

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET  
DE L'UNIVERS  
DEPARTEMENT DE Ecologie et Génie de L'environnement



## Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agro-Alimentaires

Spécialité/Option : Production et Transformation Laitière

Thème :

---

Fabrication de fromage traditionnel à base du lait de vache avec l'incorporation de quelques épices.

---

Présenté par :

DAOUD Abdelmadjid

BELBAKHOUCHE Akram

BAKHOUCHE Ilyes

Devant la commission composée de :

Président (e) : BOUCHELAGHEM. E-H

M.C.A

Université de Guelma

Examineur : SANSRI. S

M.C.B

Université de Guelma

Encadreur : BENTEBOULA. M

M.A.A

Université de Guelma

Septembre 2021

## **Résumé**

La présente étude consiste à formuler un fromage traditionnelle au lait cru de vache par des plantes aromatiques et d'épices des espèces différentes (thym, armoise, cumin, curcuma, ail et gingembre). La fabrication du fromage a été effectuée par une méthode traditionnelle, le lait de vache est passé par plusieurs étapes (la préparation du lait, la filtration, la coagulation, tranchage du caillé, l'égouttage et le salage) pour obtenir un fromage frais, auquel nous avons ajouté des plantes aromatiques et des épices pour améliorer sa qualité organoleptique. Nous avons réalisé plusieurs analyses sensorielles (du goût, couleur, texture, dureté, déformabilité, friabilité et de saveur, goût aromatisé, acidité, amertume, arrière goût, salinité) de ce fromage devant un jury non expert, pour connaître l'étendue de leur appréciation pour ce type de fromage qui présente des bienfaits pour la santé avec un goût aromatisé. Tous les fromages ont été analysés sous différents aspects. L'un de ces échantillons est plus préférable que les autres par les dégustateurs ayant participé à notre travail, sous sa forme aromatisé et cela implique que le condiment utilisé présente un bon potentiel d'utilisation future dans le milieu de l'industrie fromagère.

**Mot clés :** fromage traditionnel, lait de vache, plantes aromatique, les épices, analyse sensorielle.

## **Abstract**

The present study consists of formulating a traditional cheese made from raw cow's milk by aromatic plants and spices of different species (thyme, mugwort, cumin, turmeric, garlic and ginger). The cheese was made by a traditional method, the cow's milk went through several stages (preparation of milk, filtration, coagulation, slicing the curd, draining and salting) to get a fresh cheese, to which we have added aromatic plants and spices to improve the organoleptic quality. We carried out several tastings (taste, color, texture, hardness, deformability and friability and flavor, flavored taste, acidity, bitterness, aftertaste, and salinity) of this cheese in front of an unexperienced jury, to know the extent of their acceptance of this type of cheese which contains health benefits with a flavored taste. All the cheeses which were analyzed having an apparent taste, with different aspects. One of these samples is more preferable than the others to tasters, in its flavored form and this implies that the condiment used has good potential for future use in the field of the cheese industry.

**Key word:** traditional cheese, cow's milk, aromatic plants, condiments, sensory analysis.

## الملخص

تتمثل الدراسة الحالية في صياغة جبن تقليدي مصنوع من حليب البقرة الخام مع نباتات عطرية وتوابل من أنواع مختلفة (الزعتر والشيح والزنجبيل والكمون والكرم و الثوم). تم إنتاج الجبن بالطريقة التقليدية، فقد مر حليب البقرة بعدة مراحل (تحضير الحليب، الترشيح، التخثر، تقطيع اللبن الرائب، التقطير والتعليق) للحصول على جبن طازج، أضفنا إليها النباتات العطرية والتوابل لتحسين الجودة الحسية، وقمنا بعدة تحاليل حسية (طعم، لون، قوام، صلابة، قابلية للتشوه، تفتتت ونكهة، طعم منكه، حموضة، مرارة، مذاق، الملوحة) من هذا الجبن أمام هيئة غير خبيرة، لمعرفة مدى قبولهم لهذا النوع من الجبن الذي يحتوي على فوائد صحية ذات نكهة. جميع أنواع الجبن التي تم تحليلها لها مذاق واضح من جوانب مختلفة. إحدى هذه العينات مفضلة أكثر من العينات الأخرى للمتذوقين، في شكلها المنكه، وهذا يعني أن البهارات المستخدمة لديها إمكانات جيدة للاستخدام في المستقبل في صناعة الجبن.

**الكلمات المفتاحية:** جبن تقليدي، حليب البقرة ، النباتات العطرية، التوابل، التحليل الحسي.

## *Remerciements*

*Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir donné la force, le courage et la persistance pour accomplir ce travail.*

*Nous remercions notre encadreur Mr BENTEBOULA Moncef pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses précieux conseils, la confiance qu'il nous a accordé et pour son suivi régulier à l'élaboration de ce travail.*

*Nous remercions tous les membres de jury qui ont accepté de juger ce Travail. Mr BOUCHELAGHEM EL HADI et Mme SANSRI S.*

*Nous tenons à remercier nos familles pour leurs soutiens et leurs encouragements.*

*Un grand merci particulier à nos collègues et nos amies pour les sympathiques moments qu'on a passés ensemble, nous les remercions pour leur confiance, leur disponibilité et leur fidélité, et souhaitons beaucoup de réussit.*

*Enfin, Nous remercions très sincèrement toutes les personnes qui d'une façon ou d'une autre, ont participé à l'élaboration de ce travail.*

*Dédicaces*

*Je dédie ce travail à*

*En premier lieu à mes mes parents ;*

*Que Dieu vous garde toujours près de moi*

*Ma grande mère, que Dieu la garde toujours en bonne santé*

*A mon cher frère Hichem*

*Mon adorable sœur Marwa*

*Mon cher cousin Mehdi*

*Mon cher ami Tarek*

*Mon Encadreur Mr Benteboula*

*Spécialement à toute la promotion PTL 2020-2021*

*Mercie beaucoup.*

*Abdelmadjid*

*Dédicaces*

*Je dédie ce travail à*

*Mes parents en premier,*

*Que Dieu me les garde toujours près de moi*

*Ma famille, que Dieu les protège et ils les garde en bonne santé*

*Mes adorables sœurs*

*Mes chers amis*

*Mon Encadreur Mr Benteboula*

*Spécialement à toute la promotion PTL promotion 2020-2021*

*Mercie beaucoup.*

*Akram*

*Dédicaces*

*Je dédie ce travail à*

*Mes parents en premier,*

*Que Dieu me les garde toujours près de moi*

*Ma famille, que Dieu les protège et ils les garde en bonne santé*

*Mes chers amis*

*Mon Encadreur Mr Benteboula*

*Spécialement à toute la promotion PTL promotion 2020-2021*

*Mercie beaucoup.*

*Ilyas*

## Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

AW : Activité de l'eau

C : Conductivité

D : Densité

FP : Point de congélation

g : gramme

g/l : Gramme / Litre

h : Heure

L : Lactose

ml : Millilitre

mm : millimètre

mS/cm : Millisiemens par Centimètre

P : Protéines

pH : Potentiel d'Hydrogène

S : Le sel

S : Matière solide

T : Température

W : Mouillage

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Coagulation du lait .....	13
<b>Figure 2.</b> L'égouttage de la caillé .....	14
<b>Figure 3.</b> Affinage et conservation du fromage .....	15
<b>Figure 4.</b> Le gingembre .....	22
<b>Figure 5.</b> L'ail .....	23
<b>Figure 6.</b> Le curcuma .....	24
<b>Figure 7.</b> L'armoise .....	24
<b>Figure 8.</b> Le thym .....	25
<b>Figure 9.</b> Le cumin .....	25
<b>Figure 10.</b> Pesée les plantes médicinales avec balance de précision .....	30
<b>Figure 11.</b> Coagulation et découpage du caillé.....	32
<b>Figure 12.</b> Les étapes d'élimination de lactosérum.....	33
<b>Figure 13.</b> Les étapes d'égouttage de fromage traditionnel.....	33
<b>Figure 14.</b> Les étapes de salage de fromage traditionnel.....	34
<b>Figure 15.</b> Méthode de mélange les différents épices .....	35
<b>Figure 16.</b> Moulage de fromage traditionnel.....	36
<b>Figure 17.</b> Etude comparative entre les échantillons par rapport à l'odeur.....	43
<b>Figure 18.</b> Etude comparative entre les échantillons par rapport à la dureté .....	43
<b>Figure 19.</b> Etude comparative entre les échantillons par rapport à la déformabilité.....	44
<b>Figure 20.</b> Etude comparative entre les échantillons par rapport à la friabilité .....	45
<b>Figure 21.</b> Etude comparative entre les échantillons par rapport au gout aromatisé .....	45

<b>Figure 22.</b> Etude comparative entre les échantillons par rapport à l'acidité .....	46
<b>Figure 23.</b> Etude comparative entre les échantillons par rapport à l'amertume .....	47
<b>Figure 24.</b> Etude comparative entre les échantillons par rapport à l'arrière-gout .....	47
<b>Figure 25.</b> Etude comparative entre les échantillons par rapport à la salinité.....	48

## Liste des tableaux

<b>Tableau n°1.</b> Composition moyenne du lait de vache.....	07
<b>Tableau n°2.</b> Flore originelle du lait cru.....	08
<b>Tableau n°3.</b> Les sept variantes proposées dans le teste de dégustation.....	37
<b>Tableau n°4.</b> Analyses physico-chimiques du lait.....	39
<b>Tableau n°5.</b> Les moyennes globales des défférents caractères.....	40
<b>Tableau n°6.</b> Analyse descriptive.....	40

## SOMMAIRE

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....02

### SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

#### Chapitre 1 : Généralités sur le lait

1. Définition .....	06
2. Composition chimique.....	06
3. Le lait de vache : matière première dans la fabrication du fromage traditionnel....	07
4. Microbiologie du lait .....	08
4.1. Flore originelle.....	08
4.2. Flore de contamination .....	09
5. Principales activités microbiennes dans le lait .....	09

#### Chapitre 2 : Généralités sur le fromage

1. Historique .....	11
2. Définition du fromage .....	11
3. Composition de fromage .....	11
4. Les étapes de fabrication du fromage traductionnel.....	12
4.1. Coagulation du lait .....	12
4.2. Egouttage.....	14
4.3. Salage.....	14
4.4. Affinage des fromages.....	15
5.1. Microflore du fromage.....	15
5.1.1 Bactérie .....	16
5.1.2. Levures et moisissures .....	17
5.2. Les fromages traductionnels en Algérie .....	18
5.2.1. Klila .....	18
5.2.2. Bouhezza .....	18
5.2.3. Jben .....	19
5.2.4. Kemaria .....	19
5.2.5. Takammart .....	19
5.2.6. Aoules .....	20

5.2.7. Méchouna .....	20
<b>Chapitre 3 : Les plantes médicinales</b>	
1. Définition de plante médicinale.....	22
2. Description et classification botanique des plantes utilisé .....	22
2.1. Gingembre.....	22
2.2. Ail.....	23
2.3. Curcuma .....	23
2.4. Armoise .....	24
2.5. Thym .....	25
2.6. Le cumin .....	25
<b>PARTIE EXPERIMENTALE</b>	
1. Objectif de l'étude .....	30
2. Période d'étude et le lieu d'étude.....	30
3. Matériel et méthode .....	30
3.1. Matériel .....	30
3.2. Méthode .....	31
3.2.1. Le lait .....	31
3.2.1.1. Lieu de collecte.....	31
3.2.1.2. Transport et conservation du lait .....	31
<b>Partie 1 :</b> .....	31
1. Les analyses physico-chimiques du lait .....	31
<b>Partie 2 :</b> .....	32
1. Fabrication du fromage traditionnel.....	32
<b>Partie 3 :</b> .....	36
1. Dégustation du fromage.....	36
<b>Résultats et discussion</b> .....	39
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	50
<b>Références bibliographiques</b> .....	52
<b>Annexes</b> .....	60

# **Introduction**

## **INTRODUCTION :**

Les aliments traditionnels font partie du patrimoine socio-culturel de chaque peuple. Chaque jour, nous vivons des recettes, jadis initiées par nos ancêtres, entourées d'un savoir faire immémorial et transmises d'une génération à une autre (**Denis, 1989**).

