

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى-جيجل

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Microbiologie Appliquée et  
des Sciences Alimentaires



كلية علوم الطبيعة و الحياة  
قسم الميكروبيولوجيا التطبيقية و علوم التغذية

## Mémoire de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Microbiologie Appliquée

### *Thème*

**Les fromages frais de chèvre additionnés de ferments  
lactiques et de plantes médicinales locales**

#### Membre de jury

**Présidente** : Pr Ouled Haddar Houria

**Examineur** : Mr Rahmoune Yazid

**Encadreur** : Dr Ait meddour Amel

#### Présenté par

M<sup>elle</sup> : Boudjelida Loubna

M<sup>elle</sup> : Toumi Sonia

Numéro d'ordre (bibliothèque).....

Année universitaire : 2020-2021

## Remerciement

*Nous remercions avant tout Allah qui nous a donné la santé, la volonté et la passion pour pouvoir réaliser ce travail dans cette période très difficile de la pandémie coronavirus qui a laissé un gout amer à nous tous.*

*Nos remerciements les plus distingués s'adressent à Madame Ait Meddour Amel qui a accepté de nous encadrer et de nous aider à accomplir ce travail.*

*Nous tenons à remercier vivement Madame Ouled Haddar Houria d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.*

*Nos vifs remerciements s'adressent aussi à Monsieur Rahmuone Yazid d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Enfin, merci à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

## Dédicace

*Je dédie ce modeste travail,*

*A mon très cher père Abdelmadjid, de tous les pères tu es le meilleur, tu as été et tu seras toujours un exemple pour moi pour tes qualités humaines, ton soutien ... . Aucune dédicace ne pourra exprimer mes respects, ma reconnaissance et mon profond amour. Puisse Dieu te préserver et te procure santé et bonheur.*

*A ma très chère mère Hassina, source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice, tes prières m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie, quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection et ma profonde reconnaissance. J'espère ne jamais te décevoir, ni trahir ta confiance et tes sacrifices. Puisse Dieu tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et Bonheur.*

*A mes très chères sœurs Hakima, khalida, Hannane, Kamilia, Houria, Sabrina, je vous réserve toujours une place dans mon cœur et mes pensées, je vous adore.*

*A mes très chers frères qui sont toujours présents, Mohammed et sa femme Widad, Abdelghani et sa femme Fahima.*

*A mon très cher mari Mohamed, pour la patience et le soutien dont il a fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes gratitude.*

*A toute ma très chère belle famille, ma belle-mère, mes belles sœurs et mes beaux-frères.*

*A tous mes chères et proches amies, en particulièrement Fatima Zohra Slimoune et Ibtissem chekired.*

*A ma très chère binôme Sonia et toute sa famille Toumi*

*A mon Encadreur M<sup>me</sup> Ait Meddour Amel*

*A tous mes camarades de la promotion Microbiologie Appliquée (2020-2021).*

**LOUBNA ♥**

## Dédicace

*Je dédie ce mémoire à :*

- ❖ *À la mémoire de mon père qui nous a quittés il y a 4 ans  
« grâce à toi papa je suis où je suis maintenant »*
- ❖ *Ma chère et tendre maman aucune phrase ne pourra montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblée avec ton soutien, ta tendresse et ton affection tout au long de mon parcours. Tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait.  
« Je t'aime maman »*
- ❖ *Mon cher frère que j'adore : Zine eddiene que je remercie pour son aide et son dévouement, que Dieu nous garde toujours unis*
- ❖ *Mes chères sœurs qui ont toujours été présentes pour moi et qui me comblent d'amour : Anissa et Manel*
  - ❖ *A mon cher fiancé Brahim*
  - ❖ *A mes grands-pères et mes grandes-mères*
- ❖ *A toute ma famille Toumi, oncles et tantes et surtout Karima et sa fille maïssoune.*
  - ❖ *A ma binôme Loubna et sa famille*
  - ❖ *A mon encadreur M<sup>me</sup> Aït Meddour Amel*
- ❖ *A mes amies : Houria, Selma et tous mes camarades de la promotion microbiologie appliquée (2020/2021).*

**Sonia ♥**

## Liste des abréviations

**AFNOR** : Association française de normalisation

**CAT** : Capacité antioxydante totale

**CMI** : Concentrations minimales inhibitrices

**CI50** : Concentrations nécessaires pour réduire 50 % du radical DPPH

**DMSO** : Dimethylsulfoxyde

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

**FAO** : Food and Agriculture Organisation

**IDF** : International Dairy Federation

**LNTA** : Laboratoire de Recherche en Nutrition et Technologie Alimentaire

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**TEPA** : Transformation et Elaboration des Produits Agro-alimentaire

**UFC** : Unité formant colonie

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Base de la technologie fromagère.....	5
<b>Figure 2.</b> Production mondiale de fromage de chèvre.....	15
<b>Figure 3.</b> <i>Pistacia lentiscus</i> : a : Fleurs, b : feuilles, c : fruits et d : mastic.....	21
<b>Figure 4.</b> Quelques variétés de basilic.....	25
<b>Figure 5.</b> Préparation de la matière végétale.....	27
<b>Figure 6.</b> Etapes d'hydrodistillation.....	28
<b>Figure 7.</b> Forme libre et réduite du DPPH.....	29
<b>Figure 8.</b> Mise en évidence du pouvoir antioxydant.....	29
<b>Figure 9.</b> Mise en évidence du pouvoir antibactérien par la méthode de diffusion sur gélose...31	
<b>Figure 10.</b> Mise en évidence du pouvoir antibactérien par la méthode de la concentration minimale inhibitrice.....	32
<b>Figure 11.</b> Préparation de la matière végétale.....	33
<b>Figure 12.</b> Diagramme de fabrication de fromage frais de chèvre additionné de ferments lactiques et de plantes médicinales locales.....	34

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.</b> Groupes microbiens couramment dénombrés dans quelques laits crus .....	8
<b>Tableau II.</b> Ferments lactiques utilisés dans l'industrie fromagère.....	11
<b>Tableau III.</b> Composition moyenne d'un fromage frais pour 100g.....	14
<b>Tableau IV.</b> Principales classes de composés phénoliques.....	19
<b>Tableau V.</b> Activités biologiques des extraits de différentes parties de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	24

**Remerciement & Dédicaces**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction** ..... 1

**Synthèse bibliographique**

**Chapitre I. Fromages**

1- Généralités..... 3

2- Définition..... 4

3- Principales étapes du processus de fabrication ..... 4

    3-1- Préparation de lait ..... 5

    3-2- Coagulation/ formation du caillé..... 5

    3-3- Egouttage..... 6

    3-4- Affinage ..... 6

4- Flores microbienn..... 6

    4-1- Flore originelle..... 7

    4-2- Flore apportée..... 9

5- Types de fromages ..... 12

    5-1- Fromage à pâte molle ..... 12

    5-2- Fromage à pâte pressée ..... 12

    5-3- Fromage fondu ..... 12

    5-4- Fromage frais ou à pâte fraîche ..... 12

6- Fromage de chèvre ..... 14

    6-1- Généralités..... 14

    6-2- Valeur nutritionnelle ..... 15

    6-3- Types de fromages de chèvre..... 16

    6-4- Classification et caractéristiques du fromage frais de chèvre..... 16

**Chapitre II. Plantes médicinales**

1- Généralités..... 17

2- Définition ..... 17

3- Métabolites secondaires ..... 18

    3-1- Composés phénoliques..... 18

3-2- Terpènes et stéroïdes.....	20
3-3- Glucosinolates .....	20
3-4- Alcaloïdes.....	20
3-5- Huiles essentielles.....	20
4- <i>Pistacia lentiscus</i> .....	21
4-1- Description.....	21
4-2- Classification.....	21
4-3- Composition.....	21
4-4- Activité antimicrobienne.....	22
4-5- Activité antioxydante.....	23
5- <i>Ocimum basilicum</i> .....	24
5-1- Description.....	24
5-2- Classification.....	25
5-3- Composition.....	25
5-4- Activité antimicrobienne .....	26
5-5- Activité antioxydante .....	26

### Chapitre III. Techniques de fabrication

1- <i>Pistacia lentiscus</i> .....	27
1-1- Préparation de la matière végétale.....	27
1-2- Choix de la méthode d'extraction.....	27
1-3- Evaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne.....	28
2- <i>Ocimum basilicum</i> .....	33
2-1- Préparation de la matière végétale.....	33
3- Procédés de fabrication.....	33
3-1- Fromages frais enrichis avec l'extrait d'huile essentielle de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	34
3-2- Fromages frais enrichis d' <i>Ocimum basilicum</i> .....	34
4- Analyses sensorielles .....	35

<b>Conclusion</b> .....	36
-------------------------	----

#### Annexes

#### Références

Grâce à tous les éléments et sur la base de son contenu nutritionnel, le lait est considéré comme étant l'un des aliments les plus complets et les mieux équilibrés. Le lait est une source de macro- et de micronutriments, il contient un certain nombre de composés qui jouent un rôle important tant dans la nutrition et la protection de la santé. Parmi les différents types de lait, le lait de chèvre est un aliment de grande importance à l'échelle mondiale (**Park, 2012**).

Le lait de chèvre est une émulsion de matière grasse sous forme de globules gras dispersés dans une solution aqueuse comprenant de nombreux éléments les uns à l'état dissous (lactose), les autres sous forme colloïdale (caséine) (**Raynal et al., 2008**). Le lait de chèvre possède des caractéristiques essentielles dont lesquelles, une grande digestibilité, une alcalinité distincte, une capacité tampon plus élevée et certaines valeurs thérapeutiques en médecine et en nutrition humaine (**Park et al., 2012**), ce qui a permis de le considérer comme une matière première de haute qualité pour la fabrication des aliments pour enfants, pour personnes âgées et pour personnes ayant des besoins particuliers..... (**Raynal et al., 2008**).

Malgré cela, l'élevage caprin et la production de lait caprin reste une activité peu développée en Algérie. Cette faible production, a laissé la fabrication du fromage de chèvre très restreinte ou encore à ses débuts. Au cours de ces dernières années et grâce aux investisseurs privés, un secteur industriel de transformation de lait de chèvre et la fabrication de fromage a été mis en place. Si un effort de développement se poursuit, la production de fromage de chèvre sera à la hausse (**Noutfia et al., 2011**).

L'utilisation des ferments lactiques dans l'industrie fromagère joue un rôle très important qui réside principalement dans certaines propriétés technologiques. Ils contribuent à l'acidification du lait, et forment une barrière au développement des germes indésirables (protecteur contre les infections) et ils ont une activité protéolytique et lipolytique. Ces derniers ont également un rôle bien déterminé sur la qualité organoleptique du fromage (texture et flaveur) (**Randazzo et al., 2009**).

Les substances naturelles d'origine végétale sont douées de plusieurs activités biologiques comme l'activité antioxydante, anti-inflammatoire, anticancéreuse, antimicrobienne.... (**Szafranski et al., 2003**). Les propriétés antimicrobiennes des plantes médicinales demeurent très importantes pour les exploiter dans l'industrie alimentaire comme étant des conservateurs naturels. L'emploi des extraits de plantes médicinales lors de la fabrication et/ou la transformation des aliments peut présenter un triple intérêt ; aromatisant, antioxydant et antimicrobien (**Amara et al., 2006**).

En industrie laitière et fromagère, les produits finis doivent répondre aux normes et aux exigences sanitaires hautement satisfaisantes justifiant leur bonne qualité de point de vue nutritionnelle, organoleptique, hygiénique et stockage. En effet, pour une amélioration des fromages

de chèvre et avoir des produits d'excellente qualité nutritionnelle et sanitaire, notre choix s'est porté sur l'addition des plantes médicinales locales telles que le basilic et le pistachier lentisque.

Notre recherche bibliographique basée sur : En premier lieu une partie concernant les fromages d'une manière générale et le fromage frais de chèvre d'une manière particulière, deux plantes médicinales locales à fin de contribuer à leur valorisation, En second lieu sur une synthèse concernant les techniques et les différents protocoles pour un essai de fabrication de ce fromage.

### 1. Généralités

Le fromage est l'une des formes les plus anciennes des produits alimentaires, il a pu être l'un des aliments les plus consommés par les humains et bénéficie d'une place incontournable parmi les différentes préparations alimentaires. L'histoire enregistre son utilisation il y a plus de 4000 ans. Les premiers fromages sont apparus en même temps que la domestication des animaux, durant la préhistoire. La diversité fromagère s'est ensuite largement développée au moyen-âge par l'intermédiaire de l'activité monastique à laquelle nous devons l'invention de nombreuses recettes fromagères, qui sont ensuite devenues des spécialités régionales, ainsi que la mise au point des premières techniques d'affinage. Au XV<sup>e</sup> siècle, l'activité paysanne a ensuite succédé à l'activité monastique dans la fabrication fromagère, sous la pression des famines et des impôts laitiers. La découverte de la pasteurisation au XIX<sup>e</sup> siècle, suivie du développement de l'industrialisation au XX<sup>e</sup> siècle, ont conduit à l'expansion de la production fromagère. Ceci a eu pour conséquence la mise en place de nombreuses réglementations telles que les normes d'hygiène visant à protéger le consommateur... En plusieurs milliers d'années, la fabrication du fromage est passée d'un art à une quasi-science (**Ribeiro et Ribeiro, 2010**).

Le mot fromage vient du mot « moule » qui est utilisé pour sa fabrication. En Europe, les faisselles où le lait caillé était déposé s'appelaient les "Forma" en latin et "Formos" en grec. C'est qu'à partir du XII<sup>e</sup> siècle que le mot devient "Formage" ou "Fourmage" selon les régions (**Fox et al., 2004**).

Les algériens consomment beaucoup de produits laitiers, le groupe le plus consommé est le « fromage » avec une consommation de 85.000 T/an. Une consommation de 60% a été enregistrée pour le « fromage fondu » (20.000 T/an), cette dernière s'explique par sa durée de conservation et son prix raisonnable. Le deuxième fromage le plus consommé en Algérie est le « fromage frais » en particulier le « fromage blanc ». Le taux de consommation des autres fromages est très faible tel que le camembert, le gruyère ... (**Zoubeidi et al., 2013 ; Belhadia et al., 2014**).

En Algérie, les fromages de chèvre sont associés aux notions de traditions et de typicité. Ils tiennent une place importante sur les marchés locaux, vendus essentiellement à l'état frais salé ou demi-salé ; où servent à l'autoconsommation familiale. La production de fromage de chèvre est insuffisante à cause d'un très faible taux de collecte du lait caprin (**Kalantzopoulos, 1993 ; Bencharif, 2001**).

