

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de science alimentaire
Spécialité Qualité des produits et sécurité alimentaire



Réf :.....

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

MASTER

Thème

Elaboration d'un fromage frais enrichi par une
compilation de trois matrices
végétales aromatiques

Présenté par :

Benallaoua Yasmina & Merad Thilleli

Soutenu le : 14/07/2022

Devant le jury composé de :

Mme Deflaoui Lila	MCB	Présidente
Mme MEDOUNI Sonia	MCB	Promotrice
Mme Fella Temzi Samira	MCB	Examinatrice

Année universitaire : 2021/ 2022

Remerciements

On tient, en premier lieu, à rendre grâce à Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force et la patience pour achever ce travail. Et aux êtres les plus chers au monde « Nos Parents » pour tous les efforts et sacrifices qu'ils ont entrepris afin de nous voir réussir. On les remercie pour l'éducation qu'ils nous ont prodigué, pour leur présence permanente et leur disponibilité sans faille durant tout notre cursus du primaire à l'université et de nous avoir soutenu dans nos choix d'orientation.

On remercie vivement Mme *ADRAR S.* la promotrice de ce mémoire. On tient à vous remercier pour votre disponibilité, votre aide précieuse, vos conseils, votre objectivité, votre rigueur scientifique qui ont fait progresser ce travail.

Nos remerciements sont adressés également aux membres du jury qui ont pris de leur temps et ont bien voulu accepter de juger ce travail : on tient à remercier Mme *DEFLAUF* qu'a fait l'honneur de présider ce jury ainsi que Mme *FELLA* d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous remercions également tous le personnels de l'unité *SOUMMAM*, en particulier monsieur *HAMMOUÛHE BRAHM*, au contrôleurs messieurs *EFFS AZEDDINE* et mademoiselle *CHENNT GERJA*.

Merci à *Kenza Nesrine N* et *Wissem O* pour leur aide et soutien

Merci enfin pour tous ceux et celles qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre lors de notre travail.

Dédicaces

Au nom de dieu le plus puissant

Je dédie ce travail à :

A ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour

A ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans les moments difficiles

A mes très chers parents je les remercie d'autant que je ne remercie personne

Je dédie ce travail à mes chers parents

A mes chères sœurs Kenza et Houda mon frère Laid

A mes cousines Sarah et Fifi

A mon cousin Youba

A ma copine Yasmine

A toute ma famille

& à tous mes amis particulièrement Abdelghani Azrine.

Je dédie ce travail

*À mes parents qui m'ont soutenu et encouragé durant ces années d'étude, qu'ils trouvent ici
le témoignage de ma profonde reconnaissance et tout l'amour que je leur porte*

Aux amours de ma vie : mes frères Aghilas et mayas , mes sœur Aniesse et Channez

À la famille Merad , particulièrement ma grand mère Nouara

À la famille Lirem, particulièrement mes grands parents Hadj Ali et Aïdj a

À tous mes proches , particulièrement khali mouhand-cherif qui ma été d'une grande aide

*À tous mes amies qui m'ont encouragé, particulièrement Nouri KENZA Nesrine et
Ouchen Wissem à qui je souhaite plus de succès*

À tous ce que j'aime

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Photographie du romarin	8
2	Photographie de l'ail	10
3	Photographie du citron	11
4	Photographie des plantes utilisées	13
5	Photographie des matrices après traitement	15
6	Digrammes de formulation des deux fromages frais enrichis A et B	16
7	Résultats du potentiel hydrique des matrices végétale A et B	20
8	Résultats d'analyse physico-chimique du fromage frais.	21
9	Résultats du potentiel hydrogène du fromage enrichi A et B	22
10	Résultats d'analyse d'acidité du fromage enrichi A et B	23
11	Résultats d'analyse de l'extrait sec du fromage enrichi A et B	24
12	Résultats d'analyse de la matière grasse du fromage enrichi A et B	25
13	Pouvoir discriminant par descripteur.	29
14	Coefficients des modèles des échantillons des fromages A et B.	30
15	Résultats de l'analyse hédonique	31

Liste des tableaux

N°	Titre	Pages
I	Valeur nutritionnelle moyenne des fromages	7
II	Taxonomie du romarin	8
III	Taxonomie de l'ail	10
IV	Taxonomie du citron	11
V	Composition en matrices des deux préparations A et B.	14
VI	Analyses physicochimiques effectuées	16
VII	déroulement des différents tests microbiologiques	18
VIII	Résultat d'analyse microbiologique de la Matrice A et B.	26
IX	Résultat d'analyse microbiologique du Fromage frais	27
X	Résultat d'analyse microbiologique du Fromage enrichi A et B.	28
XI	Moyennes ajustées par produit.	30

Liste des annexes

N°	Annexe
1	Présentation de l'organisme d'accueil
2	Sheema générale de la fabrication du fromage frais enrichie
3	Questionnaire d'analyse sensorielle du fromage fais
4	Questionnaire d'analyse hédoniques du fromage fais
5	Résultats de l'analyse statistique

Liste des abréviations

Abs : Absence.

