy science* ,2672 .vol(73) : Pp2669- 2684.

**kerio, L.C., FN.Wachira., J.K.Wanyoko., M.K.Rotich, (2012).** Characterization of anthocyanins in kenyan teas :*Extraction,Food Chemistry* ,Vol(131) :Pp31-38.

**Khiari ,Mohamed., Kechnid , Zine., Klibet, Fahima., Elfeki Abdalfattah., Shaarani,Md. Sharifudum.,KrisHnaiah,Duduku.(2018).**Nionanoparticlesinducecytotoxicitymediatedthrough ROS generation and inpairing the antioxydant defense in the humanlungepithilialcells (549) :Preventive effet of pistacialentiscus essential oil.*Toxicology Reports* Vol(5).Pp480-488.

**Kim,H .P., Son, K .H. ,Chang, H., Wand, Kong, S.S.(2004).**Aanti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mecanism.*Journal of Pharmacological Science*,96(3) :Pp229-254 .

-L-

**Lamarti, A ; Badok, Deffieux, G, P.Bull.(1993).***Soc.Pharm.Bordeaux*.132,90-98.

**Larpent, Jean-Paul, (1997).** Microbiologies alimentaires, techniques de laboratoire. *Edition. Tec et Doc. Lavoisier, paris*.Pp :1072 (967p).

**Laouer, H.(2004).** Inventaire de la flore médicinale utilisée dans les régions de Sétif, de Bejaia, de Msilaa et de Djelfa, composition et activité antimicrobienne des huiles essentiels *d'ammoidespusilla* et de *magydrispastinacea*. Thèse de Doctorat d'état, Département de biologie, Université de Sétif Pp 43.

**Laurent, Surta., Michel, Federighi., Jean-Louis,Jouve.(2011).**Manuel de bactériologie alimentaire.*Edition Polytechnica*, Paris, p307.

**Lemoine,A.(2006).**Vitamines dans la pratique clinique de tous les jours.EMC traité de médecine AKOS,1Vol(1),PP1-7.

**Luquet, F.(1990).**Lait et produit laitiers vache brebis chèvre :les produit laitiers transformations et technologie. *Edition2 Tec et Doc-Lavoisier*.P100.

-M-

**Maameri-Habibatni, Zineb.(2013).** Pistacia lentiscus L. : Evaluation pharmacotoxicologique.Thèse doctorat en science pharmacologie, toxicologie.Université Constantine 1,Pp138.

**Madkour, Louffy H.(2019).**Fonction Of Reactive Oxygène Species (ROS)Inside the Living Organismes and Sources Of Oxidants .*Pharmaceutical ResearchJournal*.Vol 2(2) : 2640-6659.

**Magder, Sheldon.(2006).**Reactive oxygen species: Toxic molecules or spark of life ?.*Critical CareMed Journal*, Vol (10), Pp. 208-216.

**Mahaut M., Jeante R., Brule G., Schuck P.(2000).** Les produits industriels laitiers.Lavoisier Edition TEC et DOC. Paris. Pp .180.

**Maksimović, Z., Malenčić, Đ. And Kovačević, N.(2005).**Polyphenol contents and antioxidant activity of Maydis stigma extracts. *Bio resource technology*, 96(8):Pp 873-877.

**Manach C., Mazur A., Scalbert A. (2005).**Poluphénols and prevention of cardiovascular diseases.*Current Opinion in Tipodology* Vol(16) : 1-8.

**Marc, F., Davin, A., Deglene-Benbrahim, L., Ferrand, C.,Baccaunaud, M.and Fritsch, P. (2004).**Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. Médecine/Sciences, 20(4) :PP458-463 .

**Marion Bernardeau ., Jean Paul Vernous ., ,SégoleineHerni-Dubernet., Micheline Guéguen.(2008).** Safetyassessment of dairy microorganisme : The lactobacillus genus. *International Journal of Food Microbiology* .126 ,278-285.