Les consommateurs sont de plus en plus attirés par les produits naturels de qualité, sans aditifs ni conservateur. 10 types de fromages traditionnels de différentes régions sont recensés par T.E.P.A. (Transformation et Elaboration des Produits Agro-Alimentaire) du Laboratoire de Recherche en Nutrition et Technologie Alimentaire (L.N.T.A.), la majeure partie de ces produits appartient à la

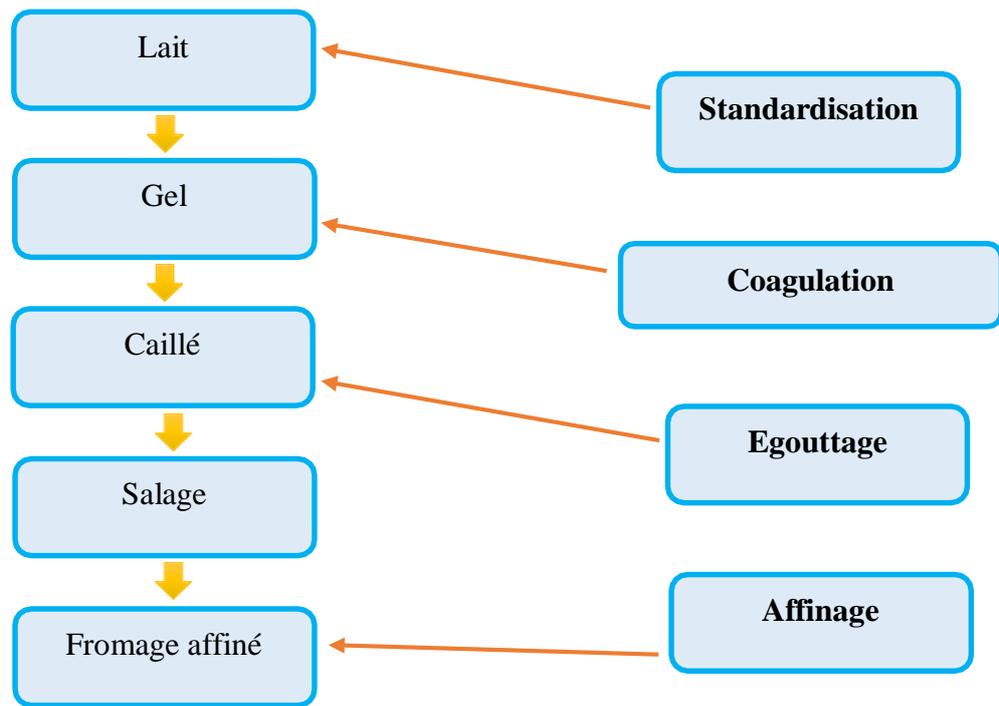
catégorie des fromages frais. Les plus connus sont seulement ceux portant les dénominations «Djben» et « Klila », très répandus dans l'ensemble du territoire et même dans les pays du Maghreb (**Silvana et al., 2018**).

### 2. Définition

Le fromage est le nom générique d'un groupe de produits alimentaires à base de lait fermenté, produit dans une grande variété de saveurs et de formes à travers le monde (**Fox et al., 2004**). Le fromage, selon la norme (Codex STAN 283-1978), est 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/caséine ne dépasse pas celui du lait. Il est obtenu, par une coagulation complète ou partielle des protéines : du lait complet, du lait écrémé, du lait partiellement écrémé, de la crème, de la crème de lactosérum ou du babeurre. La coagulation peut se faire seule ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, tout en respectant le principe selon lequel la fabrication du fromage entraîne la concentration des protéines du lait (**Jeantet et al., 2007**).

### 3. Principales étapes du processus de fabrication

Habituellement la fabrication du fromage comprend trois grandes étapes : la formation d'un gel de caséines par la coagulation du lait, la déshydratation partielle du gel grâce à l'égouttage, qui aboutit à un caillé et le salage, ces étapes concernent les fromages frais. Le reste des fromages qui subissent l'affinage sont les fromages affinés (**Fox et al., 2004**). Les principales étapes de la fabrication fromagère sont résumées dans la figure 1.



**Fig.1.** Base de la technologie fromagère (Jeantet *et al.*, 2007).

**3.1.Préparation du lait :** Le but de la standardisation consiste en l'ajustement des différentes concentrations des composés chimiques du lait (la teneur en matière grasse en fonction du taux protéique...). La pasteurisation a comme rôle principale, la destruction de la flore nuisible, notons que le chauffage à 72°C pendant 15 min améliore l'accessibilité du lactose à la fermentation sans la dénaturation des protéines et les vitamines du lait (Meyer *et al.*, 2004). L'homogénéisation assure une bonne répartition des différents composants du lait (Jeantet *et al.*, 2007).

**3.2.Coagulation/formation du caillé :** la formation du caillé résulte de la coagulation des caséines du lait sous l'action de bactéries/ferments lactiques et/ou d'enzymes protéolytiques (présure). La présure est composée d'un mélange de deux enzymes issues de la caillette du jeune veau : la chymosine et la pepsine. Ces enzymes déstabilisent les caséines du lait provoquant ainsi leurs coagulations. La formation du caillé sous l'action des bactéries lactiques est la conséquence de la fermentation du lactose en acide lactique. En effet, la production d'acide lactique provoque une chute de pH qui entraîne la coagulation des

caséines. Le genre de bactéries lactiques choisi pour ensemercer le lait dépend essentiellement du fromage fabriqué. En effet, les ferments lactiques doivent être en adéquation avec la technologie fromagère utilisée (vitesse d'acidification, métabolisme, température de croissance, tolérance au sel...) (Delbes et al., 2015).

**3.3.Egouttage** : cette étape va définir la teneur en eau du caillé, et ainsi le type de fromage obtenu. L'égouttage peut être fait par découpage du caillé, simple filtration ou centrifugation. Les fromages qui seront produits à partir de ces techniques présenteront une pâte souple. Ces fromages peuvent être regroupés en trois catégories : les fromages à pâte molle, les fromages à pâte persillée et les fromages frais. L'égouttage peut être rendu plus intense en utilisant différentes combinaisons de techniques. La combinaison des techniques de découpage, de brassage et de pression, associée ou non à une étape de broyage ou de cuisson donne des fromages à pâte plus ferme. Plus la pression imposée au caillé est intense plus la pâte du fromage sera ferme et appauvrie en eau. Ces fromages sont regroupés en deux catégories : les fromages à pâte pressée cuite et les fromages à pâte pressée non cuite (Ramet, 1997). L'incorporation du sel au fromage peut être réalisée soit par salage à sec (dans le caillé ou en surface) soit par saumurage (immersion dans une solution saturée en sel ou en surface). Le salage permet non seulement de compléter l'égouttage, mais conduit aussi à la formation de la croûte en créant une zone riche en sel et faible en eau (Ramet, 1997).

**3.4.Affinage** : à l'exception des fromages frais, tous les types de fromages sont affinés. L'affinage est en général fait en cave, étant donné que la température et le degré d'humidité doivent être maîtrisés. La durée de l'affinage peut varier de quelques semaines à plusieurs années selon le fromage fabriqué. Les conditions d'affinage vont avoir un impact crucial sur le développement de l'écosystème d'affinage. La composition et l'évolution de la flore microbienne jouent un rôle primordial dans la typicité et la qualité du produit obtenu. En effet, lors de l'affinage, les fromages subissent des transformations biochimiques profondes dues au développement de l'écosystème fromager (Broome, 2007 ; Hassan et al., 2012).

#### 4. Flores microbiennes

La transformation du lait en fromage repose traditionnellement sur une fermentation par un grand nombre de microorganismes qui proviennent à la fois de l'environnement naturel et/ou l'inoculation volontaire de ces derniers, exemple : ferments dits « utiles » (Le Loir et Valence-Bertel, 2018).

La microflore des fromages peut atteindre  $2 \times 10^9$  à  $3 \times 10^9$  UFC/g de fromage (**St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**) avec une distribution très hétérogène entre la surface (croûte) et le cœur de la pâte au sein d'un même fromage (**O'Sullivan et al., 2015**).

**4.1.Flore originelle** : le lait se caractérise par une flore microbienne (tableau I) depuis les premières heures de son existence (moins de  $10^3$  germes /ml), elle s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores. Selon Corcy, (1991), cette flore est subdivisée en trois catégories :

- Les bactéries, certaines sont utiles et même nécessaires à la fabrication du fromage comme les bactéries lactiques qui un groupe hétérotrophes et chimio-organotrophes. Elles sont à Gram + et peuvent avoir différentes formes, coques (*Streptococcus*, *Lactococcus*...), bacilles (*Lactobacillus*.....) ou encore ovoïdes/coccobacilles (*Leuconostoc* sp....). Elles ont moins de 55 mol % de contenu G+C dans leur ADN (à l'exception des bifidobactéries) (**Ammor et al., 2005**). Généralement immobiles et asporulées, anaérobies mais parfois aérotolérantes, ne possèdent ni catalase (certaines possèdent une pseudocatalase), ni cytochrome réductase..... (**Ammor et al., 2005**). Les bactéries lactiques regroupent un ensemble d'espèces dont le trait commun est la production d'acide lactique suite à la fermentation des glucides. Les bactéries lactiques ont un rôle fondamental dans les équilibres microbiens du lait, leur développement insuffisant peut induire des défauts de texture et de goût des fromages. Elles constituent un moyen biologique efficace pour la préservation des qualités hygiéniques des aliments, du fait de leur aptitude inhibitrice vis-à-vis des microorganismes nuisibles (**Caridi et al., 2003**). En effet, les bactéries lactiques produisent de nombreux métabolites aux propriétés antimicrobiennes, comme des acides organiques, du peroxyde d'hydrogène, du dioxyde de carbone, de la reutérine, du diacétyl et des bactériocines (**Dortu et Thonart, 2009**). D'autres bactéries sont complètement nuisibles (altération/pathogène), le développement des bactéries d'altération dans le lait peut être à l'origine de l'altération de la qualité du fromage du fait de la dégradation de certains éléments protéiques, lipidiques ou glucidiques ou encore du fait de la production de substances indésirables telles les toxines. Ces altérations se traduisent par des défauts de goût, d'odeur, d'aspect et de texture (exemple : coliformes) (**Beuvier et Feutry, 2005**). D'autres sont pathogènes telles que : *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* à coagulase +, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Brucella*.....Ces espèces sont capables de provoquer de graves maladies (listériose, brucellose....) (**Vikou et Gbangboche, 2019**).

- Les moisissures se retrouvent fréquemment dans les laits, mais leur niveau moyen ne dépasse pas 10 UFC/ ml (**Michel et al., 2001**), il se développent à la surface des fromages et ils ont un impact sur les caractéristiques sensorielles de ces derniers. Certains espèces de levures comme *Geotrichum candidum*, *Kluyveromyces* spp., *Candida* spp., sont considérées comme des microflores très importantes et très utiles. Par leurs activités enzymatiques (protéases, lipases, peptidases), elles jouent un rôle non négligeable dans la texture des fromages et la production de nombreux composés aromatiques (**Pottier et al., 2008**). Puisque le lait est un excellent substrat nutritif, il contient des graisses, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et 87 % d'eau, son pH est de 6,7, il est considéré comme un substrat très favorable au développement des microorganismes (**Charby et al., 2017**).

**Tableau I.** Groupes microbiens couramment dénombrés dans quelques laits crus (UFC/ml) (**Montel et al., 2014**).

Groupe microbien	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait de brebis
<i>Staphylococcus</i> et bactéries corynéformes	10 <sup>2</sup> –10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup> –10 <sup>4</sup>
<i>Lactococcus</i>	10 <sup>1</sup> –10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> –10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Lactobacillus</i>	10 <sup>1</sup> –10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup> –10 <sup>4</sup>
<i>Leuconostoc</i>	10 <sup>1</sup> –10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> –10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup> –10 <sup>5</sup>
<i>Enterococcus</i>	10 <sup>1</sup> –10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup> –10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> –10 <sup>5</sup>
Bactérie propionique	10 <sup>1</sup> –10 <sup>2</sup>	/	/
<i>Enterobacteriaceae</i>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>5</sup> –10 <sup>6</sup>	10 <sup>2</sup> –10 <sup>4</sup>
<i>Pseudomonas</i>	10 <sup>2</sup> –10 <sup>3</sup>	10 <sup>1</sup> –10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> –10 <sup>4</sup>
Levures	10 <sup>1</sup> –10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup> –10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> –10 <sup>4</sup>
Moisissures	<10	<10	/
Coliformes	<10	10 <sup>2</sup> –10 <sup>3</sup>	/
Spores Aérobie	<10	/	/

**4.2.Flore apportée** : les ferments lactiques sont des souches commercialisées et utilisées dans l'industrie fromagère, ils ont un rôle principal dans certaines propriétés technologiques, à savoir : le pouvoir acidifiant, le pouvoir protéolytique, le pouvoir lipolytique et la formation de substances aromatiques....(Montel et al., 2014).

❖ **Lactobacillus** : ces bactéries sont connues par leur pouvoir acidifiant, elles se développent relativement bien entre 30 et 40°C, mais résistent mal à des températures supérieures à 50°C. On distingue :

- Les lactobacilles homofermentaires avec une production maximale de l'acide lactique (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Lactis* et *Lactobacillus helveticus*). Ils sont principalement utilisés pour la fabrication des fromages à pâte pressée cuite (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* peut être employé dans autres types de fromages) (Aghababaie et al., 2014).
- Les lactobacilles hétérofermentaires facultatifs, est une flore qui se développe au cours de l'affinage des fromages, qui a un rôle dans la formation de l'arôme et de l'amélioration de la qualité microbiologique des laits, elle améliore aussi qualité hygiénique des fromages par la production des bactériocines inhibant les bactéries pathogènes et d'altération. Les principales espèces utilisables comme ferments sont : *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* et *Lactobacillus paracasei* (Rodas et al., 2005).

❖ **Lactococcus** : ces bactéries mésophiles se développent à une température optimale entre 30 et 35°C, mais elles peuvent pousser à 10°C. Les lactocoques sont couramment utilisés comme ferments lactiques d'acidification (exemple : *Lactococcus lactis*). Ces derniers sont dominants en début de l'affinage (plus de 10<sup>9</sup> UFC/g de fromage) (St-Gelais et Tirard-Collet, 2002) avec une activité protéolytique importante. Parmi les principales enzymes synthétisées : la protéase PrtP, et une protéine kinase qui hydrolyse les caséines (McSweeney, 2004). De plus, les lactocoques diminuent le potentiel redox au début de l'affinage et ils produisent des métabolites secondaires (acétaldéhyde, éthanol et l'acide acétique) contribuant aux saveurs des fromages de type Cheddar, Gouda ou Saint Paulin (Olson, 1990). Certaines souches de *Lactococcus* peuvent contribuer à l'amertume des fromages lors de l'affinage (McSweeney, 2004).

❖ **Streptococcus** : les streptocoques sont parmi les espèces les plus utilisées dans l'industrie fromagère en association avec d'autres espèces. *Streptococcus thermophilus* acidifie rapidement le lait, mais il n'abaisse pas le pH au-dessous de 4,8. Sa température optimale de

croissance est entre 40 et 44 °C. Cette bactérie est utilisée pour la fabrication de fromage à pâte molle et à pâte pressée (exemple : Emmental, Gruyère, Gorgonzola) (**Accolas et al., 1978**). Au cours de l'affinage son rôle est semblable à celui des lactocoques avec une production très importante d'acétaldéhyde qui confère l'arôme de fraîcheur recherchée (**St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**).

- ❖ ***Leuconostoc*** : ils sont moins utilisés en fromagerie, leur rôle majeur est la production des composés aromatiques (diacétyl, acétoïne) issus du métabolisme de citrate qui confèrent un goût de beurre aux fromages (**Cardamone et al., 2011**). Les *Leuconostoc* en raison de leur activité hétérofermentaire et gazogène produisent du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) qui mène à l'apparition d'ouvertures dans la pâte. *Leuconostoc mesenteroides* et *Leuconostoc lactis* sont les souches les plus connues, ces dernières sont introduites dans les produits en association avec des lactocoques car leur capacité acidifiante est très limitée (**Litopoulou-Tzanetaki et Tzanetakis, 2014**). Le tableau II présente les différents ferments lactiques utilisés en fromagerie.