AFNOR : Association française de la normalisation.

EST : Extrait sec totale.

FAO : Food and Agriculture Organisation.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

MG : Matières grasse.

Prép Alim : Préparation Alimentaire.

VF : Viande foie.

VRBG : Gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre.

VRBL : Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre.

YGC : Yest Glucose chloramphénicol.

Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur le fromage

I.1. Définition du fromage.....	3
I.2 Technologie de fabrication du fromage frais.....	3
I.2.1. Préparation du fromage.....	3
I.2.2. Coagulation.....	3
I.2.3. Egouttage du coagulum	4
I.2.4. Salage.....	4
I.2.5. Affinage.....	5
I.3. Différent type de fromage.....	5
I.4.Fromage frais.....	5
I.4.1. Définition.....	5
I.4.2. Type de fromage frais.....	6
I.4.3. Composition et valeur nutritive.....	6

Chapitre 2 : Généralités sur les plantes étudiées

II.1. Romarin (Rosmarinus officinalis)	8
II.1.1. Description botanique.....	8
II.1.2. Classification.....	8

II.1.3.Nomenclature.....	8
II.1.4.Composition.....	9
II.1.5. Utilisation.....	9
II.2. Ail (Allium Sativum)	9
II.2.1. Description botanique.....	9
II.2.2. Classification.....	10
II.2.3.Nomenclature.....	10
II.2.4.Composition.....	10
II.2.5. Utilisation.....	10
II.3. Citron(Citrus Limon)	11
III.3.1. Description botanique.....	11
III.3.2. Classification.....	11
III.3.3.Nomenclature.....	12
III.3.4.Composition.....	12
III.3.5. Utilisation.....	12

Matériel et méthodes

I. Matériel Végétal	13
I.1. Echantillonnage	13
I.2. Préparation des mélanges	14
I.3. Préparation du fromage fris enrichie	15
II. Analyse physico-chimiques	16
II.1. Potentiel hydrique	16
II.2. Acidité titrable	16

II.3. Extrait sec totale	17
II.4. Dosage du taux de matière grasse	17
III. Analyses microbiologiques	17
IV. Evaluation sensorielle	18
IV.1. Analyses sensorielle	18
IV.2. Analyses hédonique	19
VI. Analyse statistique	19

Résultats et discussions

I. Analyse physico-chimiques	20
I.1. Préparation alimentaire	20
I.2. Fromage frais	21
I.3. Fromage frais enrichi	21
I.3.1. Potentiel hydrogène	21
I.3.2. Acidité titrable.....	22
I.3.3. Extrait sec totale	23
I.3.4. Matière grasse	24
II. Analyses microbiologiques	26
II.1. Préparation alimentaire	26
II.2. Fromage frais	27
II.3. Fromage frais enrichi	28

III. Analyse sensorielle	28
III.1. Caractérisation du produit.....	28
III.1.1. Pouvoir discriminant par descripteur	29
III.1.2. Coefficient des modèles	29
III.2.Moyenne ajustées par produit.....	30
III.3. Préférences des consommateurs naïfs.....	31
Conclusion	32

Référence bibliographique

Glossaire

Annexes

Introduction

Le lait est un produit de forte valeur nutritionnelle. C'est l'un des rares aliments à contenir une teneur équilibrée en nutriments de base (glucides, lipides et protéides), mais il est facilement périssable (Park, 2012). La fabrication du fromage est le moyen le plus ancien connu pour conserver ce lait (Corrieu et Luquet, 2008). En 2003, la production mondiale de fromages avait atteint 17.5 millions de tonnes fabriqués à partir d'environ 190 millions de tonnes de lait (FAO, 2013)

Le fromage occupe une importante place dans les échanges commerciaux, le paiement des redevances seigneuriales et celles des fermes, l'art fromagé a connu un fort développement au XIX^{ème} siècle avec la découverte des microorganismes de fermentation par pasteur, l'apparition du froid industriel et le développement des moyens de transport (Dulor, 2002).

Il existe une grande variété de fromage parmi lesquelles, on note le fromage frais qui est caractérisé par l'égouttage spontané, issu essentiellement de la fermentation lactique ou de l'action légère de la présure (Guiraud, 2003) et qui est souvent consommé sous sa forme nature ou enrichi par certains ingrédients tels que des plantes, qui s'imposent sur la planète par leurs aspects, leurs exubérances et leurs mystères.