**Martha E. G. P.(2008).** Caracterisation de composés phénoliques des extraits de ramilles du bouleau jaune : Etude de leur capacité antioxydante. Thèse de doctorat de l'université de laval. Pp115.

**Martinez-Cayuela M.(1995).** Oxygen free radicals and humandisease. *Biochem*.Vol(77): Pp147-161.

**Mates, J., Perez-Gomez., C .Nunez., Castro, I.(1999).**Antioxidant enzymes and humandiseases. *ClinicalBiochemistry Journal*, Vol (32) :Pp. 595-603.

**Mazouz,B ., Hahdaoui, A.(2010).** Caractérisation et l'étude de l'effet antibactérien de l'huile essentielle des graines de *PetroselinumSativum* .Thèse d'ingénieur d'état en biologie, Faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques .Université Hassiba Ben Bouali-chlef Pp23.

## Références bibliographiques

---

**Mehenni, Dinna-Atmani, Chafiaâ., Kilni-Stephane., Dumarçay-Dominique., Perrin-Philippe., Grardin-Djebbar Atmani.(2016).** Hepatoprotective and antidiabetic effect of Pistacia lentiscus leaf and fruit extracts. *Journal Of Food and Drug Analysis* 24. p654,653-669.

**Mercan, MD. (2010).** Le stress oxydatif. *Unilabs A.R.L., Lausanne.* pp 3-15.

**Merzougui, Imen, Boucherara.(2015).** Caractérisation physicochimique et biochimique d'un extrait de Pistacia lentiscus et détermination de ces effets sur certains paramètres microbiologiques. Thèse du doctorat en Biochimie Appliquée. Université Baadji mokhtar annaba, p3, p21.

**Metchat, S.(2012).** Etude des caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles extraites à partir des graines de *Petroselinium sativum* et de *Apium graveleons*. Thèse de Master, Faculté des sciences, Université Hassiba Ben Bouali-CHlef. Pp22.

### -N-

**Ncube, N,S., Afolayan, A,J., eTOKOH A,I.(2008).** Assessment techniques Of antimicrobial properties of natural compounds of plant origin: current methods and future trends. *African journal of biotechnology* 7(12): 1797-1806.

**Newsholme, ., Haber, E., Hirabara, S., Rebelato, E., Procopio, J., Morgan, D., Oliveira-Emilio, H., and Curi, R.(2007).** Diabetic associated cell stress and dysfunction: role of mitochondrial ROS production and activity. *The journal of physiology*, 583(1) :Pp9-24.

### -O-

**Odil, C., Danielle, R.(2007).** Botanique- Pharmacognoise- Phytothérapie, 3<sup>ème</sup> Edition, Paris Pp 144.

### -P-

**Pascal SM, Véonique Cheynier.(2006).** « Composé phénolique dans la plante-structure, biosynthèse, répartition et rôles ». (Chapitre1). Dans les polyphénols en agroalimentaire. 11, rue Lavoisier 75008 Paris : *TEC & DOC*, P 8.

**Pascal Sarni-Manchado, Véonique Cheynier.(2006).** Les polyphénols en agroalimentaire. 11, rue Lavoisier 75008 Paris : *TEC & DOC*, P 9.

**Pascal Sarni-Manchado, Véonique Cheynier.(2006).** « Antioxydant phénolique -structure, propriété, source végétales ». (Chapitre8). Dans les polyphénols en agroalimentaire. 11, rue Lavoisier 75008 Paris : *TEC & DOC*, P 277.

**Paré, R, J., Sigouin, M., Lapointe, J.(1991).** Microwave assisted natural product extraction. *Brevet américain*, US 5 002 784.

## Références bibliographiques

---

**Paul Iserin.(2001).** "Encyclopédie des plantes médicinales", 2nd Edition, Larousse, Paris,PP 335.

**Pietta PG.(2000).**Flavonoids as antioxidants.*J Nat prod* 63 :1035-1042.

**Pimenov M. G., Leonov M. V. (1993).** The Genera of the Umbelliferae: a Nomenclator. Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom, Pp156.