Parmi ces aliments, les fromages traditionnels qui constituent à la fois un bien culturel et une ressource économique. De nombreuses variétés de fromages sont connues dans le monde entier. Le fromage a été fabriqué par l'homme pendant des siècles à l'aide de procédures traditionnelles. La transformation du lait en produits dérivés, comme les fromages, a été depuis longtemps un moyen traditionnel de conservation (**Arvanitoyannis et al., 2009**).

Les fromages traditionnels sont caractérisés par un lien fort avec leur terroir d'origine et attestent de l'histoire et de la culture de la communauté qui les produit. Chaque fromage traditionnel provient de systèmes complexes qui lui donnent des caractéristiques organoleptiques spécifiques. Ces caractéristiques sont liées à divers facteurs de biodiversité, comme l'environnement, le climat, la prairie naturelle, la race des animaux, l'utilisation de lait cru et de sa microflore naturelle, la technologie fromagère s'appuyant sur le savoir-faire unique des hommes et non pas sur une technologie automatisée, les outils historiques et enfin les conditions naturelles d'affinage (**Licirta, 2010**).

Notre pays a une tradition bien établie sur les produits laitiers, transmise d'une génération à une autre à travers des siècles. Le lait, abondant durant certains moments de l'année est transformé en produits laitiers pour augmenter sa durabilité et sa valeur nutritive. Plusieurs produits traditionnels sont connus principalement dans les zones rurales (**Claps, 2011**).

Des études réalisées sur les dérivés laitiers traditionnels et sur le secteur laitier en général, indiquent que ce dernier a besoin d'appui pour son développement et l'augmentation de sa compétitivité sur le marché (**Leksir, 2015**). Toute fois, la connaissance de notre patrimoine laitier et de tout ce qui exprime notre héritage culturel, devait, et doit toujours, être inscrite en avant des priorités de tout développement. Il est primordial et impératif pour notre pays, que tous les acteurs de l'agro-alimentaire passent au recensement et à l'étude rigoureuse de ces pratiques traditionnelles avec une analyse permettant de les situer par rapport à l'identité des populations et localités et aux habitudes

alimentaires et de les mettre à profit selon les possibilités de la valorisation qu'elles offrent pour le développement économique.

En Algérie, au moins dix types de fromages traditionnels de différentes régions du pays sont actuellement recensés par l'équipe de recherche 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 ». Ils sont très répandus dans l'ensemble du territoire et même dans les pays du Maghreb (**Lahsaoui, 2009**). Parmi les moins connus, ont été identifiés les fromages tels Mechouna (**Derouiche, 2016**), et Medeghissa dans le nord-est de l'Algérie (région des Chaouia), Takemmèrit et Aoules au sud du pays et Ighounene au nord centre (région Kabyle) (**Aissaoui et al., 2011**). Le fromage Bouhezza est le seul fromage affiné recensé à ce jour, son terroir est délimité dans la zone nord-est du pays, celle des Chaouia (**Aissaoui et al., 2011 et 2016**)

Notre étude s'est portée sur :

- Les analyses physico-chimique du lait cru de vache;
- Les processus de la transformation du lait en fromage traditionnel;
- incorporation de quelques épices au fromage traditionnel pour l'amélioration de ces caractères organoleptiques;
- Pour présenté sur le marché et au consommateur un fromage avec des goûts déferents.

**Partie**  
**bibliographique**

# **Chapitre 1:**

# **Généralités sur le lait**

### 1. Définition du lait

Le lait est le produit de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum. Telle est la définition adoptée par le 1<sup>er</sup> congrès international pour la répression des fraudes alimentaires tenu à Genève en 1908 (**Veisseyre, 1975**).

Le lait est le produit de sécrétions des glandes mammaires des mammifères comme la vache et la brebis, destinés à l'alimentation de jeune animal naissant (**Alais, 1975**).

Selon la réglementation Algérienne, la dénomination « lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis en traitement thermique (**Joffin, 1993**).

La dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache.

- Tout lait provenance d'une femelle laitière, autre que le lait de vache, doit être par la dénomination « lait » sur de l'indication de l'espèce animale dont il provient.

- Le lait destiné à la consommation ou à la fabrication d'un produit laitier, doit provenir de femelles laitières en parfait état sanitaire (**Joffin, 1993**).

### 2. Composition chimique

Le lait de vache est un lait caséineux. Sa composition générale est représentée dans le tableau n°1. Les données sont des approximations quantitatives, qui varient en fonction d'une multiplicité de facteurs : race animale, alimentation et état de santé de l'animal, période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite.

**Tableau n°1.** Composition moyenne du lait de vache (Alais et al., 2008).

Constituants	Composition (g/l)
<b>Eau</b>	<b>905</b>
<b>Glucides : Lactose</b>	<b>49</b>
<b>Lipides :</b>	<b>35</b>
- Matière grasse proprement dite	34
- Lécithine (phospholipides)	0.5
- Partie insaponifiable (stérols, carotènes, tocophérol)	0.5
<b>Protides :</b>	<b>34</b>
-Caséines	27
-Protides solubles (globuline, albumines)	5.5
-Substances azotées non protéiques	1.5
<b>Sels :</b>	<b>9</b>
-Acide citrique	2
-Acide phosphorique	2.6
-Acide chlorhydrique	1.7
<b>Constituants divers :</b> (Vitamines, Enzymes gaz dissous)	<b>Traces</b>
<b>Extrait sec total</b>	<b>127</b>
<b>Extrait sec non gras</b>	<b>92</b>

### 3. Le lait de vache : matière première dans la fabrication du fromage traditionnel

Du lait de haute qualité bactériologie et physico-chimique est nécessaire pour faire du fromage. Ainsi, dans les pays de grande tradition fromagère, ce fromage est soit fabriqué directement à partir de lait cru, soit à base de lait pasteurisation. (Remeuf et al, 1991) ont souligné le caractère fromager du lait en 1991 : c'est-à-dire la capacité de transformer le lait en fromage dépend de nombreux facteurs. Ces paramètres :

- Sa composition chimique (riche en caséine) ;
- Son comportement sur la présure à coagulase ;
- Sa capacité à développer des bactéries lactiques (résidus d'antibiotiques) ;

- Enfin, sa charge microbienne et la nature de sa communauté microbienne.

### 4. Microbiologie du lait

Le lait contient un nombre variable de cellules ; celles-ci correspondent à la fois à des constituants normaux comme les globules blancs, mais également à des éléments d'origine exogène que sont la plupart des microorganismes contaminants (**Gripon et al, 1975**). Le lait peut subir différentes contaminations d'ordre microbiologique :

- Transmission de germes dans le lait directement par des vaches malades (atteintes de mammite par exemple) :
- Contamination du lait par manque d'hygiène lors de la traite du lait.

Ces contaminants entraînent des risques pour le consommateur, mais entraînent également des modifications des caractéristiques physico-chimiques du lait, qui peut donc être déstabilisé et ainsi nuire à ses qualités organoleptiques et nutritionnelles.

#### a. Flore originelle

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10<sup>3</sup> germes/ml). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et est protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (**Cuq, 2007**).

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (**Vignola, 2002**). Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles.

Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (**Guiraud, 2003**) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (**Varnam, 2001**).

**Tableau n°2.** Flore originelle du lait cru (**Vignola, 2002**).

Microorganismes	Pourcentage (%)
<i>Micrococcus sp.</i>	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
<i>Streptococcus ou Lactococcus</i>	< 10
Gram négatif	< 10

### b. Flore de contamination

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origines diverses :

1. Fèces et téguments de l'animal : coliformes, entérocoques, Clostridium, éventuellement Entérobactéries pathogènes (Salmonella, Shigella, Yersinia), ...etc ;

(Leyral, 2007) ;

2. Sol : Streptomyces, Listeria, bactéries sporulées, spores fongiques, ...etc ;

3. Air et eau : flores divers dont Pseudomonas, bactéries sporulées, ...etc ;

4. Litières et aliments : flore banale variée, en particulier lactobacilles, Clostridium butyriques (ensilages) ;

5. Equipement de traite et de stockage du lait : microcoques, levures et flore lactique avec lactobacilles, streptocoques (Streptococcus, Lactococcus, Enterococcus), leuco-nostoc, ...etc. Cette flore est souvent spécifique d'une usine ;

6. Manipulateurs : staphylocoques dans le cas de traite manuelle, mais aussi germes provenant d'expectorations, de contaminations fécales ;

7. Vecteurs divers (insectes en particulier) : flore de contamination fécale. Parmi ces micro-organismes, il en est d'inoffensifs, d'autres de dangereux du point de vue sanitaire, d'autres capables d'entraîner la détérioration du lait.

Hormis les maladies de la mamelle, le niveau de contamination est étroitement dépendant des conditions d'hygiène dans lesquelles sont effectuées ces manipulations, à savoir l'état de propreté de l'animal et particulièrement celui des mamelles, du milieu environnant (étable, local de traite), du trayon, du matériel de récolte du lait (seaux à traire, machines à traire) et, enfin, du matériel de conservation et de transport du lait (bidons, cuves, tanks) (FAO, 1995).

### 5. Principales activités microbiennes dans le lait

Principales les activités métaboliques des microorganismes présents dans le lait peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur l'apparence, l'odeur, la consistance ou la texture et le goût des produits laitiers. Il y a six principales catégories d'activités métaboliques pouvant survenir dans le lait : l'acidification, la production de gaz tels que le dioxyde de carbone, l'alcoolisation, le limonage, la protéolyse et la lipolyse (Guiraud, 1980).

# **Chapitre 2 :**

## **Généralités sur le fromage**

### 1. Historique du fromage

Le fromage de l'ancien français « fromage » du latin « formaticus » c'est-à-dire fait dans une forme. La première occurrence de l'utilisation du fromage comme aliment est inconnue, les ethnologues tiennent preuve que l'homme connue depuis longtemps le phénomène de coagulation du lait depuis la découverte sur les rive de lac Neuchâtel (en suisse) des moules à caillé datant de 5000 ans, cependant l'origine exacte de la transformation du lait en fromage est incertaine, s'entend pour dire que le fromage serait originaire du sud-ouest asiatique et daterait d'environ 8000 ans, les romains auraient stimulés le développement de nouvelles variétés durant leur invasion de l'Europe entre 60 et 300, leur influence est reflété dans L'étymologie; en effet le mot latin caseus, signifiant fromage est la racine donnera le mots caséine en français, nom qui désigne protéine coagulable du lait (Gelais et al., 2002) .

Il est probable que les fromages aient été la première fois faits accidentellement en transportant du lait dans des estomacs des mammifères. Il s'agissait en effet d'une pratique courante dans les temps anciens, en Europe de l'Est et en Asie de l'Ouest, pour transporter le lait. Certains facteurs ont été certainement nécessaires à la transformation du lait en fromage comme la chaleur, l'acidité et les sucs de l'estomac. Ainsi, des extraits d'estomac de plusieurs types d'animaux (moutons, chèvres, vaches), mais également des extraits de plantes (comme le chardon) ont été utilisés pour la préparation de fromages (Abi, 2007).

### 2. Définition du fromage

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 /caséines ne dépasse pas celui du lait. On l'obtient par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation (Eck, 1997).

### 3. Composition de fromage

L'un des composants principaux du fromage est les lipides, ils présentent 20 à 30 % de l'extrait sec total et contribuent à la saveur du fromage frais ou affinés (Walther et al., 2008).

Les fromages sont riches, aussi, en protéines contenant des acides aminés essentiels (Scott *et al.*, 1998), ainsi 100g de fromage frais apportent 30% à 40% des besoins journaliers en protéines pour un adulte, alors qu'une quantité équivalente en fromage dur en apporte 40% à 50% (Renner, 1993).

Le fromage contient des quantités appréciables en minéraux, où le fer, le calcium et le phosphore sont les plus abondants. En effet, 100g de fromage dur peut approvisionner 50 % des besoins journaliers en phosphore d'un adulte (Tsuchita *et al.*, 2001).