Les plantes aromatiques et médicinales représentent une source de métabolites secondaires biologiquement actifs tels que les polyphénols. Ces substances présentent plusieurs propriétés biologiques telles : activités antimicrobiennes, anti-inflammatoires et anti-oxydantes (Fadili *et al.*, 2015).

Au cours des dernières années, un intérêt croissant pour l'utilisation des différentes parties de ces végétaux (feuilles, tiges, fruits, graines...etc.) a été observé dans les industries agroalimentaires telle que l'industrie fromagère. Ces dernières ont pour but de transformer le lait en un produit d'utilisation prolongée et de goût différent grâce à de diverses actions microbiennes et enzymatiques (Leroy et De Vuyst, 2004).

L'objectif de ce présent travail est de formuler un nouveau produit laitier « fromage frais » à base d'un mélange de trois matrices végétales connues pour leurs propriétés aromatiques et leurs vertus thérapeutiques : Romarin, Ail et Citron. Deux Mélanges, avec des proportions différentes, ont été préparés, à partir des matrices végétales étudiées, et utilisés pour la formulation de deux fromages frais. Des tests microbiologiques et physicochimiques ont été réalisés sur les différents échantillons afin de déterminer l'impact de l'ajout des matrices végétales, au fromage frais, sur la durée de conservation. Pour mieux valoriser notre travail une

analyse sensorielle a été effectuée, d'une part pour connaître l'avis des consommateurs via les tests hédoniques et d'autre part pour décrire nos produits de façon objective via un panel sensoriel entraîné.

Afin de réaliser ces objectifs, ce travail est divisé en deux parties :

- La première partie est consacrée à la synthèse bibliographique qui décrit le fromage, le romarin, l'ail et le citron, l'histoire, les différents types de fromage, le fromage frais : composition et procédé de fabrication.
- La deuxième partie, réservée à l'étude expérimentale est scindée en matériel et méthodes, où les différentes procédures expérimentales sont décrites, et en résultats et discussion divisé en analyses physicochimiques, analyses microbiologiques et analyses sensorielles.

Chapitre I : Généralités sur le fromage

I.1. Définition du fromage

Le fromage est un produit fermenté, frais ou affiné, plus ou moins riche en matières grasses qui résultent de la coagulation de certaines protéines du lait (caséines) sous l'effet de l'acidification due à des ferments microbiens ou à l'action enzymatique de divers produits comme la présure (Dulor, 2002).

I.2. Technologie de fabrication du fromage

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, des caséines principalement, plus ou moins modifiées, qui emprisonnent les autres constituants, et ensuite de l'agglomération de morceaux de caillés 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 emprisonnés dans des pores, puis libérés (Luquet, 1990).

Les processus impliqués sont : la préparation du lait, la coagulation, l'égouttage le salage et l'affinage (Grappin *et al.*, 2006).

I.2.1. Préparation du lait

Pour préparer le lait sur le plan microbiologique et physicochimique, plusieurs opérations sont effectuées :

- ❖ 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).

I.2.2. Coagulation

La coagulation correspond à une déstabilisation des micelles de caséines qui flocculent, puis se soudent pour former un gel emprisonnant les éléments solubles du lait. Elle peut être provoquée par acidification, par action de présure ou encore par l'action combinée des deux (Lapointe, 2002).

a. Coagulation par voie acide ou fermentation

La fermentation du lait est obtenue grâce à l'action des bactéries lactiques.-(Dellagio *et al.*, 1994). Ses microorganismes fermentent le lactose qui est un sucre réducteur synthétisé exclusivement par la mamelle, en acide lactique. L'indice de dégradation du lactose est mesuré par l'acidité titrable du lait en degré Dornic. Cette transformation graduelle du lactose en acide lactique fait abaisser le pH du lait et favorise la coagulation (Amiot *et al.*, 2002). Les bactéries lactiques interviennent essentiellement dans deux étapes de fabrication des fromages, la coagulation et l'affinage, un lait pasteurisé perd une grande partie de sa flore microbienne, qu'elle soit utile ou pas. Pour permettre la fermentation et la production d'arômes, le lait pasteurisé doit donc être réensemencé par des levains, fournis sous forme liquide ou lyophilisée (Ray, 2003).

b. Coagulation par voie enzymatique

Industriellement, la seule enzyme utilisée en fromagerie est la présure. C'est une endopeptidase qui entraîne une coagulation du lait par hydrolyse de la caséine kappa, ce qui déstabilise les micelles et conduit à la formation du gel. Son utilisation dans la fabrication fromagère existe sous deux formes : liquide ou solide, les formes liquides sont les plus utilisées en industries du fait de leurs commodités d'emploies et leurs disponibilités. La forme solide se trouve sous forme comprimé ou de poudre qui doit être diluée dans un excipient de chlorure de sodium et peut être utilisée sur le plan artisanal. L'origine de la dénomination présure provient de l'extrait coagulant provenant de la 3ème poche de l'estomac (caillette) du chevreau et de l'agneau, la principale protéase est la chymosine (85% de l'activité coagulante) complétée par la pepsine (Eck et Gillis, 2006).