**Pincemail,J., Meurisse, M., Limet,R.Defraigne,J.O.(1999).**Méthodes d'évaluation du stress oxydatif chez l'homme : importance en matière de prévention. *MediSphere*.

-R-

**Rawel, Harshadrai M., Meidther, Karina., Kroll Jurgen.(2005).**Bindinf of selected phenolic compounds toproteins. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, 53(10) :4228-35.

**Ray, (1996).**Probiotics of lactic acide bacteria : science or myth.In:Bozoglu TF et Ray B .Edition.Springer-Verlag Berline Heidelberg.Germany,P101-136.

**Ribeiro, M,A., Bernardo-Gil, M,G., et Esquivel, M,M.(2001).** Melissa officinalis L., Study of antioxidant activity in Super critical residues. *Journal of super critical Fluids*. 21:51-60.

**Riberau-Gayon, P, (1968).** Notion générale sur les composés phénoliques. In «*les composés phénoliques des végétaux* ». Edition Dunod, Paris Pp 254.

**Rong,T,sao.(2010).**Chemistry and Biochemistry of DietaryPolyphenols. *Nutrients* 2, 1231-1246.

-S-

**Saadoun ,S.N.(2002).**Types stomatiques du genre Pistacia: *PistaciaatlanticaDesf.ssp. Atlantica et Pistacialentiscus L.* p369.

**Salhi , Ramla.(2016).**Etude photochimique de quelques plantes extremophiles tunisiennes et exploration de leurs activités biologiques. Thèse de doctorat, en sciences de médicament et des autres produits de la santé » et en « génie biologique .Université de Lille 2.p9.

**Serdar, Z., Aslan, K., Dirican, M., Sarandol, E., Yeşilbursa, D. Serdar, A. (2006).**Lipid andprotein oxidation, Vol 39(8). 794-803.

**Servais,S.(2004).**Altération mitochondriales et stress oxydant pulmonaire en réponse à l'ozone : effets de l'âgeet d'une supplémentation en oméga-3,Université Claude Bernard-Lyon I p21 .

**Shahidi F., Janitha, P,K., et Wanasundara P.(1992).** Phenolic Antioxidants. *Critical reviews in food science and Nutrition*. 32 :67-102.

## Références bibliographiques

---

**Shori A., Baba, A.S.(2013).** "Antioxidant activity and inhibition of key enzymes linked to type-2 diabetes and hypertension by *Azadirachta indica*-yogurt" *Journal of Saudi Chemical Society* 17(3): 295-301.

**Simon James E., Quinn James.(1988).** « Characterization of Essential Oil of Parsley ». *J.Agric.FoodChem.*, 36, 467-472.

**Souliac,L., Bizet G.,Remy ,S. (2016).** Concilier plaisir et nutrition. Travaux des groupes de travail PNNS sur les lipides et sur le goût. *Innovation agronomique* (10),125-127.

**Stephen MC Grath, Gerald F. Fitez Grenald,Douw Van Sinderen .(2000).** Improvement and optimization of two engineered phage resistance mechanisms in *Lactococcus Lactis*. *Applied and Environmental Microbiology*. 68, 608-616.

-T-

**Tasioula-Margari, M., Ocageri ,O.(2001).** Simultaneous determination of phenolic compounds and tocopherols in virgin olive oil by HPLC and UV detection. *Food Chem.* 74,377- 383.

**Torkelson A. R.(1996).** The Cross Name Index to Medicinal Plants, *CRC Press*, p 1160.

-V-

**Valco,M., J.C.Pihodes., J.Moncol., M, Izatovici, et M.Mazuur.(2006).** Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress induces cancer. *Chem-Biol.Interact.* Pp160 ,1-40.

**Vignola ,Carole L.(2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait. Edition : Ecole polytechnique, Canada. P550.