**Tableau II.** Ferments lactiques utilisés dans l'industrie fromagère (Vignola, 2002).

Espèces	Fromages	Rôles
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Mozzarella, grana, certains camemberts	-Activité d'acidification : production d'acide formique, d'acide pyruvique et d'acide folique  -Une activité protéolytique au cours de l'affinage pour prévenir l'amertume, ainsi que la production d'arôme et des polysaccharides
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Mozzarella	-Acidification -Production d'arôme
<i>Lactococcus lactis</i> <i>Lactococcus cremoris</i>	Cheddar, Camembert, Gouda, Mozzarella, parmesans type suisse, cottage, fromage frais	-Acidification -Production des substances antimicrobiennes
<i>Leuconostoc diacetylactis</i>	Gouda, bleu, camembert	-Rôle identique à celui de <i>Lactococcus lactis</i> -Elle se caractérise par la fermentation du citrate avec production de gaz en causant des trous dans certains types de fromages (gruyère)
<i>Lactobacillus casei</i>	Cheddar	-Un pouvoir acidifiant faible -La capacité d'inhiber le développement des lactobacilles hétérofermentaires

### 5. Types de fromages

La norme FAO/OMS (n°A-6 ,1978 modifiée en 1990) donne la classification officielle des fromages en fonction de leur teneur en eau dans le fromage dégraissé, en matière grasse (G/S) et les principales caractéristiques d'affinage. On distingue :

**5.1.Fromage à pâte molle :** ce sont des fromages dont la pâte n'a été ni cuite ni pressée à texture généralement crémeuse et onctueuse avec une légère élasticité, leur humidité est moyenne (50 à 55%). Généralement ces fromages sont affinés en surface durant une période relativement courte, égouttés puis moulés. Leur processus de maturation débute par la croûte pour progresser vers le centre du fromage. Trois types sont distingués (**Fox et al., 2017**):

- Fromages à pâte molle moussée généralement à croûte moisie (Camembert, Brie...),
- Fromages à pâte molle et à croûte lavée (Munster, Livarot, Pont- l'Evêque ...),
- Fromages à pâte molle persillée (à moisissures internes) (Roquefort et autres bleus ....).

**5.2. Fromage à pâte pressée :** le caillé de ce genre de fromage est obtenu par coagulation à la présure, puis un égouttage intense sous l'action de découpage, de brassage et de la pression. Le taux d'humidité est selon l'étape de cuisson. Les fromages ci-dessous sont distingués (**Fox et al., 2017**):

- Fromages à pâte ferme non cuite (pâte pressée et broyée) (Cantal...),
- Fromages à pâte pressée non cuite et croûte lavée (St Paulin, Reblochon...),
- Fromages à pâte pressée non cuite et à croûte moisie (St Nectaire, Tomme de Savoie...),
- Fromages à pâte pressée non cuite et à croûte artificielle (Edam),
- Fromages à pâte pressée cuite avec ouverture (Emmenthal),
- Fromages à pâte pressée cuite sans ouverture (Beaufort),
- Fromages à pâte pressée très dure (Cheddar).

**5.3. Fromage fondu :** ils sont obtenus par fusion de certains fromages à pâte dure auxquelles on ajoute éventuellement du lait en poudre, du beurre, de la crème, de la caséine et parfois des arômes. Deux réactions recouvrent les modifications de la matière première : la peptisation, une réaction chimique sous l'action des sels qui détruisent les caséines et le crémage qui correspond à une phase de restructuration du produit se traduisant par son épaissement à cause d'une hydratation des fines particules de la solution, qui provoque un accroissement de la viscosité de la masse colloïdale (**Mouffok et al., 2013**).

**5.4. Fromage frais ou à pâte fraîche :** la pâte fraîche est la base de tout fromage, elle est faite à partir du lait entier ou écrémé. Les fromages à pâte fraîche sont des fromages à égouttage lent,

n'ayant subi que la fermentation lactique, ils ne sont pas vieillis, ni affinés, ils contiennent jusqu'à 80% d'eau, de saveur douce ou légèrement acidulée, de texture molle, granuleuse ou lisse. Les ferments lactiques utilisés dans la fabrication de fromage frais sont des cultures mixtes généralement de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* et *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*. Les fromages frais se mélangent bien à d'autres ingrédients et arômes comme les fines herbes, l'ail, épices ou fruits. Ces derniers peuvent avoir des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes pour une meilleure conservation (**Carocho et al., 2016**).

- ❖ **Types de fromages frais** : les industries de la production de fromage frais ont certains types de technologie pour une production diversifiée, parmi les produits de cette technologie on distingue (**Fox et al., 2017**) :
  - **Petit suisse** : est un fromage frais fabriqué avec le lait de vache en présure à pâte homogène mole et non salée. La matière grasse est de 40 à 60% de l'extrait sec qui lui-même est de 23 à 30 %.
  - **Demi-sel** : cette dénomination est réservée à un fromage frais fabriqué avec de lait de vache en présure, à pâte homogène ferme, salée à 2%. La matière grasse est à 40% de l'extrait sec qui lui-même doit être égale ou supérieure à 30%.
  - **Fromage blanc** : la dénomination de fromage blanc est réservée à un fromage non affiné que lorsqu'il est fermenté n'a pas subi d'autres fermentations lactiques, la teneur minimale en matière sèche du produit doit être de 23 g pour 100 g de fromage (**Meunier-Goddike, 2004**).
- ❖ **Composition du fromage frais** : bien qu'il existe des points communs entre le lait et le fromage dans leurs compositions, mais au cours de la fabrication, certains composés sont issus du métabolisme des microorganismes. Le fromage est plus riche en protéines, peptides bioactifs, acides aminés, lipides, acides gras, vitamines et en sels minéraux (**Walther et al., 2008**). Le tableau III présente la composition moyenne dans 100 g de fromage frais.

**Tableau III.** Composition moyenne d'un fromage frais pour 100 g (Charby et al., 2017).

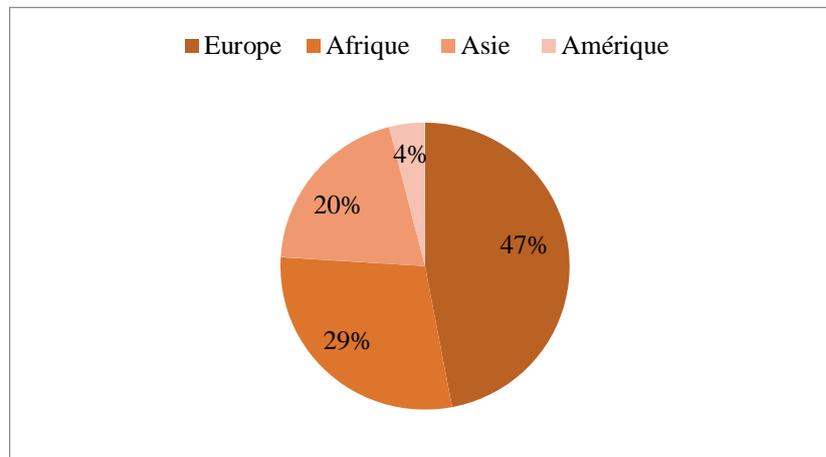
Constituant	Quantité /100g de fromage frais
Eau (g)	80
Glucides (g)	4
Lipides (g)	7.5
Protéines (g)	8.5
Calcium (mg)	100
Sodium (mg)	40
Vitamines A (UI)	170

## 6. Fromages de chèvre

**6.1. Généralités :** le lait de chèvre a un comportement technologique différent de celui de lait de vache et de brebis vis-à-vis des paramètres technologiques de la transformation fromagère à cause de sa composition physicochimique (qualité intrinsèque). La faible teneur en protéines des laits caprins particulièrement en caséines  $\alpha S1$ , entraîne une diminution de la masse fromagère et une texture friable de caillé ; ainsi qu'une faible résistance au traitement thermique de type UHT. Les globules gras du lait de chèvre sont petits et sont composés d'acides gras à courte et moyenne chaîne. Ainsi la conservation prolongée du lait de chèvre issu de la traite par le froid (réfrigération), au-delà de 6 mois provoque la modification de la matière grasse par hydrolyse enzymatique ou par oxydation en libérant des acides gras ayant un impact direct sur la qualité organoleptique du fromage (l'apparition de goûts et d'odeurs désagréables : saveurs rances, oxydées...) (Buchin et al., 1998).

Les fromages de chèvre sont les plus anciens de tous les fromages et peuvent être fabriqués à 100% de lait de chèvre (pure chèvre) ou être mélangés à de lait de vache (mi-chèvre). Les fromages de chèvre ont des caractéristiques organoleptiques particulières, conférés par leur composition en acide gras hexanoïque, octanoïque et décanoïque, ils sont plus blancs que les fromages de vache, humides, lisses et d'une saveur plus prononcée qui dépend selon la race, l'alimentation de l'animal, la saison et les procédés de fabrication. Selon la FAO (2006), en 2005 la production de fromage au niveau mondial a atteint 118,4 millions de tonnes, le fromage de vache occupe la première place avec 92 % et seulement 2 % correspondent aux fromages de chèvre. Les principaux pays producteurs de fromage de chèvre sont par ordre d'importance : le

Soudan avec 25,3 %, la France avec 19,1 %, la Grèce avec 11,4 %, l'Iran avec 10,8%, l'Espagne avec 8,9 % et le Mexique avec 3,3 % (figure 2).



**Fig.2.** Production mondiale de fromage de chèvre (FAO, 2006).

**6.2. Valeur nutritionnelle :** les fromages de chèvre ont les mêmes caractéristiques nutritionnelles que la matière première (Aganga et al., 2002). Ils sont composés de :

- ❖ **Glucides :** le fromage de chèvre ne contient que des traces de glucide principalement dérivé du lactose, ce dernier restant dans le caillé et fermenté en acide lactique par les bactéries initiales, de cette façon le fromage peut être consommé en toute sécurité par les personnes déficientes en enzyme de la Bêta-Galactosidase (Fox et al., 2017).
- ❖ **Protéines :** le fromage de chèvre est une source importante de protéines et surtout d'acides aminés essentiels et des peptides bioactifs qui peuvent avoir plusieurs activités biologiques y compris les activités anti-microbiennes, anti-cancérigènes, anti-cariogènes et anti-inflammatoires (Walther et al., 2008).
- ❖ **Matière grasse :** une portion de 50 g de matière grasse dans le fromage fournit les besoins alimentaires quotidiens pour l'Homme. Cette matière grasse a un rôle majeur dans la fabrication fromagère et surtout sur les caractères organoleptique (couleur, arôme, saveur) au cours de l'affinage (Buchin et al., 1998 ; Lopez et al., 2010).
- ❖ **Vitamines et minéraux :** le lait de chèvre est plus riche en Ca, P, Mg, Fe, et Cu que celui du lait de vache, la quantité et la répartition des minéraux dans le fromage de chèvre diffèrent selon la solubilité et la technologie. Par exemple dans les fromages affinés la teneur en Ca et

en P est plus élevée que dans les fromages frais, ainsi parmi les défauts technologiques de la fabrication une perte des vitamines hydrosolubles (**Raynal-Ljutovac et al., 2008**).

**6.3. Types de fromages de chèvre :** selon le mode de production, il existe trois grandes sortes de fromage de chèvre (**Coulon et al., 2005**) :

- Les fromages de chèvre frais : se caractérisent par une texture souple, non collante et un goût neutre.
- Les fromages de chèvre lactique : sont affinés et leur texture est plutôt cassante et légèrement fondante à la fois.
- Les fromages de chèvre présure : une texture souple, onctueuse et fondante.

**6.4. Classification et caractéristiques du fromage frais de chèvre :** il existe des différentes classes ainsi que des différentes catégories de fromages frais de chèvres qui sont les suivantes :

- Fromage frais où la date limite de conservation est inférieure à 24 jours, qui sont des fromages frais battus et des fromages frais de compagnie qui ont des caractéristiques spécifiques : non affinés, forte teneur en eau (80-90%), acidification précoce et poussée au cours de la fabrication, ainsi qu'une faible teneur en calcium.
- Fromages semi-frais où la date limite de conservation est supérieure à 24 jours qui sont des fromages à tartiner obtenus par centrifugation ou par ultrafiltration du lait coagulé (**Coulon et al., 2005**).

### 1. Généralités

Les plantes médicinales constituent depuis longtemps des ressources précieuses pour la grande majorité des populations rurales des pays en développement. Dans les dernières décennies, l'étude des plantes médicinales et leurs utilisations traditionnelles dans les différentes parties du monde sont devenues plus intéressantes. La principale utilisation de ces plantes par un grand nombre de la population est de faire face à leurs problèmes de santé **(El Yahiaoui et al., 2015)**.

Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que les plantes ont toujours occupé une place importante en médecine. C'est surtout en Chine, que les plantes médicinales sont plus utilisées, plus étudiées et font même l'objet d'une culture réglementée **(Bellakhdar, 1997)**. Selon les statistiques de l'OMS (2003), 80% de la population mondiale a recours aux médecines traditionnelles pour satisfaire des besoins en soins de santé primaire **(Derwich et al., 2010)**. Il y'a environ 500 000 plantes sur terre, plus de 100 000 d'entre elles possèdent des propriétés médicinales contribuant à leurs principes actifs qui agissent directement sur l'organisme. Les plantes sont reconnues pour leur facilité d'utilisation, leur efficacité ainsi que leurs bienfaits incontestables et leurs propriétés préventives et curatives et rarement où elles donnent des effets secondaires **(El Yahiaoui et al., 2015)**.

L'Algérie est dotée d'une végétation variée, sa flore est très riche grâce à son climat très diversifié et la fertilité des sols qui caractérisent les différentes régions. Les plantes poussent en abondance dans les régions côtières, montagneuses et également sahariennes. Ces facteurs influencent sur la qualité et la composition chimique des plantes médicinales, ce qui les dote de caractéristiques spécifiques. L'apparition et la disparition des plantes se fait périodiquement et continuellement dans des saisons définies par la nature. En Algérie, malgré le développement spectaculaire de la médecine moderne, les plantes médicinales n'ont jamais été totalement abandonnées, ce qui a conduit à maintenir une tradition thérapeutique pour traiter plusieurs maladies : traitement des plaies, des brûlures, des problèmes respiratoires d'origine allergique, des ulcères de l'estomac ... **(Mokkadem, 1999)**.

### 2. Définition

Selon la pharmacopée française, une plante médicinale est présentée pour ses propriétés préventives ou curatives à l'égard des maladies humaines ou animales, son usage est exclusivement médicinal **(Abayomi, 2010)**.

Une plante médicinale est un végétal utilisé en médecine traditionnelle dont au moins un des organes : feuille, fruit ou l'écorce, possède des vertus curatives, leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés

présents lorsqu'ils sont utilisés à un certain dosage et d'une manière précise et sous une forme appropriée (desséchée, ou à l'état frais). Elles peuvent être des plantes spontanées dite "sauvages" ou des plantes cultivées (**El Yahiaoui et al., 2015**).