### 4. Les étapes de fabrication du fromage traditionnel

La fabrication fromagère peut être considérée comme un phénomène d'agglomération, correspondant à une synérèse, associée à un phénomène d'écoulement. Il s'agit de l'agglomération des éléments protéiques du lait, de la caséine principalement, plus ou moins modifiées, qui emprisonnent les autres constituants et, ensuite, de l'agglomération de morceaux de caillé moulés. Ce phénomène d'agglomération est associé à celui d'un écoulement de la phase liquide, composée de l'eau du lait et des éléments solubles emprisonnée dans des pores, puis libérée (Luquet, 1990).

Habituellement la fabrication du fromage comprend trois étapes : La formation d'un gel de caséines, c'est la coagulation du lait ; la déshydratation partielle du gel, c'est l'égouttage qui aboutit à un caillé et le salage. Ces étapes concernent les fromages frais. Le reste des fromages subissent en plus une étape d'affinage, ce sont les fromages affinés (Camembert, Roquefort, Gouda, Tulum, ...).

#### 4.1. Coagulation du lait

La coagulation du lait résulte de l'association des micelles de caséine plus au moins modifiées. Cette agglomération mène à la formation d'un coagulum dont le volume est égal à celui du lait mis en œuvre. Ces modifications physico-chimiques des caséines sont induites soit par acidification soit par action d'enzymes coagulantes (Gastaldi, 1994).

L'acidification du lait peut être obtenue par les produits de fermentation de bactéries acidifiantes ou par des composés chimiques d'action acidifiante directe ou indirecte. La diminution concomitante du pH a pour effet de faire régresser l'ionisation des fonctions acides des caséines induisant le déplacement progressif du calcium et du phosphate inorganique de la micelle vers la phase aqueuse. Ceci induit la désorganisation des micelles et une réorganisation des sous unités micellaires (Brule *et al.*, 1997).

L'acidification microbienne du lait est un processus progressif, lent et uniforme. Il est caractérisé par des difficultés liées à la maîtrise du développement microbien (cinétique de multiplication, état physiologique, facteurs de croissance, produits de métabolismes et autres). Le coagulum édifié est un ensemble de flocons caséiniques emboîtés les uns sur les autres (**Attia et al., 2000**). Le taux et l'importance de l'acidification influencent la texture du gel en contrôlant son taux de déminéralisation (**Sweeny et al., 2004**). Le gel acide obtenu est friable, lisse et homogène.

Dans la coagulation enzymatique, plusieurs enzymes protéolytiques d'origine animale (veau, taurillons, porc et poulets), végétale (artichaut, chardon) et microbienne (*Kluyvermyces*, *Mucor miehi*, *Mucorpusills* et *Endothia parasitica*) sont utilisés (**Dalgeish et al., 1982**).

L'enzyme la plus fréquente en fromagerie est la présure, sécrétée dans la caillette des jeunes ruminants nourris au lait. Son mécanisme d'action fait apparaître trois étapes (**Alais et al., 1997**) : hydrolyse enzymatique de la liaison peptidique phe105-Met106 de la caséine k, ensuite agrégation des micelles de caséines déstabilisées et puis développement d'un réseau par réticulation et formation d'un gel. Les gels obtenus sont élastiques et peu friables. Leur raffermissement est rapide et important par rapport au gel lactique. Leur porosité est bonne, mais leur imperméabilité est forte (**Ramet, 1985**).



**Figure 1.** Coagulation du lait.

### 4.2. Egouttage

L'égouttage est un phénomène dynamique qui se caractérise par la quantité de lactosérum éliminé durant le temps. En effet, il fixe les caractéristiques physiques (pH et aw) et chimique du caillé et par conséquent l'affinage du fromage (**Weber, 1997**).

Le processus d'égouttage est lié à des facteurs directs correspondant à des traitements de types mécanique et thermique, des facteurs indirects (acidification et coagulation enzymatique) et des facteurs liés à la matière première (richesse en caséine laitière, en protéines solubles et en matière grasse) (**Ramet 1987 et 1997**).



**Figure 2.** L'égouttage du caillé.

### 4.3. Salage

En fromagerie, le salage est une phase indispensable de la fabrication des produits affinés. La teneur en sel des fromages varie selon le type de fromage, en moyenne elle est de 0,5-2 g/100 g dans la plupart des fromages, dans certains cas (les fromages bleus et quelques fromages de chèvres), elle peut s'élever à 3-4 g/100g. Par contre, certains fromages orientaux conservés en saumure ont des teneurs assez élevées (8-15 g/100 g). Les modalités de salage sont par saumurages (Emmental, et Camembert), salage à sec et salage en masse (**Alais, 1997**).

Le salage en masse est utilisé dans les fabrications traditionnelles de quelques fromages typiques du bassin méditerrané. Il permet la préservation du lait, prolonge les phases de coagulation et d'égouttage du fromage (**Ramet, 1986**).

Le sel permet d'atteindre l'humidité appropriée du fromage (**Ponce et al., 2000**). Il exerce, selon sa concentration, une action microbienne sélective et un effet inhibiteur sur l'activité des enzymes. A titre d'exemple, la croissance des bactéries lactiques des levains est inhibée à une teneur en sel supérieure à 2,5 g/100 g, est pratiquement nulle au-dessus de 5 g/100 g. *P.roqueforti* subit une inhibition de la germination des spores pour des taux de 3-6 g/100 g. L'effet du sel sur le développement de la flore microbienne des fromages ne

peut toutefois être apprécié pleinement qu'en tenant compte de la tolérance des microorganismes au sel dans le milieu fromage et de la teneur en sel de la pâte fromagère (Choisy *et al.*, 1997).

### 4.4. Affinage des fromages

L'affinage est l'étape la plus complexe de la fabrication des fromages maturés qui dépend de chaque caractéristique physico-chimique ou microbiologique du fromage (Bennett, 2004). C'est un processus biochimique complexe et long qui correspond à une phase de digestion enzymatique des constituants du caillé par les différents agents (Jeantet *et al.*, 2008). Le fromage devient donc le siège de différentes dégradations qui s'effectuent simultanément ou successivement aboutissant à la libération de substances sapides et odorantes en même temps que la modification de la texture (Choisy *et al.*, 1997 a). Le fromage est ainsi comparé à un bioréacteur complexe dont le praticien devra maîtriser l'évolution pour la porter vers les caractéristiques optimales recherchées (Ramet, 1997).

La durée d'affinage varie selon le fromage, elle dure quelques semaines à deux ans ou plus à des températures spécifiques pour les différents types de fromages (Fox *et al.*, 1994).



**Figure 3.** Affinage et conservation du fromage

### 5.1. Microflore du fromage

La flore bactérienne présente au sein des fromages peut être originaire du lait de départ, de l'équipement et environnement de production ou provenir de l'ajout de ferments lactiques en cours de fabrication. Les points suivants décriront l'environnement bactérien présent dans le lait suivi des micro-organismes spécifiques du fromage. Enfin, l'approche méta-génomique appliquée aux fromages sera également expliquée.

### 5.1.1 Bactérie

Différents micro-organismes participent à la texture et à la structure du fromage, incluant des bactéries non lactiques, des levures, et des moisissures.

Parmi ces micro-organismes, certains sont volontairement apportés par le fromager. Il s'agit des ferments d'affinage. Bien que généralement ajoutés en début de fabrication, les micro-organismes d'affinage n'interviennent pas dans l'acidification en cours de caillage et d'égouttage. Leur activité débute pendant l'affinage. Ils produisent en effet des composés biochimiques et organoleptiques ayant un impact sur la texture, la structure et la saveur du produit fini.

Parmi les bactéries majeures intervenant durant l'affinage figurent *Corynebacterium*, *Propionibacterium* spp ou encore *Brevibacterium linens* (bactérie rouge caractéristique de la croûte de certains fromages). Les bactéries du genre *Corynebacterium* sont Gram + et anaérobies facultatifs. Ce genre bactérien se retrouve principalement à la surface des fromages. *C. casei* et *C. variable* sont deux espèces présentes en duo au sein des fromages. Elles ont la capacité de métaboliser le lactate. De plus, *C. variable* produit différents composés, par exemple l'acétoïne, le butanediol ou le méthanthiol, participant aux arômes de la croûte des fromages à croûte lavée.

Les bactéries propioniques, telles que *Propionibacterium* spp, sont des actinobactéries, Gram +, non mobiles et non sporulantes. Elles sont anaérobies ou aérotolérantes, mésophiles, mais il est possible que certaines espèces du genre croissent à des températures inférieures à 3°C (**Desmaures et al., 2014**). Pour une croissance optimale de ces bactéries, le pH doit être compris 6,50 et 7,00 (**Desmaures et al., 2018**).

Les bactéries propioniques transforment le lactate en propionate, acétate et acide carbonique (**Hayaloglu, 2016**). Elles sont donc responsables de la formation des yeux durant l'affinage de certains fromages (ex : Emmental ou Gouda. De plus, l'espèce *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* apporte un goût de noisette aux fromages (**Hayaloglu et al., 2013**).

Parmi les bactéries non lactiques utilisées dans la production de fromage figure *Brevibacterium linens*, également appelée « ferment rouge ». *B. linens* est aérobie strict et halotolérante. Sa température optimale de croissance est de 20 – 30 °C, avec un pH optimal de 6,50 – 6,80. Elle est associée à la couleur jaune-orange observée à la surface de certains fromages après affinage. En effet, cette bactérie est capable de produire des pigments

caroténoïdes ayant un large panel de couleurs selon l'exposition à la lumière et les conditions de croissance. De plus, elle produit des enzymes telles que des protéinases, peptidases et lipases, et est impliquée dans l'apport d'arômes et de textures aux fromages. Elle est également capable de produire des bactériocines inhibant la croissance de *L. monocytogenes*.

### 5.1.2. Levures et moisissures

Deux types de champignons, et donc d'eucaryotes, sont également rencontrés dans les fromages : les levures et les moisissures. *Candida*, *Trichosporon*, *Geotrichum*, ou encore *Pichia*, figurent parmi les genres levuriens retrouvés dans le fromage. Concernant les moisissures, les genres *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor* et *Fusarium* ont par exemple été observés. Leur présence a des effets bénéfiques lors de la production de fromage. Par exemple, en début d'affinage, les levures désacidifient la surface de celui-ci, ce qui favorise la croissance de bactéries Gram + propres à la surface du fromage (Sweeney, 2017). Les espèces *Geotrichum candidum*, *Penicillium candidum*, et *Penicillium roqueforti* font parties des principales dans les fromages à moisissures. Elles possèdent un rôle de dégradation des constituants du lait, permettant le développement d'arômes et de texture.

*G. candidum* est une espèce de levure présente au sein du lait cru et, par conséquent, dans les fromages à base de lait cru. Elle participe au développement des fromages à croûte lavée, à croûte fleurie, et à pâte pressée. Dans le cas des fromages à croûte lavée, cette espèce influence l'arôme de ces produits ainsi que la texture de la morge. Cependant, une croissance excessive de *G. candidum* peut provoquer une surface trop lisse et des arômes non désirés.

*Penicillium roqueforti* est utilisé dans le cas des fromages à moisissures internes, dits bleus ou pâtes persillées, tels que le Roquefort, le Stilton ou le Gorgonzola. Cette espèce produit des mélanines bleu-vertes dans ses spores et son mycélium, ce qui intensifie la couleur bleue du fromage. Elle a la capacité de se développer dans un environnement faible en oxygène, en comparaison aux autres moisissures. En effet, lors de la production de fromages bleus, ceux-ci doivent être percés afin de permettre la diffusion de l'oxygène au sein du produit pour favoriser le développement de la moisissure (Hayaloglu *al.*, 2013).

*Penicillium candidum* et *Penicillium camemberti* sont des moisissures qui se développent à la surface du fromage après *G. candidum*. Elles sont utilisées dans la production de fromage de type Camembert et Brie. Le développement excessif de *P.*

camemberti peut amener au fromage un goût amer prononcé indésirable. La texture crémeuse du Camembert est apportée grâce à l'activité réactionnelle de *P.camemberti*. Dans le cas du Brie, *P. candidum* remplit ce rôle. Cependant, dû à des différences dans l'affinage, la croûte blanche formée par la moisissure au début de l'affinage deviendra jaune.