**Vincent,A., M.,Russell.,J.W.,Low ,P.,andFeldman,E.L.(2004).** Oxidative stress in the pathogenesis of diabetic neuropathy *Endocrine reviews*, 25(4),Pp612-628.

-W-

**Walther Barbara,, Alexandra ,Schimd., Robert,Sieber., Karin ,Wehrmuler .(2008).** Cheese in nutrition and health. *DairySci. Technol.* 88, 389–405.

**Wei, A ; Shibamoto,T.J.Agric.(2007).***Food chemistry.*55,1737-1742.

**Wicht I, M, Auton.(1999).** « Plantes thérapeutiques », *Edition. Tec & Doc.*P187-190.

-Z-

**Zimmez. N.,Cordess.R.(1996).**Influence des tannins sur la valeur nutritive des aliments des ruminants. *INRA. Production.Animales*, 9(3), 167-179.

## ***Références bibliographiques***

---

**Ziyyat A.; Legssyer A.; Mekhfi H.; Serhrouchni M.; Benjelloun W.(1997).***Journal of Ethnopharmacology*. Vol(58),Pp 45-54.

### **Références électroniques**

**Anonyme 1, (2020) :** consulté le lien suivant :

<https://www.shutterstock.com/fr/search/petroselinum+crispum>

# ANNEXES

**Annexe I: Appareillage et équipements utilisés**

<b>Appareillage et équipements</b>	<b>Verrières et accessoires</b>	<b>Réactifs</b>	<b>Milieux de culture</b>
-Broyeurs	-Bécher	-Eau distillée	-VRBL
-Agitateurs	-Fiole géorgée	-Acétone	-OGA
-Etuve	-Eprouvettes	-méthanol	-MRS
-plaque chauffante	-Tubes à essai	-Acide quercitrine	-M17
-Spectromètre	-Papier aluminium	-Folin	-PCA
	-Entonnoirs	-Carbonate de Sodium	
	-Micropipette	-AlCl <sub>3</sub>	
	-Gant	-phénolphtaléine	
	-Boites de pétri	-NAOH	
	-Picette	-Eau physiologique	
	-Portoirs		
	-Spatule		
	-Papiers filtre		
	-Flacons		
	-Pipette graduée		



**Annexe II: Préparation de milieux de cultures****Tableau I :** Composition du milieu VRBL

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
- Peptone	7g
- Extrait de levure	3g
- Lactose	10g
- Chlorure de sodium	5g
- Mélange sel biliaire	1,5g
- Cristal violet	0,002g
- Rouge neutre	0,03g
- Agar-agar	15g
- Eau distillée	1l

**Tableau II:** Composition du milieu OGA

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
-Extrait de levure	5g
-Glucose	20g
-Agar-agar	12g
- Eau distillée	1l