### 3. Métabolites secondaires

Les plantes produisent un grand nombre de composés issus directement de la photosynthèse, ou résultent des réactions chimiques ultérieures. Ils jouent des rôles très importants, dont celui de moyen de défense contre les agressions de nature biotique (champignons, bactéries, virus, parasites, nématodes, ravageurs....) ou de nature abiotique (stress hydrique, thermique, ionisant, pollution, ....) (**Bermudez-Torres et al., 2013**).

De nos jours, plus de 200 000 structures ont été identifiées, un grand nombre de ces composés sont utilisés dans des domaines divers : la parfumerie, l'agroalimentaire, l'aromathérapie, la pharmacie, la phytothérapie et les produits cosmétiques naturels. Ci-dessous quelques importants groupes phytochimiques, sources de molécules biologiquement actives (**El Yahiaoui et al., 2015**).

**3.1. Composés phénoliques** : ces composés sont reconnus par leur forte bioactivité qui se traduit au niveau de l'organisme par une large gamme de propriétés biologiques. Les principales sources alimentaires de polyphénols sont les fruits, les légumes, les huiles et les plantes aromatiques ainsi que les boissons comme le thé, le café, la bière et le vin. Parmi ces métabolites on peut citer : les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tannins, qui sont les classes majeures des polyphénols (**Macheix et al., 2005**). Les principales classes de composés phénoliques sont présentées dans le tableau IV.

- ❖ **Acides phénoliques** : le terme acide phénolique peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique, leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique. Ils possèdent des activités anti-inflammatoires, antiseptiques et analgésiques (**Balasundrum et al., 2006**).
- ❖ **Flavonoïdes** : cette famille est considérée parmi l'ensemble des composés phénoliques les plus variés et les plus répandus dans notre alimentation (**D'Archivio et al., 2007**). Ils sont considérés comme les pigments quasiment universels des végétaux (**Bruneton, 1999**). Ces derniers sont considérés comme des antibactériens, des anti-inflammatoires, des antiviraux et hépato-protecteurs. Ils peuvent être exploités de plusieurs manières dans l'industrie cosmétique, alimentaire et pharmaceutique (**Bruneton, 1999**).
- ❖ **Tanins** : ces dernières résultent généralement de la condensation des formes simples des flavonoïdes. Ces molécules ont la capacité de former des complexes stables avec les protéines et les sucres. Elles possèdent des propriétés antiseptiques mais également antibiotiques,

astringentes, anti-inflammatoires, anti-diarrhéiques, hémostatiques et vasoconstrictrices (diminution du calibre des vaisseaux sanguins) (Macheix et al., 2005).

**Tableau IV.** Principales classes de composés phénoliques (Bruneton, 1999 ; Macheix et al., 2005).

	<b>Classe des composés phénoliques</b>	<b>Exemple</b>	<b>Origine</b>
<b>Acides phénols</b>	Hydroxybenzoiques	Acide gallique	Chêne, thé, hamamélis
	Hydroxybenzoiques	Acide férulique	Riz, café, artichaut
<b>Flavonoïdes</b>	Flavones	Lutéoline	Aubépine
	Flavonols	Quercétine	Thé noir, oignon
	Flavanols	Cathéchine	Thé vert, thé noir
	Flavanones	Naringénine	Agrumes (pamplemousse)
<b>Tanins</b>	Tanins condensés	Proanthocyanols	Raisin noir, amande
	Tanins hydrolysables	PentaO-galloyl-b-D-glucose	Noix de galle
<b>Autres polyphénols</b>	Hétérosides	Ginsenosides	Ginseng
	Lignanes	Sécisolaricirésinol	Graines de lin
	Stilbènes	Trans-resvératrol	Raisin, cacahouète
	Quinones	1,4-naphtoquinone (vit k1)	Légumes verts
	Commarines	2H-1benzopyrane-2-one	Fève tonka, lavande

**3.2. Terpènes et stéroïdes :** les terpénoïdes et les stéroïdes constituent sans doute le plus vaste ensemble connu des métabolites secondaires des végétaux et constituent le principe odoriférant des végétaux (**Bruneton, 1999**). Les terpénoïdes (isoprénoïdes) sont des molécules de faible poids moléculaire, volatiles, dérivés de l'isoprène (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>) et entrant dans la composition des huiles essentielles. Les stéroïdes sont des triterpènes tétracycliques, possèdent moins de 30 atomes de carbone, synthétisés à partir d'un triterpène acyclique. Ces molécules se présentent en forme des huiles essentielles, pigments (carotène), hormones et stéroïls (**Hopkins, 2003**).

**3.3. Glucosinolates :** ces composés sont constitués d'un résidu « β-D-glucose », d'un résidu « oxime sulfaté » et d'une chaîne latérale de structure variable selon l'acide aminé dont elle dérive. Ils sont stockés dans toutes les parties de la plante et libérés lors d'une attaque de phytophages, ils sont notamment rencontrés dans les brassicacées ou crucifères (chou, navet, brocoli, radis, moutarde...) et présents à des teneurs variables. Dans l'alimentation, les glucosinolates à forte dose sont toxiques et peuvent causer une irritation de la peau, à faible teneur leurs produits de dégradation ont des propriétés antifongiques, antibactériennes, antioxydantes, antimutagéniques et anticarcinogéniques. Ils sont appliqués comme cataplasme sur les articulations douloureuses, augmentent le flux sanguin dans la zone irritée favorisant ainsi l'évacuation des toxines (**Bruneton, 1999**).

**3.4. Alcaloïdes :** ce sont des substances naturelles azotées à réaction basique fréquentes dont le gout est amer, issus du métabolisme des acides aminés. Les alcaloïdes forment une grande famille hétérogène de métabolites secondaires, ils sont utilisés depuis l'antiquité comme anesthésiques locaux (**Bézanger-beauquesne et al., 1958**). Quelques substances de cette famille sont également efficaces pour (**Yinyang et al., 2014**):

- Soulager la douleur chez les patients atteints d'un cancer en phase terminale,
- Provoquer la contraction de l'utérus au cours de l'accouchement,
- Traiter l'asthme et la bronchite et également considérées comme médicament antiallergique,
- Propriétés hypnotiques, analgésiques, anti-inflammatoires et antimicrobiennes,
- Traiter la maladie d'Alzheimer.

**3.5. Huiles essentielles :** une huile essentielle est un mélange de substances de consistance huileuse, plus au moins fluide, très odorante, inflammable et volatile à la température ambiante. Généralement liquide à l'exception de quelques-unes qui sont solides à température ambiante. Leur densité est le plus souvent inférieure à 1, elles sont souvent colorées : du jaune

pâle au rouge foncé voir brun, en passant par le vert émeraude ou encore le bleu. La plupart des huiles essentielles sont constituées d'hydrocarbures, de terpènes, de lactones, de phénols, d'aldéhydes, d'acides, d'alcools, de cétones et d'esters. Les composés oxygénés (alcools, esters, aldéhydes, cétones, lactones, phénols) offrent à la plante une odeur caractéristique (**Couic-Marinier et al., 2013**).

« Nous allons nous intéresser dans cette étude à deux plantes médicinales locales : *Pistacia lentiscus* et *Ocimum basilicum* »

### 4. *Pistacia lentiscus*

**4.1. Description :** le lentisque ou le pistachier lentisque ou l'arbre à mastic (figure 3), est un arbuste qui peut atteindre 3 m de hauteur (**Rodríguez-Pérez et al., 2013**), vivace dioïque thermophile, se développant dans des secteurs chauds à basses altitudes et dans les abrités ensoleillés à altitudes moyennes (**Said et al., 2011**).



**Fig.3.** *Pistacia lentiscus* : a : Fleurs, b : feuilles, c : fruits et d : mastic (**Milia et al., 2021**).

**4.2. Classification :** cette plante appartient à la classe de *Magnoliopsida*, à l'ordre des *Sapindales*, à la famille d'*Anacardiaceae* et au genre *Pistacia* (**Nahida et saddiqui, 2012**).

**4.3. Composition :** *Pistacia lentiscus* est composé de :

- Ecorce : rougeâtre sur les jeunes branches et vire au gris avec le temps quand on l'incise, il laisse s'écouler une résine irritante non colorée à odeur forte nommée mastic (**Şimşek et al., 2019**).

- **Feuilles** : sont persistantes, composées avec 4 à 10 paires de folioles elliptiques et lancéolées, alternées, coriaces, composées, entières et sessiles, la rachis est ailée entre les paires de folioles. Elles sont vertes foncées lavées de pourpre, luisantes en dessus mates et pâles en dessous (**Milia et al., 2021**). La composition chimique des feuilles est caractérisée par la présence de glycosides de flavonoïdes comme la quercétine, la myricétine, la lutéoline ainsi que l'isoflavone genisteine (**Romani et al., 2002 ; Vaya et Mahmood, 2006**). Des études ont montré que les polyphénols sont les plus présents dans les feuilles de *Pistacia lentiscus*. L'huile essentielle représente 0,14- 0,17% du poids des feuilles de la plante (**Salhi et al., 2019**).
- **Fleurs** : sont brunâtres, constituent de denses grappes spiciformes, elles sont à l'origine de petites drupes rouges, puis noires à maturité, subglobuleuses (**Boullard, 2001**).
- **Fruit** : est une baie globuleuse (de 2 à 3 mm), présente plusieurs couleurs aux différents stades de maturité, ils sont de couleur verte, au début, puis se transforment en rouge à mi- maturité et à la maturité ils sont noirâtres à l'automne (**Şimşek et al., 2019**). Des études phytochimiques ont montré que les fruits de *Pistacia lentiscus* sont caractérisés par la présence de dérivés galloyls, ellagitannin et galloylquinique (**Bhourri et al., 2010**), avec une très forte teneur en tannins totaux, tannins galliques, flavonoïdes, glucosides et amidon. De plus, l'huile de fruit de *Pistacia lentiscus* renferme des hydrocarbures monoterpéniques (90 à 96%) et sesquiterpènes (3,2%). Les composés majoritaires sont :  $\beta$ -myrcène (54-72%),  $\alpha$ -pinène (11 - 22%) et limonène. Les alcaloïdes sont présents dans les fruits et absents dans les feuilles et les tiges (**Barbouchi et al., 2018**).
- **Mastic** : si l'on incise le tronc de ce végétal, il s'en écoule un suc résineux nommé mastic (entre 4 à 5 kg par arbre), ce dernier s'écoule en larmes jaunes pâles, de quelques millimètres de diamètre, dures et brillantes, mais se ramollissant par mastication ; ce mastic est d'odeur balsamique et de saveur térébenthinée, une fois distillé, fournit une essence employée en parfumerie (**Şimşek et al., 2019**). Il renferme 1 à 3% d'huile essentielle, riche en pinène : [ $\alpha$ -pinène (40%),  $\beta$ -pinène (1,5%),  $\beta$ -myrcène (9%), limonène (1,0%), et  $\beta$ -caryophyllène (5%)]. Ainsi, il est riche en monoterpènes en quantité majoritaire, en tanins condensés et hydrolysables, en glycosides flavonoïques (**Vaya et Mahmood, 2006**), des anthocyanes (**Longo et al., 2007**) et en triterpènes (**Atmani et al., 2009**).

**4.4. Activité antimicrobienne** : beaucoup d'études ont révélé que les substances de *Pistacia lentiscus* comme les flavonoïdes et les tannins possèdent une activité antimicrobienne à large gamme. Ces substances peuvent remplacer les antibiotiques pour empêcher le problème de

l'antibiorésistance, aussi elles sont utilisées comme agents de conservation dans certains aliments en agissant sur la flore pathogène et d'altération (bactéries et champignons). Il a été démontré que l'huile de *Pistacia lentiscus* est utilisée pour réduire la croissance de *Listeria monocytogenes* pour prolonger la durée de conservation de la viande hachée pendant le stockage réfrigéré (**Djenane et al., 2011**). Une étude sur l'efficacité du mastic de *Pistacia lentiscus* contre *Helicobacter pylori* responsable de gastrite chronique a été réalisée par Huwez et al. (1998). Cette dernière a démontré que les composés du mastic (E)-méthyl isoeugénol et d'a-terpinéol ont des effets antibactériens contre cette souche résistante à la clarithromycine et/ou au metronidazole (**Miyamoto et al., 2014**).

Une activité antiplaquettaire a été démontrée par cette plante sur les dents en inhibant la croissance bactérienne dans la salive et exercée une activité inhibitrice contre les agents pathogènes buccaux, en particulier les streptocoques et les microorganismes oraux anaérobies. Le mode d'action des substances de *Pistacia lentiscus* peut être lié à (**Bruneton, 1999**) :

- ✓ L'inhibition des enzymes hydrolytiques (protéases et carbohydrases),
- ✓ L'inactivation des adhésines microbiennes sur la cellule ciblée,
- ✓ La perturbation de la membrane cellulaire, ce qui entraîne l'inhibition des propriétés fonctionnelles de la cellule,
- ✓ La perturbation des mécanismes enzymatiques impliqués dans la production d'énergie.

**4.5. Activité antioxydante :** de nombreuses études ont montré que les composés phénoliques de *Pistacia lentiscus* sont des antioxydants naturels, ils nettoient les radicaux libres nocifs de notre corps et le protègent contre le stress oxydatifs. Ces derniers sont en mesure de donner des protons aux radicaux libres et sont encore capables d'empêcher la formation des espèces réactives de l'oxygène. Le tableau ci-dessous présente quelques activités biologiques des extraits de différentes parties de *Pistacia lentiscus* (**Remila et al., 2015**).

**Tableau V.** Activités biologiques des extraits de différentes parties de *Pistacia lentiscus* (Remila et al., 2015).

Activités biologiques	Partie utilisée	Métabolites/Extraits
<b>Antioxydante</b>	Fruits	Acide digallique
		Extrait hydro-alcoolique
	Feuilles	Extrait hydro-alcoolique
		Fractions aqueuses du chloroforme et d'hexane
Mastic	Extrait aqueux de résine	
<b>Antimicrobienne</b>	Fruits	Huile végétale
		Extrait phénolique
	Feuilles	Huile essentielle
		Extrait méthanolique
Mastic liquide	Extrait aqueux de mastic	

### 5. *Ocimum basilicum*

**5.1. Description :** le nom basilic vient du grec « Basilikon » qui signifie « plante royale » en raison de son parfum, c'est une plante annuelle originaire de l'Inde à croissance rapide, ramifiée, dressée qui pousse de 0,3 jusqu'à 1,3 m de haut. Cette plante fleurit habituellement au début de l'été et peut être récoltée en plein été, elle est largement cultivée comme plante ornementale commerciale dans les régions tropicales et dans les régions chaudes et tempérées du monde y compris l'Asie, l'Afrique et l'Amérique du Sud (Darrah, 1974). Selon Li et Chang (2016), les parties les plus utiles du basilic (figure 4) sont les feuilles et les graines. Il est morphologiquement très variable, cette variété se distingue par leur couleur, leur forme, leur taille et leur odeur.



Fig.4. Quelques variétés de basilic (Mackee, 1994).

**5.2. Classification :** cette plante appartient à la classe de *Magnoliopsida*, à l'ordre des *Lamiales*, à la famille des *Lamiaceae* et au genre d'*Ocimum* (Darrah, 1974).