### 5.2. Les fromages traditionnels en Algérie

En Algérie, les fromages traditionnels sont peu connus, non entièrement recensés et aussi peu étudiés. Environ dix types de fromage seulement sont connus dans les différentes régions du pays, parmi ces fromages, on trouve : bouhezza, mechouma, klila et madeghissa dans la région des Aures, Kemaria, Takammart et Aoules dans le sud, Igounanes dans la région de la Kabylie (**Aissaoui et al.,2011**).

#### 5.2.1. Klila

C'est un fromage de l'Est Algérien. C'est un fromage blanc maigre à coagulation naturelle ou lactique fabriqué à partir de lait de vache ou de chèvre qui n'aura subi aucun traitement thermique préalable. Le lait est laissé s'acidifier par fermentation spontanée jusqu'à l'obtention d'un caillé dit « raib » qui sera baratté en vue de le transformer en l'ben.

Une fois le barattage achevé ; le beurre sera recueilli à part. Le l'ben quant à lui sera chauffé sur un feu doux pendant environ 15 mn pour favoriser la séparation du caillé et du lactosérum et accéléré le processus de l'égouttage, ce caillé sera ensuite égoutté dans une mousseline pendant 24h. La klila ainsi obtenue, peut être consommée à l'état frais ou après séchage (**Bendimerad, 2012**).

#### 5.2.2. Bouhezza

C'est un fromage à pâte molle traditionnellement affiné produit dans les régions d'Est Algérien (Oum El-Bouaghi, Khenchella, Batna etc...). En effet, à l'origine, bouhezza était traditionnellement le produit de la transformation du lait de chèvre et de brebis ; toutefois la tendance actuelle semble s'orienter vers l'utilisation du lait de vache.

Le fromage est obtenu après transformation du l'ben dans une outre, la chekoua, faite de peau de chèvre préalablement traitée avec du sel et du genièvre. L'égouttage, le salage et l'affinage de bouhezza sont réalisés simultanément dans la chekoua pendant une durée allant de 24h à 3 mois. Au cours de la période d'affinage, du l'ben et du lait sont

rajoutés au contenu de la chekoua. Au stade de la consommation, le fromage est pétri avec incorporation de la poudre de piment rouge ou de l'ail, ce qui lui donne une caractéristique particulière (Aissaoui et al.,2006).

### 5.2.3. Jben

C'est un fromage frais, traditionnel dans le nord algérien, traditionnellement, fabriqué avec du lait cru de brebis, de chèvre ou de vache, acidifié spontanément à température ambiante pendant 24 à 72h, ou coagulé par des enzymes coagulantes d'origine végétale issues des fleurs de cardon (*Cynara cardunculus L*), d'une plante épineuse sauvage (*Cynarahumilis*), d'artichaut (*Cynara scolymus*), ou du latex de figuier (*Ficus carica*). La variété végétale utilisée varie d'une région à une autre, elle donne un goût et une texture appréciés par les gens de la région concernée. Ensuite, le caillé est salé ou non, et égoutté pendant 2 à 3 jours pour obtenir la consistance désirée, après égouttage et salage des additifs (ail, persil, poivre,...ect) peuvent être ajoutés (Nouani, 2009).

### 5.2.4. Kemaria

La kemaria ou takemarit (en Berbère) est un fromage produit dans la région du sud algérien notamment dans les wilayas de Ghardaïa et Naama. C'est un fromage traditionnel à base de lait cru de chèvre, de vache et de chamelle, avec l'ajout de sel (2g/l) suivi d'un chauffage modéré à 37°C. La coagulation se fait par des enzymes issues de caillette de chevreaux, ensuite le coagulum subit un égouttage dans des tissus pendant 30 min à 24h. La kemaria est utilisée à des fins festives et souvent servie avec du thé (Nouani et al., 2009).

### 5.2.5. Takammart

Littérairement « Fromage » en langue tamahaq (Touareg), takammart est un fromage de la région désertique du Hoggar (Tamanrasset), il est produit par l'introduction d'un morceau de caillette de jeunes chevreaux dans le lait de chèvre. Après coagulation on obtient un caillé qui va être retiré à l'aide d'une louche et déposé en petits tas sur une natte conçue pour égoutter le lait caillé, il est ensuite pétri pour évacuer le sérum puis déposé sur une natte à base de tiges de fenouil qui lui transmet un arôme particulier. Les nattes sont, par la suite, exposées au soleil pour sécher durant deux jours puis placées à l'ombre jusqu'au durcissement du fromage (Bendimerad, 2012).

### 5.2.6. Aoules

Il est fabriqué à partir du lait de chèvre extrêmement aigre chauffé pour obtenir un caillé. Après une coagulation intense, le fromage obtenu a une pâte dure. L'égouttage se fait sur des pailles, ensuite il est reformé sous forme des boules aplaties et séchées au soleil, il peut être consommé en mélange avec les dates. Il est consommé après broyage dans des breuvages ou mélangé avec des boulettes de dattes. Cité par (**Abdelaziz, 1992**).

### 5.2.7. Méchouna

Méchouna est un fromage largement fabriqué à Tébessa, essentiellement dans la région rurale El-Kouif. Traditionnellement, méchouna est préparé avec du lait de chèvre, mais actuellement le lait de vache est fréquemment utilisé. Le procédé commence par un traitement thermique du lait jusqu'à ébullition. Ensuite, du l'ben et du sel sont ajoutés ; la quantité de l'ben est la moitié de celle du lait.

L'ensemble est chauffé une deuxième fois jusqu'à la coagulation et la séparation du caillé et du lactosérum. Le caillé est séparé du lactosérum par filtration d'abord à travers un couscoussier puis dans un tissu (chèche ou mousseline) suspendu et laissé égoutter jusqu'à l'élimination totale du lactosérum. Généralement cette phase peut durer une nuit ; pour s'assurer que l'égouttage est complet, puis le pressage est fait, le fromage est récupéré et préservé dans des récipients en verre ou en plastique au froid. La conservation de ce fromage ne doit pas dépasser 6 jours (**El-Baradei et al., 2008**).

# **Chapitre 3 :**

## **Les plantes médicinales**

### 1. Définition de plantes médicinales

Une plante médicinale est aujourd'hui définie par la pharmacopée française comme une « drogue végétal au sens de la pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses ». Une « drogue végétale » est (entre autres) une plante ou une partie de plante, utilisées en l'état, soit le plus souvent sous forme desséchée, soit à l'état frais.

La pharmacopée chinoise met l'accent sur la médecine des plantes médicinales à titre préventif dans un environnement global basé sur les énergies.

Selon l'Académie nationale de médecine, l'expression drogue végétale ou, plus couramment, drogue, désigne donc historiquement une matière première naturelle servant à la fabrication des médicaments. De nos jours, le mot est équivoque et certains ont proposé qu'il soit, dans le contexte des plantes médicinales, remplacé par l'expression « partie de plante utilisée ».

### 2. Description et classification botanique des plantes utilisées

#### 2.1. Gingembre

Le gingembre fleur est une plante rhizomateuse herbacée et vivace. Ses tiges peuvent atteindre plus de quatre mètres de hauteur. Ses longues feuilles, qui mesurent 20 centimètres de long sur 4 à 6 centimètres de large, sont alternes et persistantes. Elles sont disposées en spirale sur les tiges. Le revers de la feuille est recouvert de poils soyeux. Les fleurs blanches sont regroupées en un gros épi composé de bractées de couleur rouge vif. Elles ne s'épanouissent que successivement.



**Figure 4.** Le gingembre [1]

### 2.1.1. Classification botanique de la plante

**Règne** : Plantae

**Division** : Magnoliophyta

**Classe** : Magnoliopsida

**Ordre** : Zingiberales (ou Scitaminales)

**Famille** : Zingibéroïdées

**Genre** : Zingiber

**Espèce** : *Zingiber Officinale*

### 2.2. Ail

Le nom scientifique *Allium sativum.*, désigne l'ail commun, une sous-espèce d'ail appartenant à la famille des liliacées (sous-famille des alliées) plantée au printemps et récoltée en juillet-août. L'ail commun est également dénommé Thériaque des pauvres ou Thériaque des paysans.

Originnaire d'Asie centrale, il s'agit d'une plante potagère très facile à cultiver, qui pousse et qui s'adapte à des climats très différents, aussi bien tempéré que chaud. C'est la raison pour laquelle on en retrouve des plantations sur tout le globe. On le cultive par division de son bulbe. De nos jours, l'ail ne se trouve plus à l'état sauvage. On ignore même quelle est l'espèce sauvage qui a donné naissance à cette plante. Il s'agit d'une plante herbacée de 20 à 50 cm de hauteur, vivace par un bulbe de manière végétative.

Elle est composée d'une tige creuse et assez grande, de nombreuses feuilles engainant le bas de cette tige, de fleurs blanches ou rosées groupées en ombelles, et d'un bulbe (ou tête). Ce dernier est lui-même constitué de 10 à 16 bulbilles arquées appelées caïeux (ou gousses d'ail), blancs ou rosés, réunis entre eux et entourés d'une membrane blanche.

Il a une odeur forte et un goût âcre. Cette odeur pénétrante et désagréable est due à la présence d'une molécule qui ne préexiste pas dans la plante, mais qui se forme lors de la coupure ou du broyage du bulbe.



**Figure 5.** L'ail [2].

### 2.2.1. Classification botanique de la plante

**Règne :** Plantae

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Liliopsida

**Ordre :** Liliales

**Famille :** Amaryllidaceae

**Genre :** Allium

**Espèce :** *Allium sativum*

### 2.3. Curcuma

Le curcuma, *Curcuma aromatica* ou *domestica*, appartient à la famille des Zingibéracées (*Zingiberaceae*), comme le gingembre. C'est une plante vivace à tige courte, aux feuilles lancéolées possédant un rhizome noueux. C'est ce rhizome que l'on consomme une fois réduit en poudre.

Il existe une quarantaine d'espèces de curcuma dont certaines exclusivement ornementales. La variété curcuma Longa Linné est peut-être celle dont on utilise le rhizome depuis plus longtemps, au moins 4.000 ans. On donne également au curcuma le nom de turmerie sauvage, d'arrow-roots ou encore de safran des Indes.



**Figure 6.** Le curcuma [3].

### 2.3.1. Classification botanique de la plante

**Règne :** Plantae

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Liliopsida

**Ordre :** Zingiberales

**Famille :** Zingiberaceae

**Genre :** Curcuma

**Espèce :** *Curcuma longa*

### 2.4. Armoise

L'armoise commune est une plante herbacée qui peut mesurer de 60 cm à 2 m de haut. Elle possède une tige dressée très rameuse et élancée sans stolons souvent de couleur rouge-violacée.

Son feuillage est vert foncé, ses capitules du veteux sont serrés et très abondants sur les branches. Ses feuilles sont basales, longuement pétiolées et pennées de 5 à 8 cm de long.

La partie souterraine est un rhizome horizontal ramifié, parfois fort en diamètre et ses fleurs jaunâtres ou pourprées avec une odeur forte (voire désagréable pour certains). La floraison a lieu de juillet à octobre. Les feuilles froissées dégagent une odeur similaire à celle de l'absinthe.

Les fruits sont des akènes sans aigrette et mesurent 2 mm, une seule plante peut en produire plusieurs dizaines de milliers.



**Figure 7.** L'armoise [4].

### 2.4.1. Classification botanique de la plante

**Règne :** Plantae

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Magnoliopsita

**Ordre :** Asterales

**Famille :** Asteraceae

**Genre :** Artemisia

**Espèce :** *Artemisia herba-alba*

### 2.5. Thym

Le thym est un genre de plantes de la famille des Lamiacées. Ce genre comporte plus de 300 espèces. Ce sont des plantes rampantes ou en coussinet portant de petites fleurs rose pâle ou blanches. Ces plantes sont riches en huiles essentielles et à ce titre font partie des plantes aromatiques. La principale huile essentielle du thym commun (*Thymus vulgaris*) est un terpénoïde qui lui doit son nom, le thymol, une substance bactéricide. Dans le sud de la France, le thym est aussi fréquemment appelé farigoule.