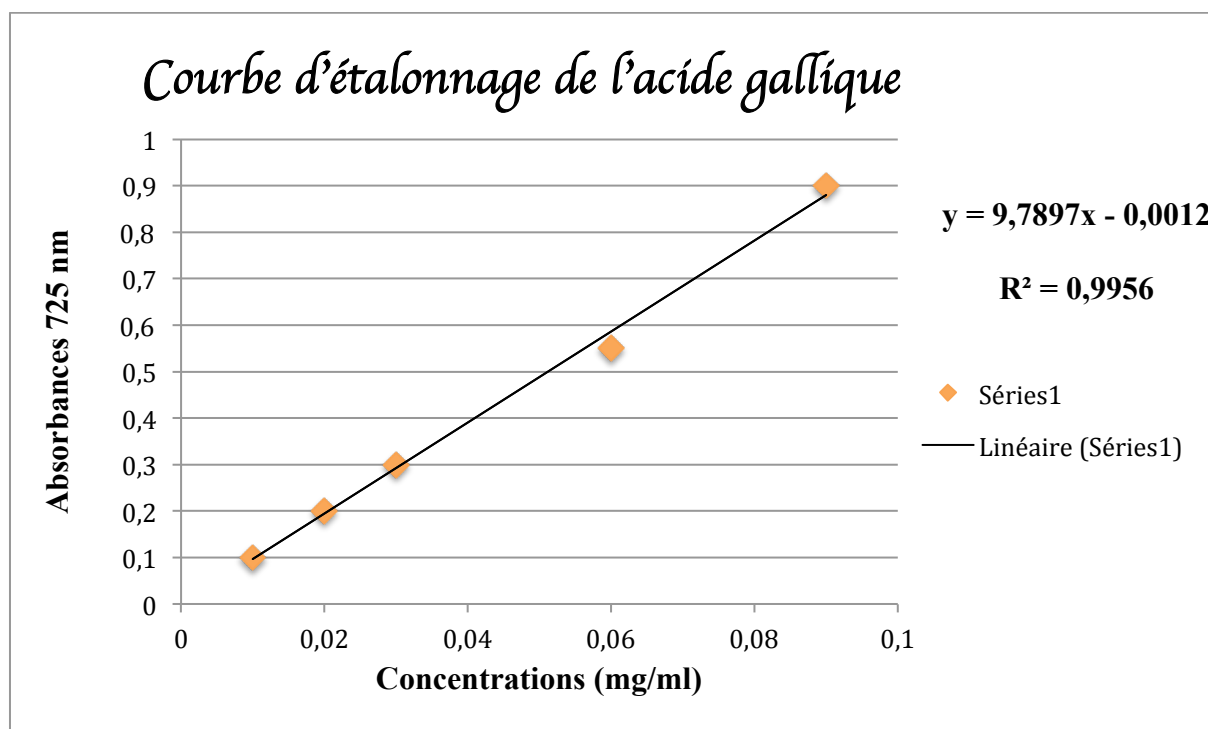
**Tableau III:** Composition du milieu MRS

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
-Extrait de viande de bœuf	8g
-Extrait de levure	4g
-Glucose	20g
-Tween80	1ml