**5.3. Composition :** cette plante est composée de :

- **Fleurs :** de couleur crème, blanche, rose ou violacée selon la variété, elles sont petites et regroupées en épis à l'extrémité des rameaux et à l'aisselle des feuilles (Purushothaman et al., 2018).
- **Tige :** les tiges et les branches sont de couleur verte généralement avec un aspect brillant, parfois violacées, anguleuses et ramifiées portent des feuilles opposées de forme ovale à oblongue, pouvant atteindre jusqu'à 50 à 60 cm d'hauteur (Belkamel et al., 2008).
- **Feuilles :** denticulées dans la partie supérieure, ovales, cuvées à la base acuminées au sommet. Elles sont longues de 2 à 5 cm entières ou dentées et ciliées sur les bords, elles sont petites ou large et toujours brillantes (vert pale à vert foncé) (Pousset, 2004).
- **Graines :** petites (fines), oblongues et marron foncé, à peine visible à l'œil nu, la durée de germination de cette graine est de huit ans (Pousset, 2004).

La composition chimique du basilic est affectée par la saison, le stade de sa vie et le lieu de sa culture. Des études phytochimiques sur l'*Ocimum basilicum* ont montré la présence de glycoside, de gommes, de mucilage, de protéines, d'acides aminés, de tanins, de composés phénoliques, de stéroïdes, de monoterpènes (camphre, limonène, thymol, citral,  $\alpha$ -linalol,  $\beta$ -linalol, estragole), de triterpénoïdes, de stérols, de saponines et de flavonoïdes. Les diverses parties morphologiques d'*Ocimum basilicum* sont riches en composés phénoliques, les feuilles vertes de la plante

contiennent de l'acide chichorique avec une forte concentration en vitamines telle que la vitamine B (1, 2, 3) et la vitamine C (**Pachkore et Dhale, 2012 ; Purushothaman et al., 2018**).

**5.4. Activité antimicrobienne :** la plante d'*Ocimum basilicum* a une activité antimicrobienne à l'égard de certaines bactéries, champignons et même contre certains virus. De nombreuses recherches ont été menées dans le monde pour étudier le potentiel inhibiteur d'huile essentielle du basilic (extrait de différentes parties de la plante, en particulier les feuilles et les graines). Le mécanisme d'action diffère selon la composition chimique de leurs constituants, ces derniers peuvent agir sur plusieurs sites étant donné que chaque composé possède son propre mode d'action (**Ngom et al., 2014**) :

- ✓ Attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité à cause de différentes interactions hydrophobes entre la paroi et les constituants d'huile essentielle en induisant une perte cellulaire,
- ✓ Acidification de l'intérieur de la cellule, empêchant le fonctionnement des enzymes responsables de la production d'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure,
- ✓ Destruction du matériel génétique conduisant à la mort bactérienne.

Il a été démontré que les huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* ont des propriétés antibactériennes sur deux souches de *Salmonella enterica* (**Tchokponhoue et al., 2013**), ce qui a suggéré que ces huiles essentielles pourraient être utilisées dans le traitement des maladies causées par les sérotypes de salmonelles impliqués dans des cas de fièvre typhoïde chez l'Homme (**Tchokponhoue et al., 2013**). Une autre étude sur l'activité antimicrobienne des extraits méthanolique brutes d'*Ocimum basilicum* (extraits de feuilles et de fruits) à l'égard de *Mycobacterium tuberculosis* a montré que neuf extraits ont une inhibition de 49 % sur la croissance de cette bactérie (**Siddiqui et al., 2012**). Il a été démontré aussi que l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* a plusieurs effets inhibiteurs sur la croissance d'*Aspergillus ochraceus*, ce qui est intéressant dans le cadre de la prévention de la contamination par les mycotoxines dans de nombreux aliments et ils pourraient être à la place des produits antifongiques de synthèse (**Basilico et Basilico, 1999**).

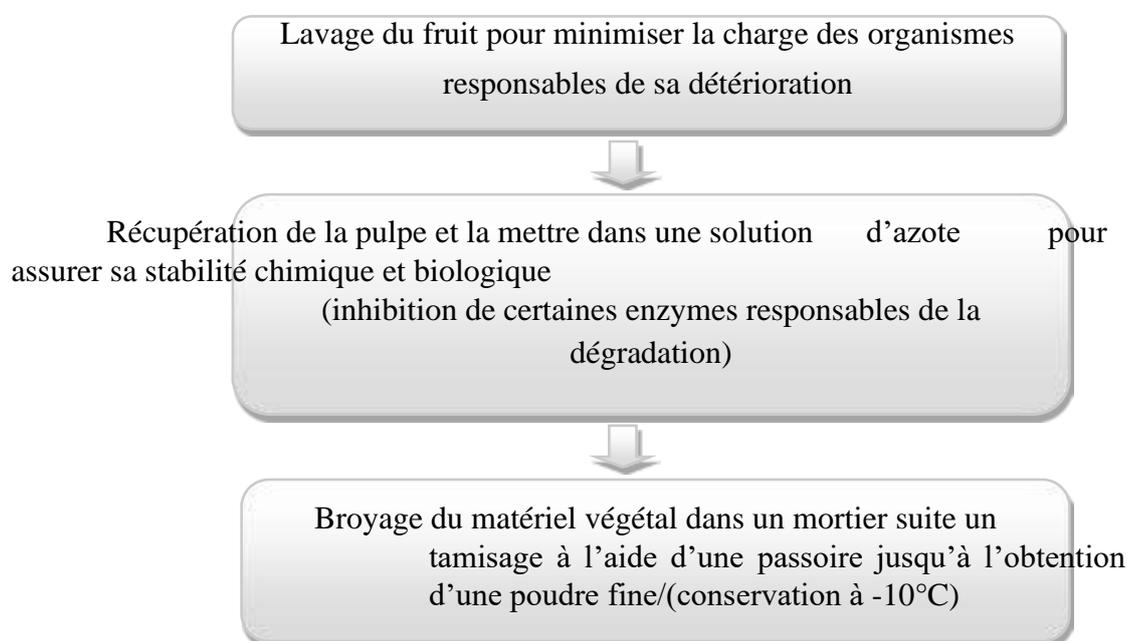
**5.5. Activité antioxydante :** l'*Ocimum basilicum* contient plusieurs composés antioxydants actifs, l'huile de basilic s'est avérée un efficace antioxydant dans plusieurs tests *in vitro*, ainsi qu'*in vivo* et peut être le traitement des maladies liées au stress oxydatif. Il est considéré comme étant un candidat précieux pour la fonctionnalisation et la conservation des produits alimentaires vis-à-vis de la détérioration oxydative (**Jayasinghe et al., 2003**).

« Ce chapitre est consacré aux différentes démarches/protocoles qui vont nous permettre de déduire les différentes étapes de fabrication de fromages frais de chèvre additionnés de plantes médicinales locales ».

## 1. Pistacia lentiscus-Huile essentielle

L'addition de l'huile de *Pistacia lentiscus* dans un fromage frais de chèvre a été réalisée par Zantar, (2013). Selon son étude, l'incorporation de cette l'huile essentielle sert à améliorer les caractéristiques microbiologiques et organoleptiques de ce produit.

**1.1. Préparation de la matière végétale :** selon le protocole de Djedaia, (2017), la matière végétale a été préparée comme suit (figure 5).



**Fig.5.** Préparation de la matière végétale (Djedaia, 2017).

**1.2. Choix de la méthode d'extraction :** la diversité et la complexité des huiles essentielles rendent le choix des processus d'obtention délicat. La méthode choisie ne doit pas conduire à la discrimination entre les composés polaires et apolaires, ni induire de réactions biochimiques, ni de dégradations thermiques, ni de réduction, ni de changement de pH ou entraîner une perte de composés volatils. Pour cela, différents paramètres et propriétés sont à prendre en compte (Fernandez et Cabrol-Bass, 2007). Le principe général des différentes méthodes d'extraction de l'huile essentielle consiste en un transfert ou échange de matière entre deux phases hétérogènes : l'une solide contenant la matière à extraire « solution riche » et l'autre liquide correspondant au « solvant d'extraction » (Couic-Marinier et al., 2013).

Parmi ces méthodes, l'hydrodistillation, l'extraction aux solvants organiques volatils, l'enfleurage, l'extraction par micro-ondes sous vide, l'extraction par CO<sub>2</sub> supercritique... Le choix de la technique influe directement sur le rendement d'extraction et sur la qualité des essences obtenues (Boukhatem et al., 2019).

« Pour l'extraction des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus*, la technique d'hydrodistillation a été choisie ».

❖ **Hydrodistillation/distillation à la vapeur** : elle consiste à immerger directement le matériel végétal dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à l'ébullition (le végétal est en contact direct avec l'eau bouillante). Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par la différence de densité (Bruneton, 1999). La figure 6 présente les étapes d'extraction des huiles essentielles par un hydrodistillateur simple selon le protocole de Boukhatem et al. (2019).

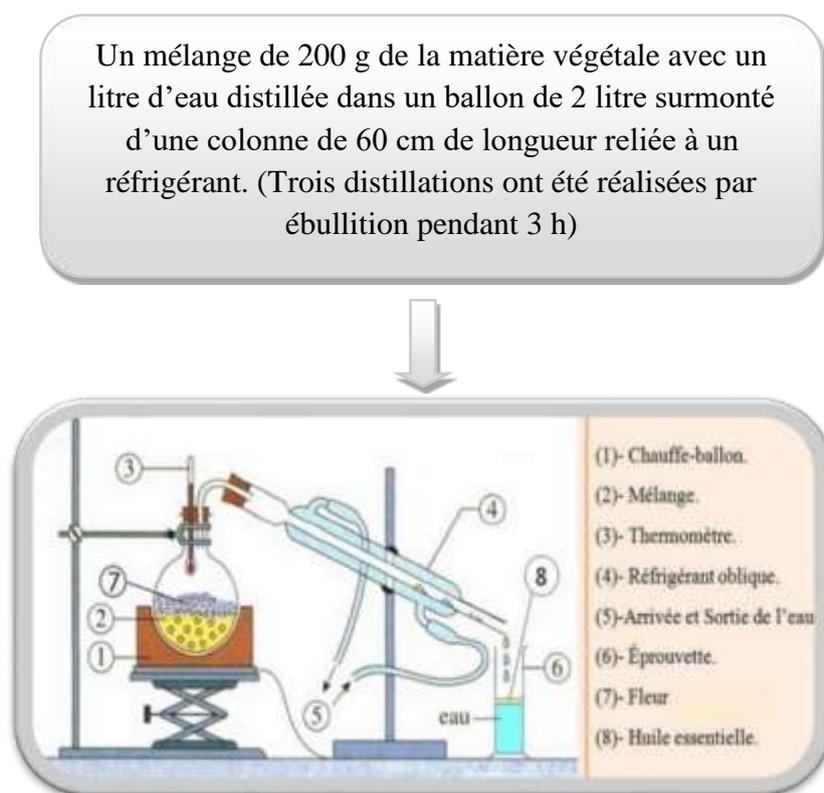


Fig.6. Etapes d'hydrodistillation (Boukhatem et al., 2019).

### 1.3. Evaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne

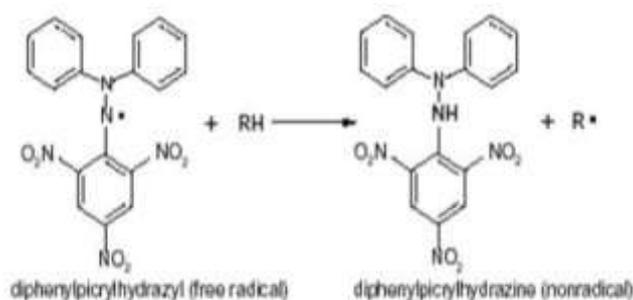
❖ **Pouvoir antioxydant** : plusieurs études ont été focalisées sur l'évaluation des propriétés antioxydantes des huiles essentielles. Les techniques citées ci-dessous sont les plus utilisées :

- Capacité antioxydante totale (CAT),
- Réduction du fer,

- Piégeage du radical libre DPPH,
- Test de blanchissement du  $\beta$ -carotène.

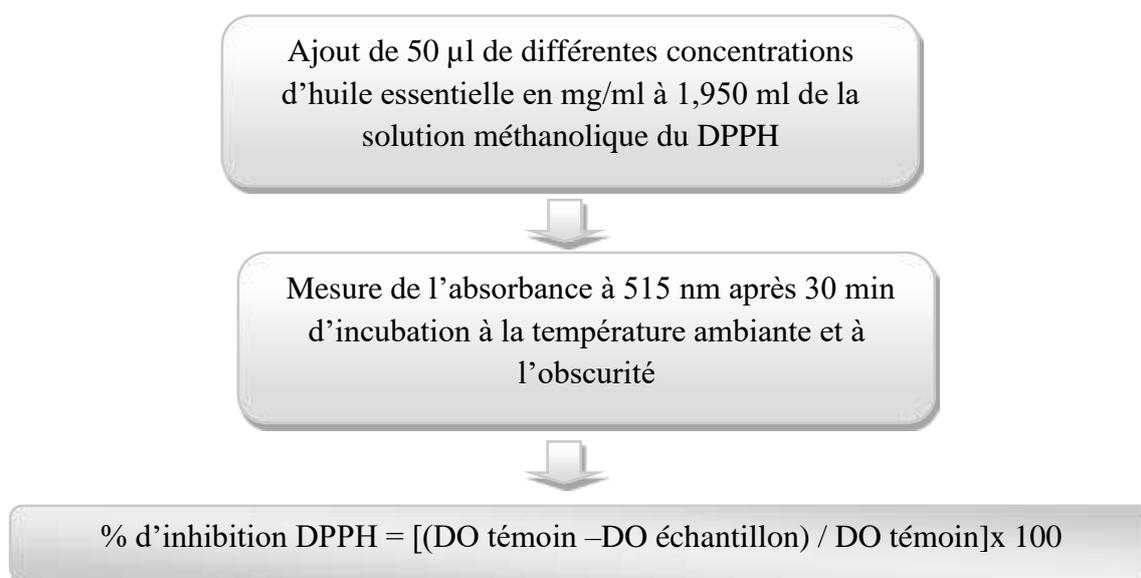
« Pour l'évaluation du pouvoir antioxydant des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus*, la technique de piégeage du radical libre DPPH a été choisie ».

- **Piégeage du radical libre DPPH** : ce composé est un radical libre stable de couleur violacée qui absorbe à une longueur d'onde de 517 nm. En présence des composés anti-radicalaires, le radical DPPH (figure 7) est réduit (arrachement d'un hydrogène) et change de couleur en virant au jaune (formation du 2,2-diphénylhydrazine DPPH-H). Ce dernier est réduit à la forme d'hydrazine.



**Fig.7.** Forme libre et réduite du DPPH (Brand-williams et al., 1995).

En se basant sur le protocole de Sanchez-Moreno et al. (1998), l'évaluation du pouvoir antioxydant est présentée sur la figure 8.