**Figure 8.** Le thym [5].

### 2.5.1. Classification botanique de la plante

**Règne :** Plantae

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Magnoliopsita

**Ordre :** Lamiales

**Famille :** Lamiaceae

**Genre :** Thymus

**Espèce :** *Thymus vulgaris*

### 2.6. Le cumin

Le cumin (*Cuminum Cyminum* L.) est une plante herbacée de la famille des ombellifères qui est généralement utilisé comme épice classique pour améliorer le goût et la saveur des aliments (Abdellaoui et al., 2016).

Les grains du cumin sont fusiforme, de 5 mm sur 2 mm striés et hérissés de petits poils raides et drus, de couleur beige à ocre (Polese, 2006).



**Figure 9.** Le cumin [6].

### 2.6.1. Classification botanique de la plante

**Règne :** Plantae

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Magnoliopsita

**Ordre :** Apiales

**Famille :** Apiaceae

**Genre :** Cuminum L

**Espèce :** Cuminum cyminum L

# PARTIE EXPERIMENTALE

## 1. Objectifs de l'étude

Notre étude s'est portée sur :

- Les analyses physico-chimique du lait.
- Les processus de la transformation du lait en fromage.
- Préparation du fromage à base de plantes médicinales.

## 2. Période d'étude et le lieu d'étude

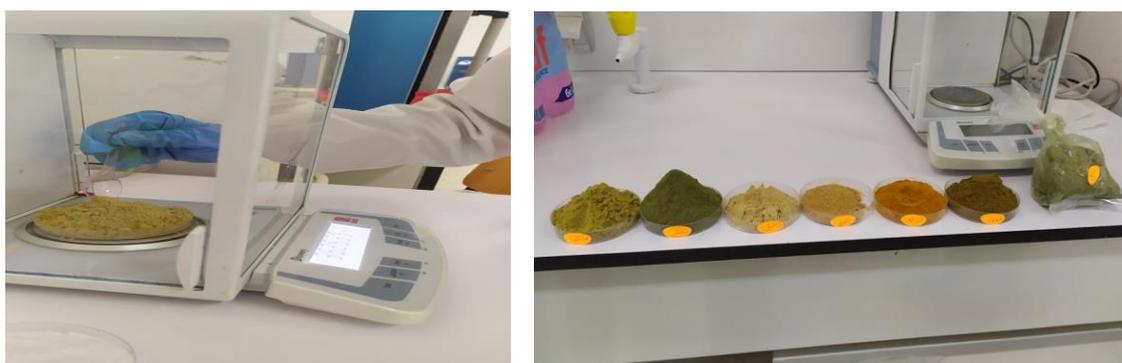
Notre étude s'est déroulée dans deux sites différents, le premier site c'est le site de collecte du lait (Oum El-Adhaim) et le second le laboratoire de microbiologie de l'Université 08 Mai 1945. Guelma durant la période allant du 16/05/2021 au 05/06/2021.

La durée de ce travail est un 20 Jours .

## 3. Matériel et méthode

### 3.1 Matériel

- A l'aide d'une balance de précision on mesure le poids de différents épices suivants : Curcuma; Armoise; Ail; Cumin; Gingembre; Timon; Thym à raison de 168.88g pour chacun .



**Figure 10.** Pesée les plantes médicinales avec balance de précision (*Daoud et al, 2021*).

- Le lait : Dans cette pratique nous avons utilisés 40 l du lait cru de vache de race Prim'Holstein.

### 3.2. méthode

#### 3.2.1. Le lait

##### 3.2.1.1. Lieu de collecte

Le lait utilisé dans cette investigation a été collecté dans la région d'Oum El-Adhaim, Daira de Sedrata, Wilaya de Souk-Ahras.

##### 3.2.1.2. Transport et conservation du lait

Le lait est prélevé dans des bidons en plastique (jerrycane) et transporté dans une voiture personnelle climatisée, cette opération est faite dans des conditions maîtrisées d'hygiène et sanitaire.

### Partiel

#### 1. Les analyses physico-chimiques du lait

Pour les analyses physico-chimiques du lait nous avons mélangé la totalité de la quantité du lait (40L) dans une grande porte à manger pour assurer une bonne homogénéisation des différents composants de ce dernier. Cette opération a été reproduite avant chaque analyse.

Les analyses physico-chimiques du lait ont été réalisées avec un Lactoscan.



Nous avons réalisé 03 répétitions d'analyse physico-chimique, pour avoir une valeur moyenne plus précise (*Daoud et al, 2021*).

### Partie 2

#### 1. Fabrication du fromage traditionnel

##### 1.1. Les étapes de fabrication

- **Réception et filtration du lait**

Le lait de vache a été acheté le 16 mai 2021, chez un éleveur privé, ce dernier nous a annoncé que les chèvres sont élevées d'une manière traditionnelle, l'alimentation est en majeure partie basée sur le pâturage des parcours montagneuses de la région Oum el Adayem , commune de sedrata , wilaya de Souk-ahras, le lait était collecté manuellement de façon traditionnelle. Le lait est transporter au frais dans une glacière et dans de bonne condition d'hygiène. Ce dernier à été évacuer directement au laboratoire N°06 de la faculté pour les analyses physico-chimiques. Ensuite le lait était filtré à l'aide d'un tissu très fin (bande à gaze ou chèche), pour éliminer les corps étrangers (débris de paille ou de fourrage et de litière, mouches, poils...etc).

- **Coagulation et découpage du caillé :**

La première étape de la fabrication du fromage est le caillage du lait.

Le caillage consiste à solidifier le lait par acidification naturelle de ses propres ferments. Le lait passe alors de l'état liquide à l'état solide. A température ambiante, le caillage du lait s'effectue naturellement. Cette étape est duré 36 h .



**Figure 11.** Coagulation et découpage du caillé (*Daoud et al, 2021*).

- **Séparation et élimination du lactosérum**

Il en résulte une agrégation des micelles de caséine du lait, qui donne un gel (ou caillé ou coagulum). Un liquide aqueux, appelé « lactosérum », se sépare du caillé. ... le lactosérum doux, obtenu par coagulation du lait avec de la présure. Elle donne un caillé mou, gélatineux et très imperméable.



**Figure 12.** Les étapes d'élimination de lactosérum (*Daoud et al, 2021*).

- **Filtration et égouttage**

L'égouttage est un phénomène complexe qui correspond à l'expression des phénomènes peu connus. Macroscopiquement l'égouttage se traduit par une élimination importante du lactosérum et s'accompagne d'une rétraction et d'un durcissement du gel : il conduit à l'obtention d'une masse de caillé dont l'extrait sec est plus au moins concentré et qui correspond au fromage formé.

Ce phénomène physique de séparation de la phase dispersante, fréquente dans le système biologique est appelé le synérèse



**Figure 13.** Les étapes d'égouttage de fromage traditionnel (*Daoud et al, 2021*).

- **Le salage**

Le salage est une étape essentielle dans la fabrication du fromage, car le fromage non salé est pratiquement insipide. Le sel joue également un rôle majeur dans la texture, la saveur et la qualité microbienne des fromages. Celui-ci inhibe la croissance de certaines bactéries, qui sont nocifs pour le fromage et qui cause sa détérioration, en particulier sur la surface. D'autre part, il permet la sélection de la flore d'affinage. Il règle l'activité de l'eau du fromage qui oriente et freine les développements microbiens et les actions enzymatiques au cours de l'affinage.

La quantité de sel ajouté est 5g de sel dans un kg de fromage.



**Figure 14.** Les étapes de salage de fromage traditionnel (*Daoud et al, 2021*).

- **Préparation du fromage à base de plantes médicinales**

Après la fabrication de notre fromage traditionnel, on divise la quantité préparée par sept (7) petite quantité. Six quantités pour les mélangé avec les épices et la septième c'est un témoin (fromage traditionnel sec).

Cette manipulation est démontrée dans les figures suivantes :



A. Curcuma



B. Armoise



C. Ail



D. Cumin



E. Gingembre



F. Thym

**Figure 15.** Méthode de mélange les différents épices (*Daoud et al, 2021*).

- **Le moulage :**

Le moulage se fait dans des blocs moules qui sont constituées d'un plateau, un store en plastique, un moule et un rehausse.

Mais on a fait des petites boules comme ça :



A. Curcuma



B. Armoise



C. Ail



D. Cumin



E. Gingembre

F. Témoin

G. Thym

**Figure 16.** Moulage de fromage traditionnel (*Daoud et al., 2021*).

### Partie 3

#### 1. Dégustation du fromage

Il faut recommander aux dégustateurs d'éviter l'utilisation de produits à l'odeur prononcée, comme les savons, les lotions et les parfums avant de participer à un panel et d'éviter de manger, de boire ou de fumer au moins 30 minutes avant de procéder aux essais (*Watts et al., 1991*).

Dans un plateau il y a 7 échantillons de fromage traditionnel

- **A** : fromage traditionnel avec curcuma ;
- **B**: Fromage traditionnel avec armoise ;
- **C**: Fromage traditionnel ail ;
- **D**: fromage traditionnel avec cumin ;
- **E**: fromage traditionnel avec gingembre ;
- **F**: fromage traditionnel avec sans additif (témoin) ;
- **G** : fromage traditionnel avec thym.

Avec l'eau pour rincer la bouche après chaque dégustation.

Le test de dégustation est basé sur un barème de notation bien déterminé, le dégustateur doit choisir une note qui varie de 1 à 5, et chaque note correspond à un caractère bien déterminé.

Les produits ont été désignés par des lettres pour la transparence de sondage.

### A. Odeur

- 1-absente ;
- 2- Faible ;
- 3- Moyenne ;
- 4- Forte ;
- 5- Très forte.

**Tableau n°3.** Les sept variantes proposées dans le teste de dégustation

<b>Echantillons</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<b>Note attribuée</b>							

Même structure de tableau à été attribué pour l'ensemble des caractères testés à savoir :

- le gout ;
- la couleur,
- la texture (dureté, déformabilité, friabilité) ;
- et la saveur (goût aromatisé, acidité, amertume, arrière-goût, salinité) .

# **Résultats et discussion**

## Partie pratique

### 1. Résultats et Discussion

Après avoir prélevé les échantillons et fait l'analyse pour eux, nous sommes arrivés aux résultats suivants :

**Tableau n°4.** Analyses physico-chimiques du lait.

	1 <sup>er</sup> test	2 <sup>ème</sup> test	3 <sup>ème</sup> test	Moyenne
F	3,54	3,59	3,61	3.58
D Kg/m <sup>3</sup>	31,85	31,05	30,46	31.12
C (mS/cm)	5,95	5,92	5,85	5.91
T °C	31,30	31,60	31,90	31.60
FP °C	-0,601	-0,591	-0,583	-0.59
L %	5,15	5,08	5,02	5.08
S %	9,25	9,06	8,92	9.08
P %	3,31	3,21	3,13	3.22
W -	0,00	0,00	0,00	0.00
pH	6,57	6,58	6,57	6.57
S %	0,75	0,74	0,73	0.74

- **Point de congélation :** notre moyenne est  $-0.59^{\circ}\text{C}$  supérieur à la valeur moyenne du lait  $-0.54$  et  $-0.55^{\circ}\text{C}$  (Neville, 1995).
- **Le pH :** la moyenne est de 6.57 et d'après (Mathieu, 1998) pour un lait normal leur pH compris entre 6.6 et 6.8, donc notre résultat est presque égal à la norme.
- **La Densité :** notre résultat est supérieur au résultat trouvé par (Sultani et al, 2020) 19.60 Kg/m<sup>3</sup>.
- **La conductivité :** notre résultat est 5.91 égale la norme qui a été déterminé par (Mir et Sadki, 2017) mis de 5.5 et 6.5mS/cm.

#### 1. 1. Caractérisation du produit

Nous caractérisons les produits pour identifier quels sont les descripteurs qui discriminent mieux les produits, et quelles sont les caractéristiques importantes de ces mêmes produits dans le cadre de l'analyse sensorielle.