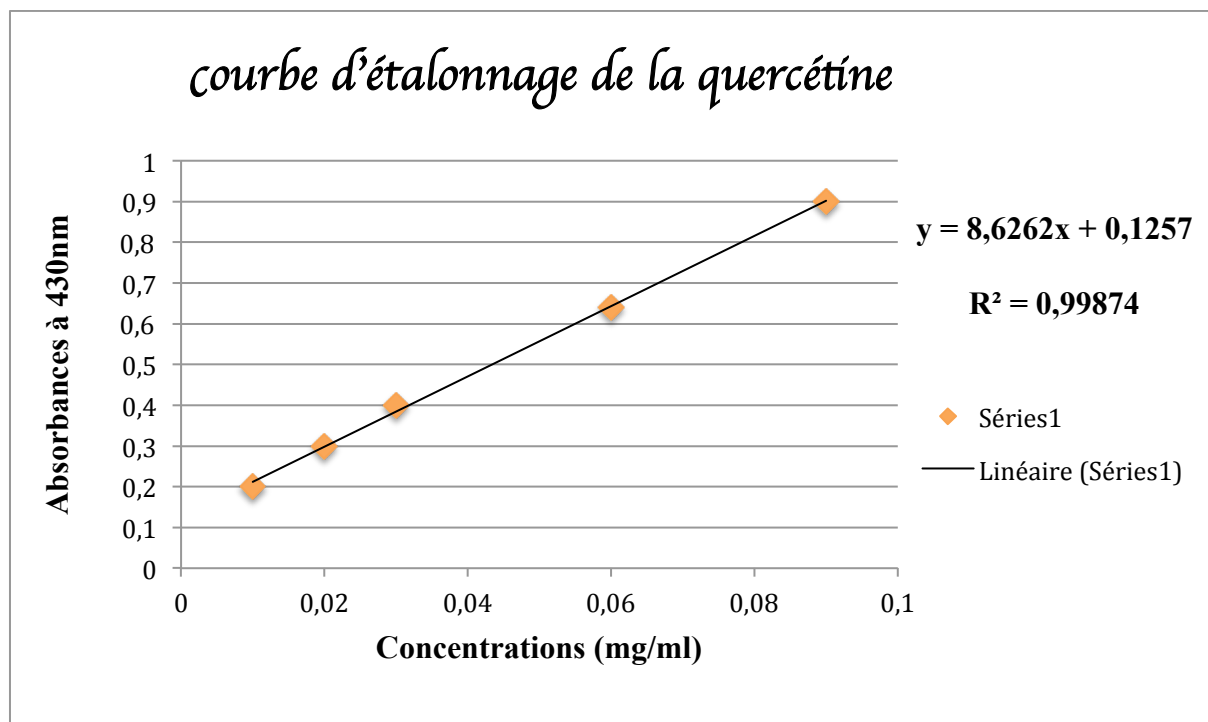
Tableau IV: Composition du milieu M17

Composition	g/l
-Tryptone	2.5g
-Peptone pepsique de viande	2.5g
-Peptone papainique de soja	5g
-B-Glycérophosphate de sodium	19g
-Lactose	5g
-Extrait de viande	2g
-Sulfate de magnésiums	5g
-Acide ascorbique	0.5
Agar-agar	14.

## Annexe III:



## Annexe IV:



## Résumé

Le présent travail a pour but d'enrichir à différentes concentrations (0,005%, 0,010% et 0,025%) un fromage frais par les feuilles séchées de *Pistacia lentiscus* et de *Petroselinum crispum* et l'évaluation de la teneur en composés phénoliques et l'activité antioxydante de la matrice végétale et des produits finis. Ainsi que d'autres analyses microbiologiques et physico-chimiques des fromages enrichis. Les résultats des analyses phytochimiques ont montré que les fromages enrichis par la poudre de *Petroselinum crispum* sont plus riches en polyphénols et en flavonoïdes que les fromages enrichis par la poudre de *Pistacia lentiscus*, le test antioxydant a montré que les fromages enrichis sont de puissants capteurs de radicaux libres. L'analyse physicochimie a montré que les pourcentages de l'acide lactique ont été modifiées, tandis que la teneur en matière grasse reste relativement stable tout au long de la durée de conservation. Les observations enregistrées concernant le suivi de la flore lactique démontrent que les échantillons de fromages enrichis renferment un taux élevé en *Lactobacillus* et *Lactococcus* au j+1 qui diminuent progressivement au cours de la conservation à 6°C.

**Mots clés :** fromage frais, *Pistacia lentiscus*, *Petroselinum crispum*, composés phénoliques, activité antioxydante, flore lactique.

## Absatract

The aim of this work is to enrich at different concentrations (0.005%, 0.010% and 0.025%) a fresh cheese with the dried leaves of *Pistacia lentiscus* and *Petroselinum crispum* and the evaluation of the content of phenolic compounds and the activity antioxidant of the plant matrix and finished products. As well as other microbiological and physico-chemical analyzes of fortified cheeses. The results of the phytochemical analyzes showed that the cheeses enriched with the powder of *Petroselinum crispum* are richer in polyphenols and flavonoids than the cheeses enriched with the powder of *Pistacia lentiscus*, the antioxidant test showed that the fortified cheeses are powerful sensors of free radicals. Physicochemical analysis has shown that the percentages of lactic acid have changed, while the fat content remains relatively stable throughout the shelf life. The observations recorded concerning the monitoring of the lactic flora show that the samples of enriched cheeses contain a high rate of *Lactobacillus* and *Lactococcus* on day + 1 which gradually decrease during storage at 6 ° C.

**Key words:** fresh cheese, *Pistacia lentiscus*, *Petroselinum crispum*, phenolic compound, antioxidant activity, lactic flora.