**Fig.8.** Mise en évidence du pouvoir antioxydant (Sanchez-Moreno et al., 1998).

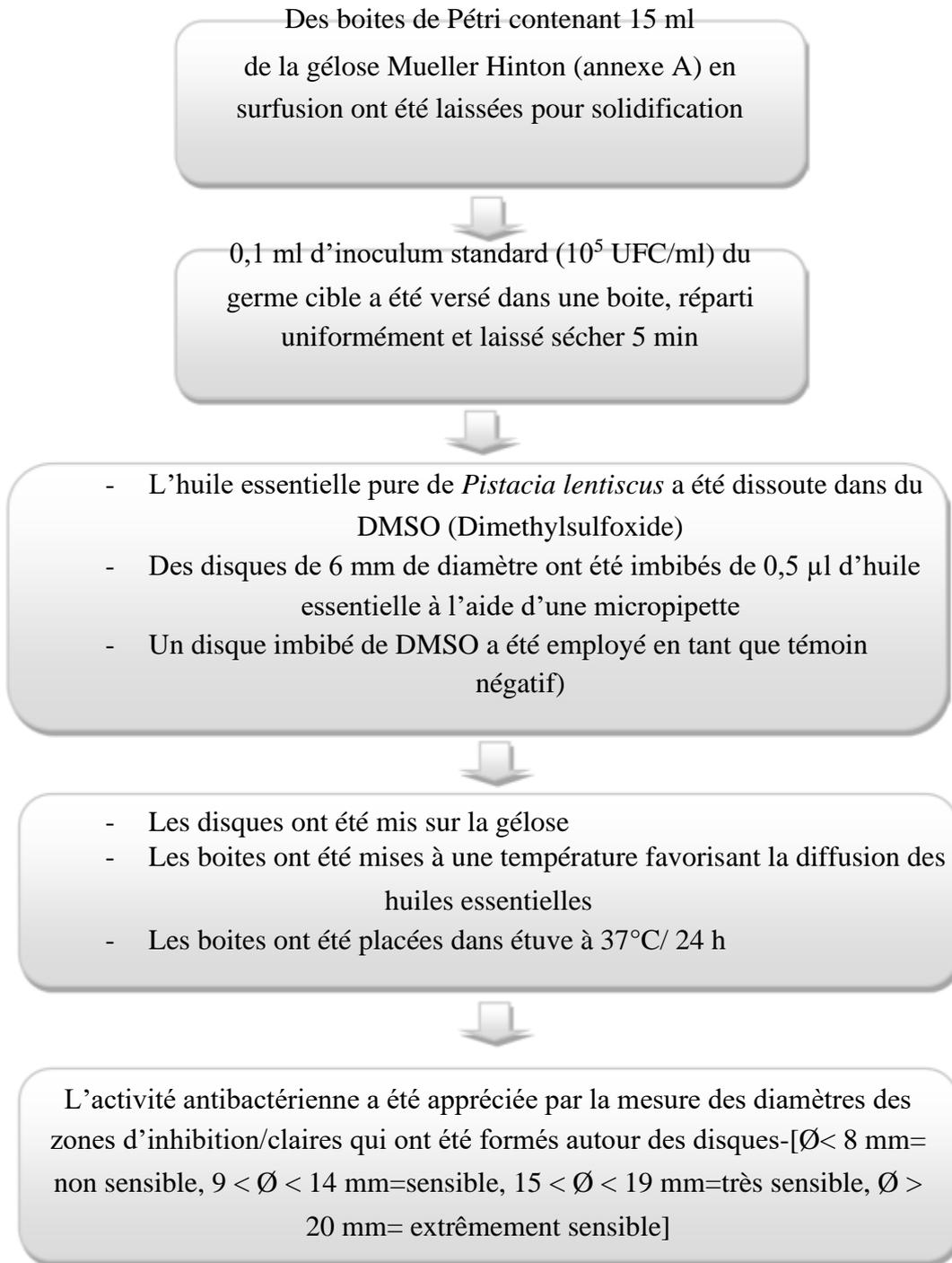
- DO témoin : absorbance du contrôle sans extrait après 30 min,
- DO échantillon : absorbance en présence d'extrait après 30 min,
- CI50 : concentrations nécessaires pour réduire 50 % du radical DPPH, - Acide ascorbique : contrôle positif dans les mêmes conditions expérimentales.

❖ **Pouvoir antibactérien** : il existe plusieurs méthodes pour évaluer la sensibilité des bactéries pathogènes vis-à-vis des huiles essentielles. Trois techniques sont couramment utilisées : -

- Technique des disques,
- Technique de micro-atmosphère,
- Technique de contact directe [une méthode qui exige les dilutions d'huile essentielle et de les mettre en contact avec les bactéries (même méthode pour déterminer les concentrations minimales inhibitrices/CMI)] (**Bekhechi et al., 2008**).

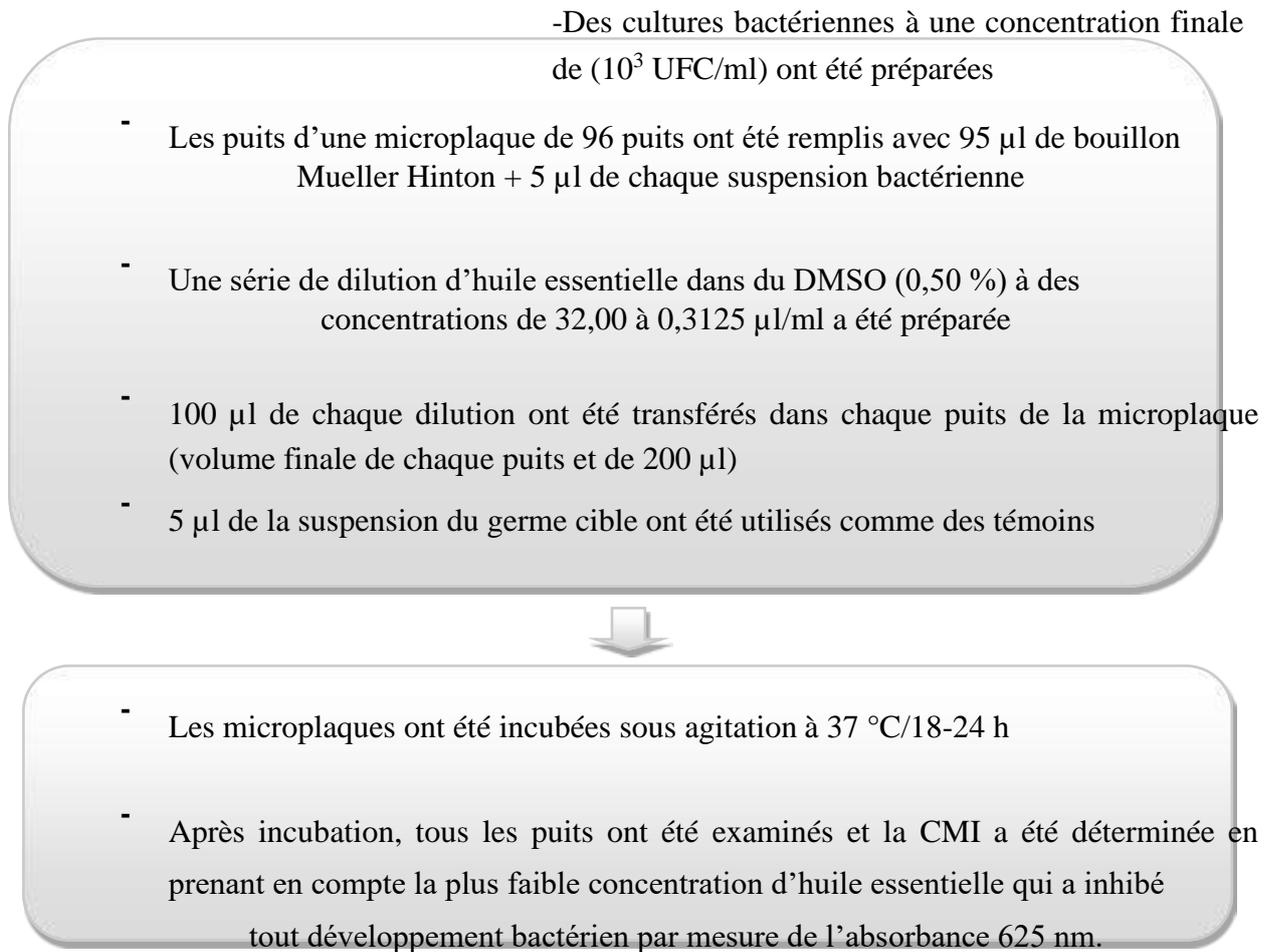
« Afin de tester l'effet antimicrobien des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* sur quelques bactéries indésirables deux méthodes ont été choisies ».

- **Diffusion sur gélose** : en se basant sur le protocole de Fontanay et al. (2015), l'activité antibactérienne de la substance test (huile essentielle) est présentée sur la figure 9.



**Fig.9.** Mise en évidence du pouvoir antibactérien par la méthode de diffusion sur gélose (Fontanay et al., 2015).

- **Concentration minimale inhibitrice (CMI) :** l'activité antibactérienne de la substance test mise en évidence par cette méthode (Aouni et al., 2013), est présentée sur la figure 10.



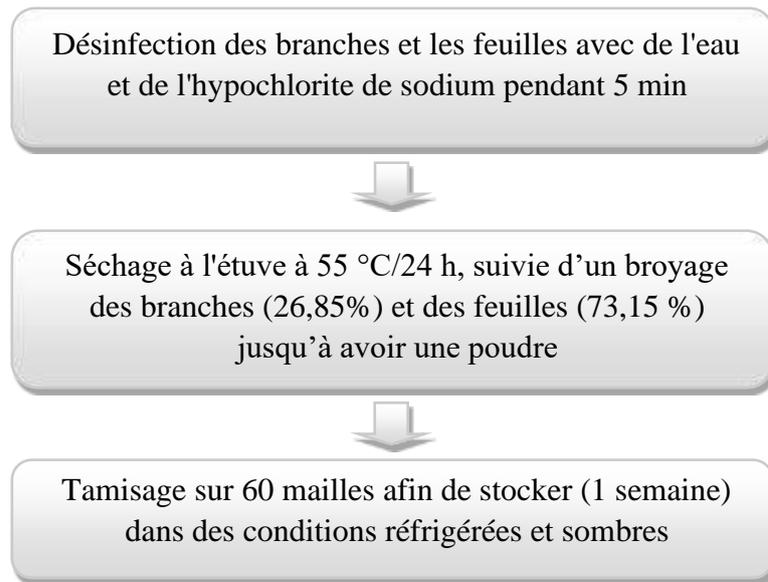
**Fig.10.** Mise en évidence du pouvoir antibactérien par la méthode de la concentration minimale inhibitrice (Aouni et al., 2013).

**NB :** selon les résultats obtenus par Simsek et al. (2019), l'huile de *Pistacia lentiscus* n'inhibe la croissance des bactéries d'intérêt technologique (flores lactiques) et n'a pas d'effets néfastes sur les paramètres de production d'où la possibilité de l'incorporer dans d'un fromage frais.

## 2. *Ocimum basilicum*

L'ajout de la poudre d'*Ocimum basilicum* pour la fabrication d'un fromage frais a pour but d'améliorer certaines caractéristiques : physicochimiques, microbiologiques et organoleptique (Ribas et al., 2019).

**2.1. Préparation de la matière végétale :** selon le protocole de Ribas et al. (2019) la matière végétale est préparée comme suit (figure 11).



**Fig.11.** Préparation de la matière végétale (Ribas et al., 2019).

### 3. Procédés de fabrication

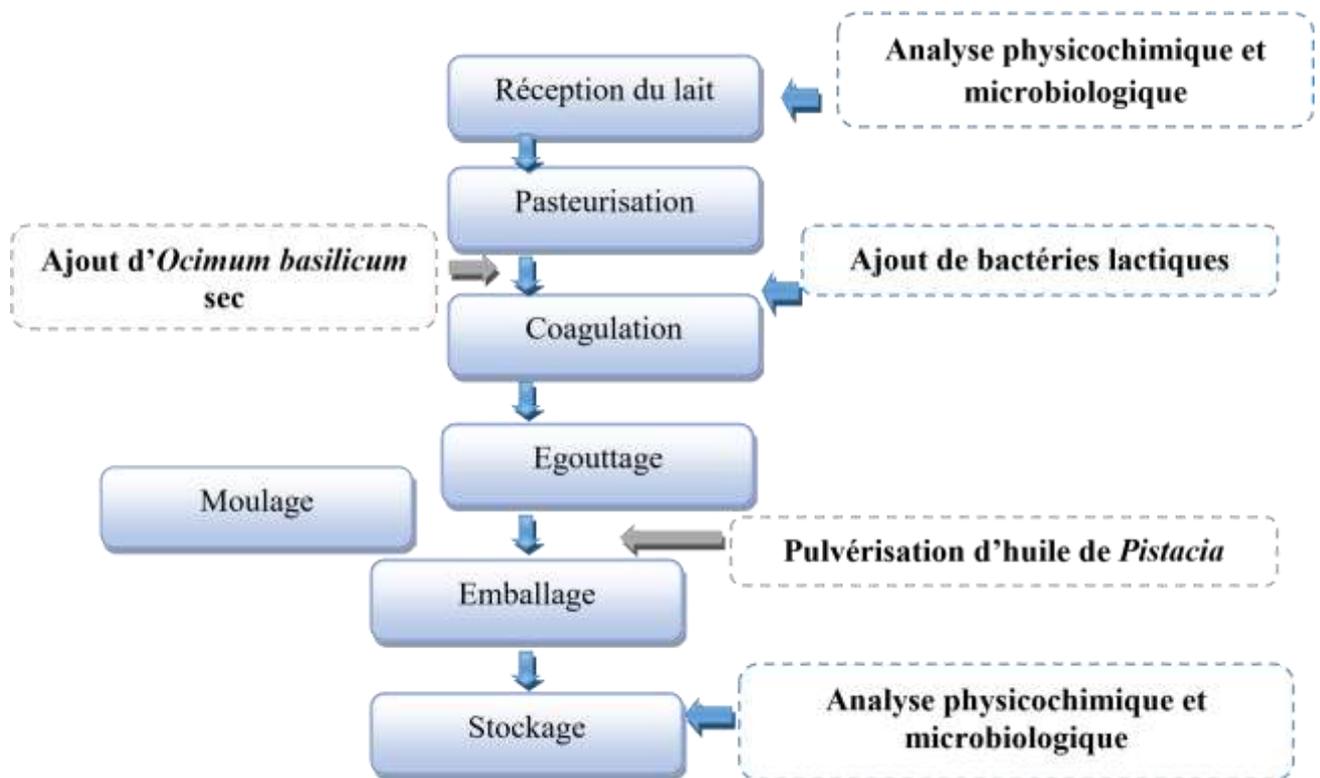
La collecte du lait cru de chèvre est faite avec un grand soin, dans des grands flacons stériles placés tout près du mamelon afin d'éviter toute contamination. Tous les échantillons de lait sont soigneusement étiquetés (espèce, lieu, date...) et transportés dans des conditions adéquates à 4°C et acheminés au laboratoire pour des analyses microbiologiques (recherche et dénombrement de flores : coliformes totaux, coliformes fécaux, levures et moisissures) (IDF, 1997) et physicochimiques (pH, acidité, matière grasse, matière sèche, cendres et matière azotée totale) (AFNOR, 1993). Après traitement thermique et élimination de la flore pathogène et d'altération, le lait estensemencé avec un levain lactique composé par exemple de *Lactococcus lactis lactis var lactis*, *Lactococcus lactis var cremoris* et *Lactococcus lactis biovar diacetylactis* (ce levain est choisi en raison de ses performances sur le plan sensoriel). L'emprésurage est effectué lorsque le pH du laitensemencé a atteint une valeur comprise entre 5 et 5,5. La coagulation se produit, généralement, quelques minutes après l'addition de la présure (Hamama et al., 1995). Le lait subit une modification physico-chimique au niveau des micelles de caséines (formation de gel fromagère) sous l'action conjuguée de la présure et de l'acidification lactique (coagulation mixte).