## Partie pratique

### I. Etude statistique descriptive

**Tableau n°5.** Les moyennes globales des différents caractères

Caractères	Odeur	Dureté	Déformabilité	Friabilité	Gout aromatisé	Acidité	Amertume	Arrière gout	Salinité
Moyenne	2,48	2,13	2,64	2,85	2,93	2,84	2,71	2,71	2,53

**Tableau n°6.** Analyse descriptive

		A	B	C	D	E	F	G
Odeur	<b>Moyenne</b>	2,63	2,73	3,31	2,27	2,31	1,86	2,61
	<b>Ecart-type</b>	1,01	0,78	1,02	0,81	0,96	0,89	1,00
	<b>Max</b>	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00
	<b>Min</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	<b>Médiane</b>	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	3,00
Dureté	<b>Moyenne</b>	2,10	2,39	2,22	2,06	2,04	2,10	2,28
	<b>Ecart-type</b>	0,90	1,06	1,10	0,83	0,79	0,92	0,89
	<b>Max</b>	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	<b>Min</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	<b>Médiane</b>	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Déformabilité	<b>Moyenne</b>	2,59	2,67	3,04	2,84	2,73	2,51	2,45
	<b>Ecart-type</b>	1,10	1,11	1,19	1,07	1,04	1,16	0,89
	<b>Max</b>	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00
	<b>Min</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	<b>Médiane</b>	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Friabilité	<b>Moyenne</b>	2,94	2,73	3,27	3,06	3,10	2,80	2,49
	<b>Ecart-type</b>	0,92	0,97	0,93	1,07	1,08	1,04	0,74

## Partie pratique

	<b>Max</b>	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00
	<b>Min</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	<b>Médiane</b>	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,79
Gout aromatisé	<b>Moyenne</b>	3,16	3,35	3,43	2,90	2,63	2,31	3,11
	<b>Ecart-type</b>	1,05	1,18	1,24	1,03	0,91	1,02	1,27
	<b>Max</b>	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	<b>Min</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	<b>Médiane</b>	3,00	3,00	4,00	3,00	2,00	2,00	3,00
Acidité	<b>Moyenne</b>	3,55	2,53	2,98	2,53	2,94	2,96	2,79
	<b>Ecart-type</b>	0,98	0,96	1,16	1,00	1,01	1,06	1,00
	<b>Max</b>	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	<b>Min</b>	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	<b>Médiane</b>	4,00	2,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Amertume	<b>Moyenne</b>	2,08	3,04	2,41	2,04	2,22	2,06	2,27
	<b>Ecart-type</b>	1,04	1,29	1,24	0,98	1,10	0,90	1,05
	<b>Max</b>	4,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00
	<b>Min</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	<b>Médiane</b>	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Arrière-gout	<b>Moyenne</b>	2,43	3,37	3,06	2,71	2,49	2,29	3,03
	<b>Ecart-type</b>	0,98	0,93	1,23	0,96	0,98	1,02	1,20
	<b>Max</b>	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	<b>Min</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	<b>Médiane</b>	2,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00
Salinité	<b>Moyenne</b>	2,53	2,37	2,67	2,55	2,78	2,65	2,54
	<b>Ecart-</b>	0,87	0,83	0,99	1,00	1,01	0,90	0,82

## Partie pratique

type								
<b>Max</b>	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	
<b>Min</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
<b>Médiane</b>	2,00	2,00	3,00	2,00	3,00	3,00	2,43	

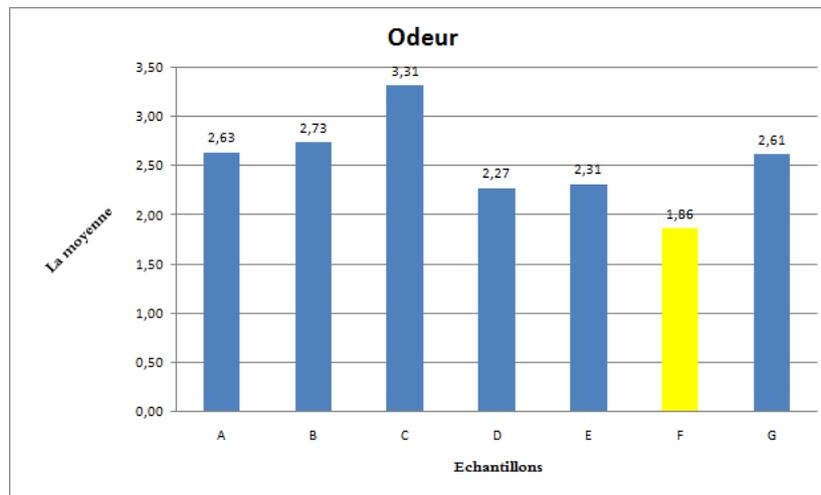
Ce tableau permet de faire ressortir les moyennes lorsque on croise les différents produits et les caractéristiques.

On voit donc en orange les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale et en jaune celles qui sont significativement petites que la moyenne globale.

- L'odeur a un effet significativement positif sur les échantillons **A, B, C** et **G** par contre elle a un effet significativement négatif sur les échantillons **D, E** et **F**.
- La dureté a un effet significativement positif sur les échantillons **B, C** et **G**.
- La déformabilité a un effet significativement positif sur les échantillons **A, C, D** et **E**.
- La friabilité en bouche a un effet significativement positif sur l'échantillon **A, C, D, E,** et **F** mais un effet significativement négatif sur l'échantillon **B** et **G**.
- Le goût aromatisé a un effet significativement positif sur l'échantillon **A, B, C, E,** et **G** par contre il a un effet significativement négatif sur les échantillon **D** et **F**.
- L'acidité a un effet significativement positif sur l'échantillon **A, C, E** et **F** mais elle a un effet significativement négatif sur l'échantillon **B, D** et **G**.
- L'amertume a un effet significativement positif sur l'échantillon **B**.
- L'arrière-goût a un effet significativement positif sur l'échantillon **B, C** et **G** par contre il a un effet significativement négatif sur l'échantillon **A, E** et **F**.

## II Etude comparative

### 1.1. Odeur

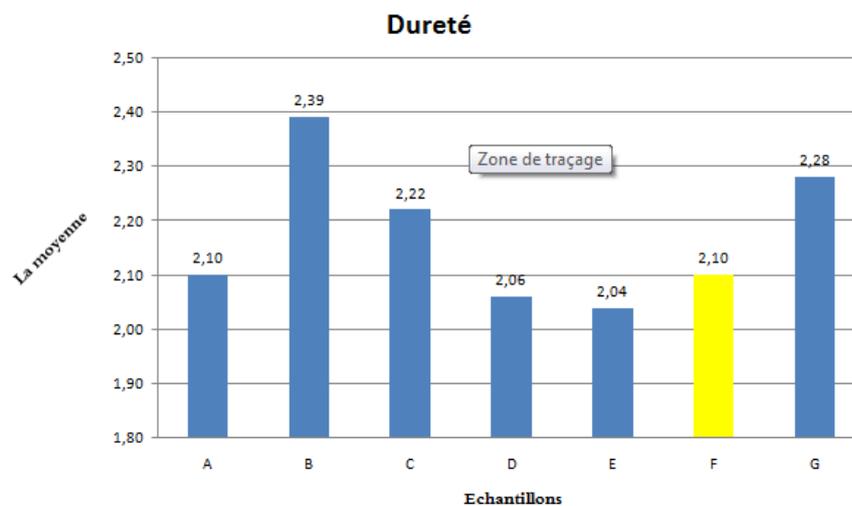


**Figure 17.** Etude comparative entre les échantillons par rapport à l'odeur.

Cette figure montre que la valeur moyenne évaluée pour l'odeur du produit (C) est la plus élevée avec une moyenne de 3.31 par rapport au produit (F) qui représente le fromage naturel, ceci explique que l'impact de l'addition de l'Ail a un effet significatif sur l'odeur du fromage.

### 1.2. Texture

#### 1.2.1. Dureté



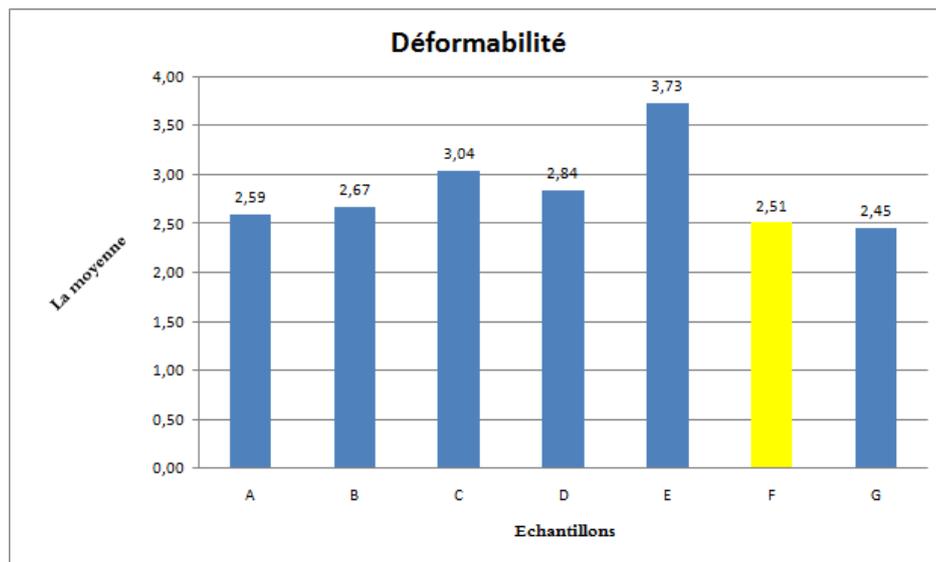
**Figure 18.** Etude comparative entre les échantillons par rapport à la dureté.

## Partie pratique

---

Cette figure montre que les produits (B) et (C) et (G) sont les plus durs avec une moyenne de 2.22 à 2.39 par rapport au fromage naturel qui présente une moyenne de dureté de 2.10 ceci explique que l'artimisia et l'ail et le thym ajouté ont diminués l'activité d'eau du fromage.

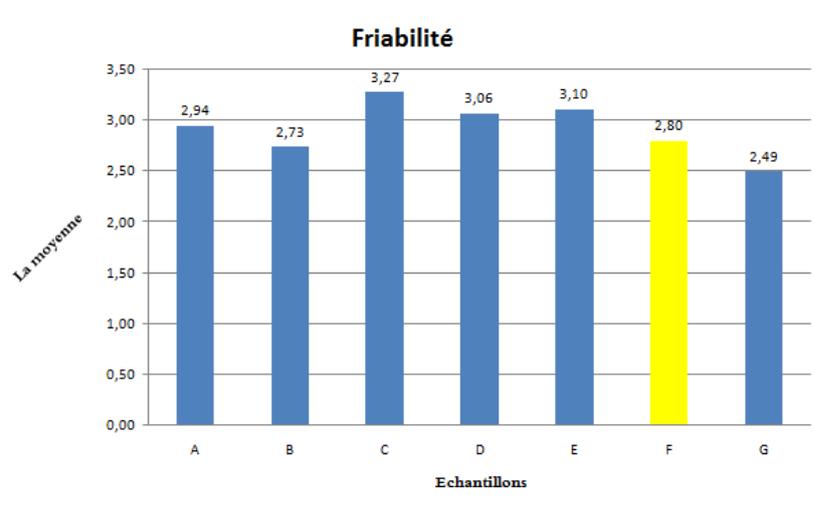
### 1.2.2.Déformabilité (en bouche)



**Figure 19.** Etude comparative entre les échantillons par rapport à la déformabilité.

Cette figure montre que le produit (E et C) a la moyenne la plus fort 3.73 et 3.04 par rapport aux autres échantillons. Ceci explique que le gingembre et l'ail additionné a un effet sur la déformabilité en bouche des produits.

## 1.2.3. Friabilité (en bouche)

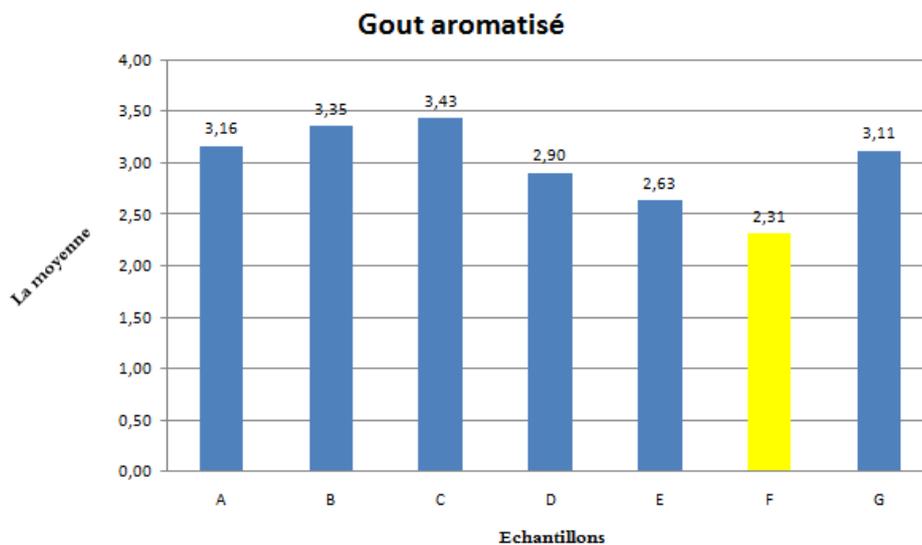


**Figure 20.** Etude comparative entre les échantillons par rapport à la friabilité.

Cette figure montre que le produit (G) a la moyenne la plus basse 2.49 par rapport aux autres échantillons. Ceci explique que le thym additionné a un effet sur la friabilité en bouche des produits.

## 1.3. Saveur

### 1.3.1. Gout aromatisé

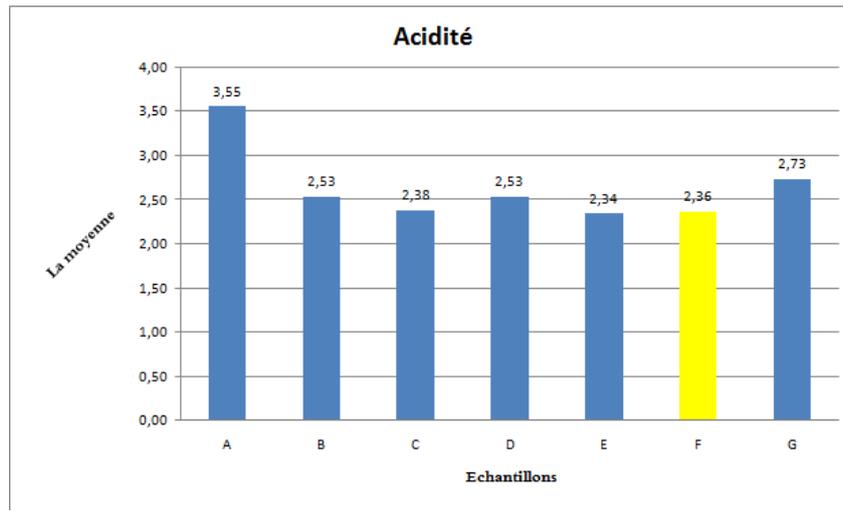


**Figure 21.** Etude comparative entre les échantillons par rapport au gout aromatisé.

## Partie pratique

Cette figure représente que les produits (A, B, C et G) possèdent un goût aromatisé très fort sa moyenne est estimée à 3.11 et 3.43 respectivement et les produits (D, E et F) a un goût aromatisé moyen avec une moyenne de 2.31 à 3.90.

### 1.3.2. Acidité

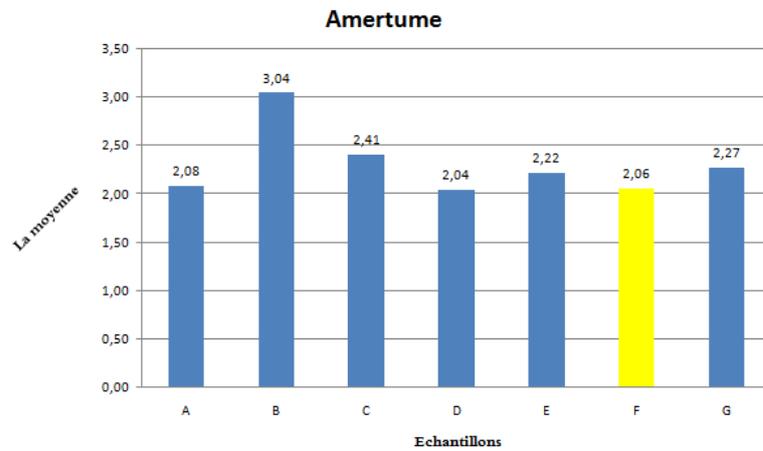


**Figure 22.** Etude comparative entre les échantillons par rapport à l'acidité.

Cette figure montre que le produit (A) a un goût acide plus que les autres avec une moyenne de 3.55 et le produit (E) présente la faible moyenne de goût acide qui est estimé à 2.34 par rapport au fromage naturel (F).

Ceci exprime que probablement l'addition de curcuma a un impact sur l'augmentation d'acidité de le produit (A) et l'addition du gingembre diminué l'acidité du fromage.

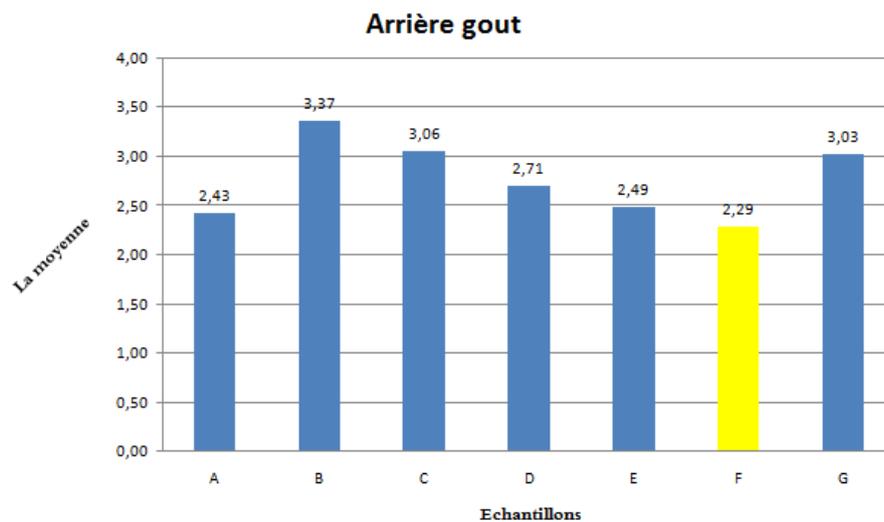
## 1.3.3. Amertume



**Figure 23.** Etude comparative entre les échantillons par rapport à l'amertume.

Cette figure montre que l'amertume est présente légèrement dans les produits (B, C, E, G) avec une moyenne de 3.04, 2.41, 2.22 et 2.27 par rapport au fromage naturel (F) qui a une moyenne de 2.06. Ceci explique que l'addition du artimisia, ail, gingembre et thym ont ajouté un gout amer au fromage.

## 1.3.4. Arrière-gout



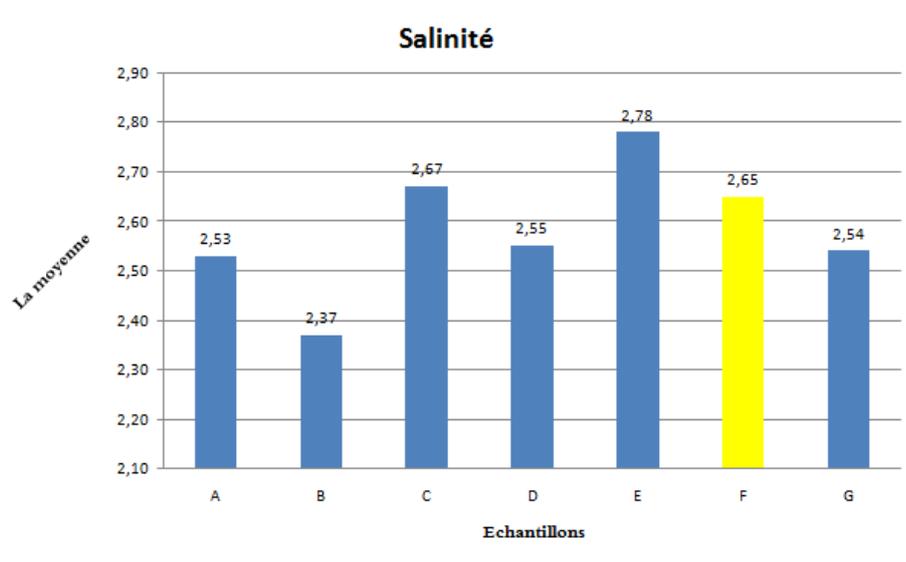
**Figure 24.** Etude comparative entre les échantillons par rapport à l'arrière-gout.

## Partie pratique

---

Cette figure montre que le produit (B, C et G) possède un arrière-gout élevé avec une moyenne de 3.37, 3.06, et 3.03 suivi par le produit (D et E) avec une moyenne de 2.71 et 2.49. Ceci explique que le produit (B, C, et G) a laissé un arrière gout d'après les déclarations des dégustateurs.

### 1.3.5.Salinité



**Figure 25.** Etude comparative entre les échantillons par rapport à la salinité.

Cette figure montre que la salinité est présente légèrement dans les produits (E, et C) avec une moyenne de 2.78 et 2.67 par rapport au fromage naturel (F) qui a une moyenne de 2.65.

La salinité est faible dans les produits (A, B, D, et G) avec une faible moyenne de 2.37.

Ceci explique que l'addition du curcuma, arrimisia, cumin et thym ont un impact sur la salinité du fromage .

# Conclusion

## **Conclusion**

Notre recherche est basée sur la préparation artisanale du fromage de lait de vache sans aucun additif chimique. Il a été assaisonné à la poudre de quelques plantes aromatiques et épices dans le but d'améliorer la qualité organoleptique du fromage et pour présenter au consommateur des goûts nouveaux et naturelles.

Les plantes médicinales donnent un goût distinctif au fromage qui permet au consommateur de bénéficier des propriétés médicinales des plantes.

Pour savoir que le consommateur est satisfait de ce produit, nous avons réalisé une analyse sensorielle du fromage assaisonné sur un panel non expert constitué de 60 sujets (tout sexes et âges confondus) avec une validation d'un plan d'expérience généré par le logiciel Excel.

# **Références**

# **Bibliographiques**

## A

- **Abdellaoui, A. (2016).** Propriétés physiques des graines du cumin (*Cuminum cyminum*) dans la réserve de biosphère des oasis du Maroc.
- **Abi azar R. ;(2007).** Complication des protéines lactières par les extraits de gousses vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus. 196p. thèse doctorat.
- **Adrian, J. (1973).** Valeur alimentaire du lait. Paris, La Maison Rustique 229p.
- **Agherghour Nabila et Khemis Lynda. (2015).** Essai de fabrication d'un camembert au thym et étude de son effet sur la durée de vie du produit. Mémoire de master. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.
- **Aissaoui Zitoun O. et Zidoune MN. (2006).** Le fromage traditionnel algérien bouhezza. Séminaire d'Animation Régional Technologies douces et procédés de séparation. AUF3A- INSAT, Tunis, Tunisie, Actes des sommaires, pp.118-124.
- **Aissaoui Zitoun O., Benatallah L, El Hannachi G et et Zidoune MN. (2011).** Manufacture and characteristics of the traditional Algerian ripened bouhezza cheese. Journal of Food Agriculture and Environment. **2**, 96-100.
- **Alais C. (1975).** Sciences du lait. Principes des techniques lactières. Edition Sepaic, Paris.
- **Alais C. et Linden G., (1997).** Abrégé de biochimie alimentaire. 4ième éd, Masson, 248 p.
- **Alais C., Linden G. et Miclo L. (2008).** Biochimie alimentaire, Dunod 6emeédition. Paris. pp : 86-88.
- **Attia H., Kheronatou N. et Ayadi J., (2000).** Acidification chimique directe du lait. Corrélations entre la mobilité du matériel micellaire et micro et macrostructure des laits acidifiés. Sci. des aliments, 20, 289-307.