**3.1. Fromages frais enrichis avec l'extrait d'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* :** après toutes les étapes citées précédemment en paragraphe 3, la coagulation/formation du caillé et suivie d'un égouttage. Après environ 24 h, le fromage est aromatisé par pulvérisation avec des concentrations adéquates de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* (0,5 ml/kg et 1 ml/kg). Le fromage emballé et stocké à 8 °C dans une chambre froide (Zantar, 2013).

**3.2. Fromages frais enrichis d'*Ocimum basilicum*** : le procédé de fabrication de fromage frais avec le basilic selon le protocole de Ribas et *al.* (2019), a montré que la poudre de basilic a été ajoutée à différents concentration 2,5, 5 et 7,5 g de basilic /kg et mélangée avec le lait pendant 10 min après la pasteurisation puis suivie des autres étapes de fabrication : coagulation, égouttage et moulage. La conservation est faite à 4 °C pendant 21 jours (**Ribas et al., 2019**).

**NB** : il est à noter que des analyses physicochimiques et microbiologiques sont réalisées chaque deux jours au cours de la période de stockage à fin d'assurer que le produit fini est sain et conforme aux normes.

La figure 12 présente les différentes étapes pour la mise au point d'un fromage frais de chèvre additionné de plantes médicinales.



**Fig.12.** Diagramme de fabrication de fromage frais de chèvre additionné de ferments

lactiques et de plantes médicinales locales.

#### 4. Analyses sensorielles

L'évaluation sensorielle d'un aliment est l'étude systématique des réponses humaines aux différentes propriétés du produit. Pour un fromage les caractéristiques sensorielles ont une préoccupation importante, ces caractéristiques dépendent de nombreux facteurs technologiques (mis

en œuvre lors de la fabrication fromagère et/ou durant l'affinage) et aux caractéristiques physicochimiques et microbiologiques de la matière première utilisée (**Coulon et al., 2005**).

Dans notre cas, l'attention des dégustateurs peuvent être attirés principalement par les propriétés sensorielles conférées par l'huile de *Pistacia lentiscus* et l'herbe d'*Ocimum basilicum*. Le profil sensoriel global du fromage frais élaboré est basé sur les caractéristiques sensorielles suivantes : texture, goût, couleur et arôme. Pour cela, l'analyse va être effectuée sur des échantillons de fromage frais de chèvre aromatisé en huile essentielle de *Pistacia lentiscus*, de fromage additionné d'*Ocimum basilicum* et un fromage témoin (sans huile essentielle et sans herbe).

Une fiche avec une échelle qui comprend une série d'affirmations de dégustation (annexe B) permet de porter un jugement qualitatif sur les différents types de fromages.

## Conclusion

Le but de ce travail consiste en une étude théorique afin d'arriver à rassembler toutes les informations essentielles et actuelles qui permettent d'élaborer un fromage frais de chèvre additionné de plantes médicinales locales.

Selon la littérature, l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est dotée d'une activité antimicrobienne qui permet l'amélioration de la qualité hygiénique du fromage frais en le protégeant contre les microorganismes pathogènes et d'altération. Ainsi l'huile essentielle peut remplacer les conservateurs artificiels grâce à son activité antioxydante, une activité protectrice vis-à-vis de l'oxydation des lipides qui donnent un mauvais goût et des composés toxiques dans le fromage.

La poudre d'*Ocimum basilicum* est riche en composés bioactifs en particulier le phénol. Ces molécules provoquent certains changements technologiques comme l'augmentation de l'activité antioxydante, la diminution de pH, la modification de la couleur, de la texture et la microstructure du fromage. De plus, ses propriétés aromatiques améliorent la qualité organoleptique et sensorielle du fromage et qui pourra satisfaire la demande des consommateurs.

**A**

- **Abayomi, S. (2010).** *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique*. Karthala Editions.
- **Accolas, J. P., Veaux, M., Vassal, L., & Mocquot, G. (1978).** Évolution de la flore lactique thermophile au cours du pressage des fromages à pâte cuite. *Le Lait*, 58(573-574), 118-132.
- **Aganga, A. A., Amarteifio, J. O., & Nkile, N. (2002).** Effect of stage of lactation on nutrient composition of Tswana sheep and goat's milk. *Journal of food Composition and Analysis*, 15(5), 533-543.
- **Aghababaie, M., Khanahmadi, M., Beheshti, M., & Mirlohi, M. (2014).** Temperature and pH optimization for the growth of *Lactobacillus delbrueckii* ssp *bulgaricus* on wey-based medium using response surface methodology. In *The 7th International Chemical Engineering Congress & Exhibition, Kish, Iran* (Vol. 180, pp. 196-205).
- **Amara, N., Boukhatem, M. N., Ferhat, M. A., Kaibouche, N., Laissaoui, O., & Boufridi, A. (2017).** Applications potentielles de l'huile essentielle de lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) comme conservateur alimentaire naturel. *Phytothérapie*, 1-9.
- **Ammor, S., Rachman, C., Chaillou, S., Prévost, H., Dousset, X., Zagorec, M., ... & Chevallier, I. (2005).** Phenotypic and genotypic identification of lactic acid bacteria isolated from a small-scale facility producing traditional dry sausages. *Food Microbiology*, 22(5), 373-382.
- **Aouni, M., Pelen, F., & Soulimani, R. (2013).** Étude de l'activité antimicrobienne d'un mélange de 41 huiles essentielles et domaines d'application. *Phytothérapie*, 11(4), 225-236.
- **Atmani, D., Chaher, N., Berboucha, M., Ayouni, K., Lounis, H., Boudaoud, H., ... & Atmani, D. (2009).** Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry*, 112(2), 303-309.

**B**

- **Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006).** Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry*, 99(1), 191-203.
- **Basilico, M. Z., & Basilico, J. C. (1999).** Inhibitory effects of some spice essential oils on *Aspergillus ochraceus* NRRL 3174 growth and ochratoxin A production. *Letters in Applied Microbiology*, 29(4), 238-24.

## Références bibliographiques

- **Barbouchi, M., Elamrani, K., & El Idrissi, M. (2020).** A comparative study on phytochemical screening, quantification of phenolic contents and antioxidant properties of different solvent extracts from various parts of *Pistacia lentiscus* L. *Journal of King Saud University-Science*, 32(1), 302-306.
- **Bekhechi, C., Atik-Bekkara, F., & Abdelouahid, D. E. (2008).** Composition et activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* d'Algérie. *Phytothérapie*, 6(3), 153-159.
- **Belakhdar, J. (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle. *Médecine arabe ancienne et savoirs populaires Paris: Ibis Press*, 348.
- **Belhadia, M., Yakhlef, H., Bourbouze, A., & Djermoun, A. (2014).** Production et mise sur le marché du lait en Algérie, entre formel et informel: stratégies des éleveurs du périmètre irrigué du Haut-Cheliff. *New Medit*, 13(1), 41-50.
- **Belkamel, A., Bammi, J., Janneot, V., Belkamel, A., Dehbi, Y., & Douira, A. (2008).** Évaluation de la biomasse et analyse des huiles essentielles de trois variétés de basilic (*Ocimum basilicum* L.) cultivées au Maroc. *Acta Botanica Gallica*, 155(4), 467-476.
- **Bencharif, A. (2001).** Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: état des lieux et problématiques. *Options Méditerranéennes, Ser B*, 32, 44.
- **Bermudez-Torres, K., Legal, L., & Lieutier, F. (2013).** Exploitation des métabolites secondaires de la plante hôte. *Interactions insectes-plantes*, 279.
- **Beuvier, E., & Feutry, F. (2005).** Quelques bases sur la microbiologie du lait et du fromage.... *Unité de Recherche en Technologie et Analyses Laitières. INRA*.
- **Bézanger-Beauquesne, L. (1958).** Les alcaloïdes dans les plantes. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 105(5-6), 266-291.
- **Bhourri, W., Derbel, S., Skandrani, I., Boubaker, J., Bouhlel, I., Sghaier, M. B., ... & Chekir-Ghedira, L. (2010).** Study of genotoxic, antigenotoxic and antioxidant activities of the digallic acid isolated from *Pistacia lentiscus* fruits. *Toxicology in vitro*, 24(2), 509-515.
- **Boukhatem, M. N., Ferhat A., & kameli, A. (2019).** Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles: revue de littérature. *Une*, 3, 4.
- **Boullard, B. (2001).** Dictionnaire des plantes médicinales du monde. *Réalités et croyances, Editions ESTM, Paris*, 573p.
- **Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- **Broome, M. C. (2007).** Starter culture development for improved cheese flavour. *Improving the flavour of cheese*, 157-176.
- **Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. English.

## Références bibliographiques

- **Buchin, S., Duboz, G., Le Quéré, J. L., & Grappin, R. (1998).** Développement des caractéristiques biochimiques et sensorielles des fromages de chèvre. Étude interespèce par échange de la matière grasse et du lait écrémé de laits de vache et de chèvre. *Le Lait*, 78(6), 673-687.

## C

- **Cardamone, L., Quiberoni, A., Mercanti, D. J., Fornasari, M. E., Reinheimer, J. A., & Guglielmotti, D. M. (2011).** Adventitious dairy *Leuconostoc* strains with interesting technological and biological properties useful for adjunct starters. *Dairy science & technology*, 91(4), 457-470.
- **Caridi, A., Micari, P., Foti, F., Ramondino, D., & Sarullo, V. (2003).** Ripening and seasonal changes in microbiological and chemical parameters of the artisanal cheese Caprino d'Aspromonte produced from raw or thermized goat's milk. *Food Microbiology*, 20(2), 201-209.
- **Carocho, M., Barros, L., Barreira, J. C., Calhella, R. C., Soković, M., Fernández-Ruiz, V., ... & Ferreira, I. C. (2016).** Basil as functional and preserving ingredient in "Serra da Estrela" cheese. *Food Chemistry*, 207, 51-59.
- **Charby, J., Hébel, P., & Vaudaine, S. (2017).** Les produits laitiers en France: évolution du marché et place dans la diète. *Cahiers de nutrition et de diététique*, 52, S25-S34.
- **CODEX STAN 283-(1978).** Norme générale codex pour le fromage. Lait et produits laitiers (2<sup>e</sup> édition).
- **Corcy, J. C. La Chèvre, 1991.** Edition *La Maison Rustique*, 180-197.
- **Couic-Marinier, F., & Lobstein, A. (2013).** Composition chimique des huiles essentielles. *Actualités pharmaceutiques*, 52(525), 22-25.
- **Coulon, J. B., Delacroix-Buchet, A., Martin, B., & Pirisi, A. (2005).** Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages.

## D

- **Darrah, H. H. (1974).** Investigation of the cultivars of the Basils (*Ocimum*). *Economic Botany*, 63-67.

## Références bibliographiques

- **D'Archivio, M., Filesi, C., Di Benedetto, R., Gargiulo, R., Giovannini, C., & Masella, R. (2007).** Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Annali-Istituto Superiore di Sanita*, 43(4), 348.
- **Delbes, C., Monnet, C., & Irlinger, F. (2015).** Des communautés microbiennes au service de la qualité des fromages: diversité et dynamique adaptative et fonctionnelle des populations endogènes etensemencées. *Innovations Agronomiques*, 44, 69-86.
- **Derwich, E., Manar, A., Benziane, Z., & Boukir, A. (2010).** GC/MS analysis and in vitro antibacterial activity of the essential oil isolated from leaf of *Pistacia lentiscus* growing in Morocco. *World Applied Sciences Journal*, 8(10), 1267-1276.
- **Djedaia, M. S. (2017).** Etude physicochimique et caractérisation de fruit de la plante lentisque (*Pistacia lentiscus L.*).
- **Djenane, D., Yangüela, J., Montañés, L., Djerbal, M., & Roncalés, P. (2011).** Antimicrobial activity of *Pistacia lentiscus* and *Satureja montana* essential oils against *Listeria monocytogenes* CECT 935 using laboratory media: Efficacy and synergistic potential in minced beef. *Food control*, 22(7), 1046-1053.
- **Dortu, C., & Thonart, P. (2009).** Les bactériocines des bactéries lactiques: caractéristiques et intérêts pour la bioconservation des produits alimentaires. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 13(1), 143-154.

## E

- **El Yahyaoui, O., Ouaziz, N. A., Sammama, A., Kerrouri, S., Bouabid, B., Lrhorfi, L. A., ... & Bengueddour, R. (2015).** Etude ethnobotanique: Plantes médicinales commercialisées à la province de Laâyoune; identification et utilisation [Ethnobotanical Study: Medicinal plants commercialized in the province of Laayoune; identification and use]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 12(3), 533.

## F

- **FAO. 2006.** Subject: Statistiques Alimentaires. Accessed [www.fao.org](http://www.fao.org). Dernière mise au jour mars 2006.
- **Fernandez, X., & Cabrol-Bass, D. (2007).** Analyse des arômes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(2), 270-276.
- **Fontanay, S., Mougenot, M. E., & Duval, R. E. (2015).** Évaluation des activités antibactériennes des huiles essentielles et/ou de leurs composants majoritaires. *Hegel*, (2), 109-118.

## Références bibliographiques

- **Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. (2017).** Fundamentals of cheese science (pp. 121-183). New York: Springer US.
- **Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M., & Guinee, T. P. (Eds.). (2004).** *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1: General Aspects*. Elsevier.

## H

- **Hamama, A., Zahar, M., El Marrakchi, A., Aboulala, F., & Abderrahman, M. B. M. (1995).** Préparation du fromage frais à partir du lait recombiné. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 15(4), 21-26.
- **Hassan, F. A., El-Gawad, A., Mona, A. M., & Enab, A. K. (2012).** Flavour compounds in cheese. *International Journal of Academic Research*, 4(5).
- **Hopkins. (2003).** Physiologie végétale. 1ere édition Espagne de Boeck P : 26 268 281 282 281
- **Huwez, F. U., Thirlwell, D., Cockayne, A., & Ala'Aldeen, D. A. (1998).** Mastic gum kills *Helicobacter pylori*. *New England Journal of Medicine*, 339(26), 1946-1948

## J

- **Jeanet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., & Brulé, G. (2007).** *Les produits laitiers* (pp. 184-p). Editions Tec & Doc Lavoisier.
- **Jayasinghe, C., Gotoh, N., Aoki, T., & Wada, S. (2003).** Phenolics composition and antioxidant activity of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 51(15), 4442-4449.

## K

- **Kalantzopoulos, G. (1993).** État de la recherche sur le lait de chèvre en Grèce. *Le Lait*, 73(5-6), 431-441.

## L

- **Le Loir, Y., & Valence-Bertel, F. (2018).** Fromages: pourquoi les microbes sont les meilleurs alliés du goût. *The Conversation*, (25 février 2018), np.
- **Li, Q. X., & Chang, C. L. (2016).** Basil (*Ocimum basilicum* L.) oils. In *Essential oils in food preservation, flavor and safety* (pp. 231-238). Academic Press.
- **Litopoulou-Tzanetaki, E., & Tzanetakis, N. (2014).** The microfloras of traditional Greek cheeses. *Microbiology spectrum*, 2(1), 2-1.

## Références bibliographiques

- **Longo, L., Scardino, A., & Vasapollo, G. (2007).** Identification and quantification of anthocyanins in the berries of *Pistacia lentiscus* L., *Phillyrea latifolia* L. and *Rubia peregrina* L. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(3), 360-364.
- **Lopez, C., Le Ruyet, P., & Quiblier, J. P. (2010).** Matière grasse laitière dans les fromages affinés: Effets de sa composition, de sa structure et des autres constituants de la matrice sur sa digestion et conséquences métaboliques. *Sciences des Aliments*, 29(1), 69.

## M

- **Macheix, J. J., Fleuriet, A., & Jay-Allemand, C. (2005).** *Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique*. PPUR presses polytechniques.
- **MacKee, H. S. (1994).** Catalogue des plantes introduites et cultivées en Nouvelle-Calédonie.
- **Martin, B., Buchin, S., & Hurtaud, C. (2003).** Conditions de production du lait et qualités sensorielles des fromages. *Productions animales*, 16(4), 283-288.
- **McSweeney, P. L. (2004).** Biochemistry of cheese ripening. *International journal of dairy technology*, 57(2-3), 127-144.
- **Meyer, A., Deiana, J., & Bernard, A. (2004).** Cours de microbiologie avec problèmes et exercices corrigés-2e édition.
- **Meunier-Goddik, L. (2004).** Fromage Frais. *Food Science and technology*, 183-194.
- **Michel, V., Hauwuy, A., Montel, M. C., Coulon, J. B., & Chamba, J. F. (2001, March).** Pratiques d'élevage et composition microbienne des laits crus. In *Symp. Int. Territoires et Enjeux du Développement Régional* (pp. 9-11).
- **Milia, E., Bullitta, S. M., Mastandrea, G., Szotáková, B., Schoubben, A., Langhansová, L., ... & Eick, S. (2021).** Leaves and Fruits Preparations of *Pistacia lentiscus* L.: A Review on the Ethnopharmacological Uses and Implications in Inflammation and Infection. *Antibiotics*, 10(4), 425.
- **Miyamoto, T., Okimoto, T., & Kuwano, M. (2014).** Chemical composition of the essential oil of mastic gum and their antibacterial activity against drug-resistant *Helicobacter pylori*. *Natural products and bioprospecting*, 4(4), 227-231.
- **Mokkadem, A. (1999).** Cause de dégradation des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie. *Revue Vie et Nature*, 7, 24-26.
- **Montel, M. C., Buchin, S., Mallet, A., Delbes-Paus, C., Vuitton, D. A., Desmasures, N., & Berthier, F. (2014).** Traditional cheeses: rich and diverse microbiota with associated benefits. *International journal of food microbiology*, 177, 136-154.

## Références bibliographiques

- **Mouffok, N., Benhadja, L., Ferhat, Z., & Bousbia, N. (2013, March).** Identification et analyse des dangers d'un process de fromage fondu selon l'ISO 22 000.

## N

- **Nahida, A. S., & Siddiqui, A. N. (2012).** *Pistacia lentiscus*: A review on phytochemistry and pharmacological properties. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(4), 16-20.
- **Ngom, S., Diop, M., Mbengue, M., Kornprobst, J. M., & Samb, A. (2014).** Composition chimique et propriétés antibactériennes des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* et d'*Hyptis suaveolens* (L.) Poit récoltés dans la région de Dakar au Sénégal. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 10(4), 109-117.
- **Noutfia, Y., Ibnelbachyr, M., & Zantar, S. (2011).** Aperçu sur le secteur de fabrication de fromage de chèvre dans la région d'Ouarzazate. *Economic, social and environmental sustainability in sheep and goat production systems. Options Méditerranéennes, Série A*, (100), 305-310.

## O

- **Olson, N. F. (1990).** The impact of lactic acid bacteria on cheese flavor. *FEMS Microbiology Reviews*, 7(1-2), 131-147.
- **O'Sullivan, D. J., Cotter, P. D., O'Sullivan, O., Giblin, L., McSweeney, P. L., & Sheehan, J. J. (2015).** Temporal and spatial differences in microbial composition during the manufacture of a continental-type cheese. *Applied and environmental microbiology*, 81(7), 2525-2533.

## P

- **Pachkore, G. L., & Dhale, D. A. (2012).** Phytochemicals, vitamins and minerals content of three *Ocimum* species. *International Journal of Science Innovations and Discoveries*, 2(1), 201-207.
- **Park, Y. W. (2012, April).** Goat milk and human nutrition. In *First Asia Dairy Goat Conference* (Vol. 9, p. 31).
- **Pottier, I., Gente, S., Vernoux, J. P., & Guéguen, M. (2008).** Safety assessment of dairy microorganisms: *Geotrichum candidum*. *International journal of food microbiology*, 126(3), 327-332

## Références bibliographiques

- **Pousset, J. L. (2004).** *Plantes médicinales d'Afrique: Comment les reconnaître et les utiliser: Ouvrage publié avec le soutien du Conseil général des Bouches-du-Rhône.* Secum/Edisud.
- **Purushothaman, B., PrasannaSrinivasan, R., Suganthi, P., Ranganathan, B., Gimbut, J., & Shanmugam, K. (2018).** A comprehensive review on *Ocimum basilicum*. *Journal of Natural Remedies*, 18(3), 71-85.

## R

- **Ramet, J. P. (1997).** Technologie comparée de l'affinage de différents types de fromage. Le fromage. *Lavoisier Tec et Doc, Paris*, 447-467.
- **Randazzo, C. L., Caggia, C., & Neviani, E. (2009).** Application of molecular approaches to study lactic acid bacteria in artisanal cheeses. *Journal of Microbiological Methods*, 78(1), 1-9.
- **Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., & Chilliard, Y. (2008).** Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research*, 79(1), 57-72.
- **Remila, S., Atmani-Kilani, D., Delemasure, S., Connat, J. L., Azib, L., Richard, T., & Atmani, D. (2015).** Antioxidant, cytoprotective, anti-inflammatory and anticancer activities of *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae) leaf and fruit extracts. *European Journal of Integrative Medicine*, 7(3), 274-286.
- **Ribas, J. C., Matumoto-Pintro, P. T., Vital, A. C. P., Saraiva, B. R., Anjo, F. A., Alves, R. L., ... & Zeoula, L. M. (2019).** Influence of basil (*Ocimum basilicum* Lamiaceae) addition on functional, technological and sensorial characteristics of fresh cheeses made with organic buffalo milk. *Journal of Food science and Technology*, 56(12), 5214-5224.
- **Ribeiro, A. C., & Ribeiro, S. D. A. (2010).** Specialty products made from goat milk. *Small Ruminant Research*, 89(2-3), 225-233.
- **Rodas, A. M., Ferrer, S., & Pardo, I. (2005).** Polyphasic study of wine *Lactobacillus* strains: taxonomic implications. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55(1), 197-207.
- **Rodríguez-Pérez, C., Quirantes-Piné, R., Amessis-Ouchemoukh, N., Madani, K., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutierrez, A. (2013).** A metabolite-profiling approach allows the identification of new compounds from *Pistacia lentiscus* leaves. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 77, 167-174.
- **Romani, A., Pinelli, P., Galardi, C., Mulinacci, N., & Tattini, M. (2002).** Identification and quantification of galloyl derivatives, flavonoid glycosides and anthocyanins in leaves of

*Pistacia lentiscus* L. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*, 13(2), 79-86.

## S

- **Salhi, A., Bellaouchi, R., El Barkany, S., Rokni, Y., Bouyanzer, A., Asehrou, A., ... & Hammouti, B. (2019).** Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of extracts from *Pistacia lentiscus* leaves. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 17(3), 189-198.
- **Said, S. A., Fernandez, C., Greff, S., Torre, F., Derridj, A., Gauquelin, T., & Mevy, J. P. (2011).** Inter-population variability of terpenoid composition in leaves of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria: A chemoecological approach. *Molecules*, 16(3), 2646-2657.
- **Sánchez-Moreno, C., Larrauri, J. A., & Saura-Calixto, F. (1998).** A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(2), 270-276.
- **Siddiqui, B. S., Bhatti, H. A., Begum, S., & Perwaiz, S. (2012).** Evaluation of the antimycobacterium activity of the constituents from *Ocimum basilicum* against *Mycobacterium tuberculosis*. *Journal of ethnopharmacology*, 144(1), 220-222
- **Silvana, M., Mariangela, C., Matteo, C. G., Fortina, R., Andrea, M., Parisi, M. M. G., ... & Massimo, Z. (2018).** Typical dairy products in Africa from local animal resources.
- **Şimşek, B., Aksoy, A., Kırhan, S., & Şahin Topçu, D. (2019).** Effects of mastic gum (*Pistacia lentiscus*) on chemical, rheological, and microbiological properties of yogurt ice cream. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(7), e13945.
- **St-Gelais, D. & Tirard-Collet, P. (2002)** Fromage in *Science et technologie du lait* pp. 349-415, Presses internationales polytechnique
- **Szafranski, F., Bloszyk, E., & Drozd, B. (1991).** Activité biologique des extraits de quelques plantes des environs de Kisangani (Zaire). *Belgian journal of botany*, 60-70.

## T

- **Tchokponhoue Kpodekon, M., Boko, K. C., Mainil, J., Farougou, S., Sessou, P., Yehouenou, B., ... & Bardiau, M. (2013).** Composition chimique et test d'efficacité in vitro des huiles essentielles extraites de feuilles fraîches du basilic commun (*Ocimum basilicum*) et du basilic tropical (*Ocimum gratissimum*) sur *Salmonella enterica* sérotype Oakland et *Salmonella enterica* sérotype Legon. *Journal de la Société ouest-africaine de chimie*, 35, 41-48.

## V

- **Vaya, J., & Mahmood, S. (2006).** Flavonoid content in leaf extracts of the fig (*Ficus carica L.*), carob (*Ceratonia siliqua L.*) and pistachio (*Pistacia lentiscus L.*). *Biofactors*, 28(3-4), 169-175.
- **Vikou, R., & Gbangboche, A. B. (2019).** Les Mammites Infectieuses, Obstacles à L'amélioration de la Santé Animale et à la Production de Lait et du Fromage. *European Scientific Journal*, 15, 344-363.
- **Vignola, C L. (2002).** *Science et technologie du lait: transformation du lait*. Presses inter Polytechnique.

## W

- **Walther, B., Schmid, A., Sieber, R., & Wehrmüller, K. (2008).** Cheese in nutrition and health. *Dairy Science and Technology*, 88(4-5), 389-405.

## Y

- **Yinyang, J., Mpondo, E. M., Tchatat, M., Ndjib, R. C., Ottou, P. M., & Dibong, S. D. (2014).** Les plantes à alcaloïdes utilisées par les populations de la ville de Douala (Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*, 78, 6600-6619.

## Z

- **Zantar, S., Zerrouk, H. M., Zahar, M., Saidi, B., Notfia, Z., Laglaoui, A., ... & Chentouf, M. (2013).** Effet de l'utilisation des huiles essentielles (du thym, du romarin, de l'origan et du myrte) sur les propriétés physicochimiques, microbiologiques et sensorielles du fromage de chèvre frais et semi-affiné. *Opt Médit*, 108, 183-190.
- **Zoubeidi, M., & Gharabi, D. (2013).** Impact du PNDA sur la performance économique des filières stratégiques en Algérie: cas de la filière lait dans la wilaya de Tiaret. *Revue Ecologie-Environnement*, 9.

## Annexe A

### Milieu Mueller Hinton

<b>Constituants</b>	<b>Quantités</b>
<b>Peptone</b>	17.5 g
<b>Extrait de viande</b>	2.0 g
<b>Amidon</b>	1.5 g
<b>Calcium</b>	20 à 25 mg
<b>Magnésium</b>	10 à 12.5 mg
<b>Agar</b>	15.0 g
<b>pH=7.4+/-</b>	/
<b>Eau distillée</b>	1000 ml

## Annexe B

### Fiche de profil sensorielle du fromage

Date .../...../.....

Nom : .....

Prénom : .....

Age : .....

Sexe : Féminin  masculin

**Type d'échantillon** : fromage frais de chèvre additionné de plantes médicinales locales

**Nombre d'échantillon de fromages à analyser** : trois

- Un fromage frais de chèvre additionné de *Pistacia lentiscus*,
- Un fromage frais de chèvre additionné d'*Ocimum basilicum*,
- Un fromage frais de chèvre témoin (sans plantes).

« Après avoir dégusté les différents types de fromages, nous vous demandons de bien vouloir compléter le tableau ci-dessous »

	Texture	Goût	Couleur	Odeur	Arome	Observations
Mauvais						
Médiocre						
Passable						
Assez Bon						
Bon						
Excellent						

« Merci pour votre participation »

introduction

Synthèse bibliographique

Chapitre 1

Fromages

## Chapitre II

### Plantes médicinales

## Chapitre III

### Etapes de fabrication

Conclusion

## Références bibliographiques

Annexe

## Sommaire

## Résumé

La présente étude s'agit d'une synthèse bibliographique sur un essai de fabrication d'un fromage frais de chèvre à base du lait et supplémenté de plantes médicinales (*Pistacia lentiscus* et *Ocimum basilicum*). Selon la littérature, le procédé de fabrication est effectué en plusieurs étapes : préparation-pasteurisation-coagulation du lait et égouttage. Pour obtenir un fromage frais amélioré et enrichi de *Pistacia lentiscus* et d'*Ocimum basilicum*, ces derniers sont ajoutés au cours de la fabrication. Plusieurs analyses sensorielles de couleur, de texture (dureté, déformabilité, friabilité) et de saveur (gout aromatisé, acidité, amertume, arrière-gout) doivent être réalisées.

**Mot clés** : fromage de chèvre, plantes médicinales, *Pistacia lentiscus*, basilic, analyse sensorielle.

## Abstract

The present study is a bibliographical synthesis on a test of the production of fresh goat cheese based on raw milk and supplemented with medicinal plants (*Pistacia lentiscus* and *Ocimum basilicum*). According to the literature, the manufacturing process is carried out in several steps: preparation, pasteurization, coagulation of milk and draining. To obtain a fresh cheese, improved and enriched with *Pistacia lentiscus* and *Ocimum basilicum*, these are added during manufacture. Several sensory analyses of colour, texture (hardness, deformability, friability) and flavour (flavoured taste, acidity, bitterness, aftertaste) should be realized.

**Key word**: goat cheese, aromatic medicinal plants, *Pistacia lentiscus*, basilic, sensory analysis.

## المخلص

تتمثل الدراسة الحالية في صناعة جبن مصنوع من حليب الماعز مع نباتات عطرية طبية نبات الضروالحبق ، فقد مر الحليب بعدة مراحل التخمير، تقطيع اللبن الرائب، التقطير و للحصول على جبن طازج أضفنا إليها النباتات العطرية الطبية لتحسين الجودة الحسية، وقمنا بعدة تحاليل حسية طعم، لون، قوام صالبة، قابلية للتشوه، تفتيت (ونكهة) طعم منكه، حموضة، مرارة، مذاق.

كلمات المفتاح : جبن الماعز، النباتات الطبية، نبات الضرو، نبات الحبق، الدراسة الحسية .