## B

- **Bendimerad N. (2012).** Caractérisation phénotypique technologique et moléculaire d'isolats de bactéries lactiques de laits crus recueillis dans les régions de l'Ouest

Algérien. Essai de fabrication de fromage frais type «Jben. ». Thèse doctorat en Microbiologie, spécialité : Microbiologie alimentaire, Université Aboubekr Belkaid faculté SNV, Tlemcen, Algérie, p78.

- **Bouarissa Rebiha et Herizi Lamri, (2020).** Généralités sur le lait de vache. Mémoire de master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
- **Brule G., Lenoir J. et Ramet F., (1997).** Les mécanismes généraux de la chemistry.

## C

- **Choisy C., Desmaeaud M., Gueguen M., Lenoir J., Schmidt J., et Tourneur C., (1997).** Les phénomènes microbiens, Dans Le fromage (Coord. ECK A. et GILLIS J.C.), 3ème ed., Tec et Doc. Lavoisier. pp 377.
- **Choisy C., Desmazeaud M., Gripon J.C., Lamber G., et Lenoir J., (1997).** Biochimie de l'affinage. Dans Le fromage (Coord. ECK A. et GILLIS J.C.), 3ème ed. Tec et Doc. Lavoisier. pp 89.
- **Cuq J.L. (2007).** Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. pp: 20-25.

## D

- **Daoud A, Bembakhouch A, Bakhouch I, Benteboula M, ( 2021).** Fabrication de fromage traditionnel à base du lait de vache avec l'incorporation de quelques épices.
- **Dalgleishd.G., (1982).** The enzymatique coagulation of milk. In developments in dairy chemistry - 1- Proteins (Coord. FOX P.F.) A.S. Publishers, pp.157-188, 410 p.

## E

- **Eck A., Gillis J.C., (1997).** Le Fromage, De la science à l'assurance-qualité ; 3e éd-Paris, 891p.
- **El-Baradei G, Delacroix-Buchet A et Ogier JC. (2008).** Bacterial biodiversity of traditional Zabady fermented milk. Food Microbiol. **121**, 295–301.

## F

- **FAO. (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28.
- **Flückiger, Friedrich A. (Friedrich August), 1828-1894; Hanbury, Daniel, (1825-1875)**
- **Fox P.F., Snigh T.R. and Sweney M.C., (1994).** Proteolysis in cheese during fromage In Science et technologies du lait transformation du lait par Vignola Carole L.

## G

- **Gastaldi-Bouabid E., (1994).** Etude de l'évolution des micelles de caséine au cours de l'acidification : mise en évidence d'un état de transition entre pH 5.5 et pH 5.0 – Thèse Doctorat Académie de Montpellier. Université de Montpellier II.
- **Gelais ST-D.Tirrard-coller P., Belanger G., Draapeau R., Couture R.,(2002).**Le GILLIS J.C.). 3ème édition, Ed. Tec et Doc. Lavoisier. p. 43.
- **Gripon JC., Desmazeaud MJ., Le Bars D. et Bergère JL. (1975).** Étude du rôle des microorganismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. Influence de la présure commerciale. Le Lait 55.pp: 502-516.
- **Guiraud J. et Galzy P. (1980).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l'usine. 119p.
- **Guiraud J.P. (2003).** Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. pp : 136-139.

## H

- **Hayaloglu A.A. and Karabulut I., (2013).** Primary and Secondary Proteolysis in Eleven Turkish Cheese Varieties. Int. J. of Food Properties, 16:8, 1663-1675.

## I

- **Isabelle Tourette, (2002).** filieres laitieres en afrique et points critiques pour la maîtrise des dangers sanitaires des laits et produits laitiers . diplome d'études superieures specialisees . Université montpellier ii.

## J

- **Jany J.L. and Barbier G., (2008).** Culture-independent methods for identifying microbial communities in cheese: review. *Food Microbiol.*, 25, 839-848.
- **Joffin C, (2003).** Microbiologie alimentaire, 5eme édition. Aquitaine : CRDP, 120p.

## L

- **Leyral G. et Vierling É. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition Biosciences et techniques. 87p.
- **Luquet F.M., (1990).** Lait et produits laitiers : vache, brebis chèvre. Tome II, Tech. Et Doc., 2ième édition, Lavoisier, Paris.

## M

- **Mc Sweeney P.L. H., (2004) ;** Biochemistry of cheese ripening. Vol 57, No 2/3, *Int. J. of Dairy Technol*, 127-144.
- **Mothieu.J.(1998).** La synthèse et la composition du lait, Initiation à la physicochimie du lait. École nationale des industries du lait et des viandes de la roche sur Foron. Paris.
- **Milk and Milk Products, Technology, chemistry and microbiology, ISBN978-0-8342-1955-7, Authors: Varnam, A., Sutherland, Jane P.**
- **Montel M-A. Delbes-Pausa C., Vuitton D.A., Desmasures N. Berthier F., (2014).** Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associate benefits. *Inter. J. of food microbiol.* 177, 136–154.

## N

- **Nouani, A, Dako E, Morsli A, Belhamiche N, Belbraouet S, Bellal MM et Dadie A (2009).** Characterization of the purified coaguland extracts derived from artichoke flowers (*Cynara scolymus*) and from the fig tree latex (*Ficus carica*) in light of their use in the Manufacture of traditional cheeses in Algeria. *International Journal of Food Technology.* 7, 20-25.

## P

- **Polese, J.-M. (2006).** la culture des plantes aromatiques. Artémis.
- **Ponce DE Leon-Gonzalez L., Wendorff W. L., Ingham B. H., Jaeggi J. J. and Houck K. B., (2000).** Influence of Salting Procedure on the Composition of Muenster-Type Cheese . *J Dairy Sci* 83:1396–1401.

## R

- **Ramet J.P., (1985).** La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéens. Ed. Etude FAO. Production et santé animale, 187 P.
- **Ramet J.P., (1987).** La préparation du caillé, 1- : La présure et les enzymes coagulantes. Dans *Le fromage* (Coord. ECK A.), Tec et Doc. Lavoisier, pp 101-107, 539 p.
- **Ramet J.P., (1997).** L'égouttage du coagulum. Dans *Le fromage* (Coord. ECK A. et GILLIS J.C.). 3ème édition, Ed. Tec et Doc. Lavoisier. p. 43.
- **Ramet J.P., (1997).** La préparation du caillé, 1- : La présure et les enzymes coagulantes (p. 101-107). Dans *Le fromage* (Coord. ECK A. et GILLIS J.C.) , 3ème ed. Tec et Doc. Lavoisier.
- **Renner E. (1993).** Nutritional aspect of cheese in cheese chemistry physics and microbiology 2nd edition (P.F.FOX), London, England, pp557-580.

## S

- **Soultani Khawla , et al (2020).** Mémoire de fin d'étude de master ; Fabrication du fromage traditionnel à base de lait de chèvre en incorporant de quelques plantes aromatisées et des épices.
- **Samir Boumediene, (1492-1750).** La colonisation du savoir. Une histoire des plantes médicinales du « Nouveau Monde » . Les Editions des mondes à faire, 2016, 477 p
- **Scott R, Robinson RK et Wilbey RA. (1998).** Cheese making practice 3rd édition : Springer. Science and Business Media, New York, USA, 449p.

## T

- **Tourneur C., (1997).** Les phénomènes microbiens, Dans Le fromage (Coord. ECK A. et Gillis J.C), 3<sup>ème</sup> ed., Tec et Doc. Lavoisier. pp 337
- **Tsuchita H, Suzuk T et Kuwata. (2001).** The effect of casein phosphopeptides on calcium absorption from calcium-fortified milk in growing rats. British. Journal of Nutrition. **85**, 5-10.

## V

- **Varnam A.H. et Sutherland P. (2001).** Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York. pp: 35-37.
- **Veisseyre R. (1975).** Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3<sup>ème</sup> édition. Edition la maison rustique, Paris.
- **Veisseyre R. (1979).** Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3<sup>ème</sup> édition. Edition la maison rustique, Paris.
- **Vignola C. (2002).** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-75.

## W

- **Walther B, schmid A, Sieber R et Whrmullerk. (2008).** Cheese in nutrition and health. Review Dairy Sc. Technology. **88**, 39-405.
- **Watts B . Ylimaki, L. E. Jeffery, L.G. Elias.. ( 1991 ).** Méthode de base pour l'évaluation sensorielle des aliments. p 30: Centre de recherche pour le développement international, Ottawa, Canada.
- **Weber F, (1987).** L'égouttage du coagulum. Dans le fromage (coord. ECK A), 2emeédition. p122.
- [1]. <https://cutt.us/pUKsz>
- [2]. <https://cutt.us/Ma1w6>
- [3]. <https://cutt.us/ZoVvX>
- [4]. <https://cutt.us/EmxaE>
- [5]. <https://cutt.us/DgeQI>
- [6]. <https://cutt.us/B0wpN>

# **Annexes**

**Annex n° 1. Les caractéristiques organoleptique**

**Analyse sensorielle des fromages**

Nom et prénom :

Sexe : Masculin

Féminin

Six (06) échantillons de fromage frais préparés à base de lait de chèvre codé : A, B, C, D, E, F, G

Il vous est demandé d'évaluer les différentes caractéristiques en attribuant une note entre 1 et 5.

-veuillez rincer la bouche après chaque dégustation d'échantillon.

**I. Odeur :**

1- absente

2- Faible

3- Moyenne

4- Forte

5- Très forte

Echantillons	A	B	C	D	E	F	G
Note attribuée							

**II. Texture :**

**1) Dureté**

1- Mou

2- Faiblement dur

3- Dur

4- Très dur

5- Extra dur

Echantillons	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
Note attribuée							

**2) Déformabilité (en bouche):**

- 1- absente
- 2- Faible
- 3- moyenne
- 4- élevé
- 5- très élevé

Echantillons	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
Note attribuée							

**3) Friabilité (en bouche):**

- 1- absente
- 2- Faible
- 3- moyenne
- 4- élevé
- 5- très élevé

Echantillons	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
Note attribuée							

**3. Saveur :**

**1) Gout aromatisé :**

1- absente

2- Faible

3- Moyenne

4- Fort

5- très fort

Echantillons	A	B	C	D	E	F	G
Note attribuée							

**2) Acidité :**

1- absente

2- Faible

3- Moyenne

4- Forte

5- Très forte

Echantillons	A	B	C	D	E	F	G
Note attribuée							

**3) Amertume :**

1- absente

2- Faible

3- Moyenne

4- Forte

5- Très forte

Echantillons	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
Note attribuée							

**4) Arrière-gout :**

1- absente

2- Faible

3- Moyenne

4- Fort

5- Très forte

Echantillons	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
Note correspondante							

**Salinité :**

1- Absente

2- Faible

3- Moyenne

4- Forte

5- Très forte

Echantillons	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
Note attribuée							

**Annex n° 2. Identification des aromes**

- 1- Non identifiée
- 2- Cumin كمون
- 3- artemisia شيح
- 4- thym زعتر
- 5-curcuma كركم
- 6-gingembre زنجبيل
- 7- Ail ثوم

Echantillons	A	B	C	D	E	F	G
Note attribuée							

**Annex n° 3. Préfélage**

Veillez indiquer dans le tableau ci-dessous votre préférence selon la note correspondante à son appréciation

Taux de satisfaction	A	B	C	D	E	F	G
(1) Extrêmement désagréable							
(2)Très désagréable							
(3)Désagréable							
(4)Assez désagréable							
(5)Ni agréable ni désagréable							
(6)Assez agréable							
(7)Agréable							
(8)Très agréable							
(9)Extrêmement agréable							

**Annex n°4. Les caractéristiques appréciées**

**1. Quels sont les caractéristiques qui ont motivé votre préférence ?**

1- Odeur

2- Couleur

3- Gout aromatisé

4- Texture en bouche

5- L'ensemble des caractéristiques évaluées

Echantillons	A	B	C	D	E	F	G
Note attribuée							