I.2.3. Egouttage du coagulum

Cette phase consiste en l'élimination plus au moins grande du lactosérum (Mahaut *et al.*, 2000). Le gel formé par acidification et par action de la présure constitue un état physique instable. Selon la technologie employée, le lactosérum composé d'eau, de lactose, de sels minéraux, d'azote et de matière grasse, se sépare plus ou moins rapidement du coagulum formé. L'égouttage commence dans les cuves de coagulation (Ramet, 2006).

I.2.4. Salage

Le fromage est salé soit par pulvérisation en surface de sel soit par immersion dans un bain de saumure (eau + sel). Le sel règle l'activité de l'eau et favorise ou freine le développement des microorganismes tout en régulant les activités enzymatiques, ainsi il révèle la saveur propre du fromage en influençant le goût et en renforçant les arômes (Fredot, 2005).

I.3.5. Affinage

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).

A 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 auront un impact crucial sur le développement de l'écosystème d'affinage. La composition et l'évolution de la flore microbienne joue un rôle primordial dans la typicité et la qualité du produit obtenu par exemple: *Lactococcus* contribue aux saveurs des fromages de type Cheddar, Gouda ou Saint Paulin (Olson, 1990); *Lactobacillus* ont un rôle dans la formation de l'arôme et de l'amélioration de la qualité microbiologique du lait, elles améliorent aussi la qualité hygiénique des fromages par la production de 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).

I.3. Différents types du fromage

Les fromages sont classés en grandes catégories selon les critères tels que l'espèce animal, la teneur en eau, la technologie de fabrication (Siret, 2004).

Selon le mode d'élaboration il existe plusieurs types de fromages (Mahaut *et al.*, 2007) :

- ❖ Les fromages frais ;
- ❖ Les fromages fondus ;
- ❖ Les fromages à pâte molle (à croûte lavée ; à croûte) ;
- ❖ Les fromages à pâte pressée (cuite ; non cuite) ;
- ❖ Les fromages à pâte persillée.

II. Fromage frais

II.1. Définition

Le fromage frais est un fromage à pâte molle non affiné, très humide, peu minéralisé, possède un goût crémeux ou acide peu prononcé, facile à tartiner et à mélanger à d'autres aliments (Vignola, 2002). C'est le produit d'une coagulation lente à dominance acide, obtenue grâce à l'action des bactéries lactiques combiné ou non à celle d'une faible quantité de présure (1

à 5 ml/100 L de lait) et un temps d'incubation long (Eck et Gillis, 2006).

Les fromages frais ont une DLC de 24 jours (Luquet et Corrieu, 2005). Ils sont conservés à des températures comprises entre : 0°C et +2° C, car le froid permet de ralentir, et parfois même de stopper la prolifération des microorganismes, et inhibe certaines enzymes qui peuvent altérer le produit ou modifier son goût (Dossou *et al.*, 2006).

II.2. Types de fromages frais

Selon Luquet et Corrieu, (2005), les fromages non affinés, aux caractéristiques organoleptiques variés (nature, aux fruits, aromatisés) regroupent :

- Les fromages blancs battus (texture lisse) ou de «type campagne». La dénomination «fromage blanc » est réservée à un fromage non affiné, qui, lorsqu'il est fermenté, n'a pas subi d'autres fermentations que la fermentation lactique ;
- Les «petits suisses» natures ; les fromages frais pulpés ;
- Les <<demi-sel>>, souvent aromatisés (ail, fines herbe, poivre...).

II.3. Composition et valeur nutritive

Le fromage est très riche de part sa composition, en protéines, eaux, peptides bioactifs, acides aminés, lipides, acides gras, vitamines et en minéraux (Walther *et al.*, 2008). Il regroupe des produits très variés en termes de matière grasse (entre 0 et 60% par rapport à l'extrait sec), la matière sèche totale est supérieure à 15%. Il doit renfermer une flore vivante au moment de la vente au consommateur (Luquet et Corrieu, 2005). Sa valeur nutritive varie selon la teneur en matière grasse du lait utilisé et le procédé de fabrication (Québec Amérique, 2008).

En raison de cette composition, le fromage frais présente une valeur biologique et nutritionnelle élevée (FAO, 1995), en proposant un bon apport en protéines, en calcium et en vitamines A et D. Ainsi ils conviennent parfaitement aux enfants, adolescents, femmes en période de grossesse et personnes âgées. (Luquet et Corrieu, 2005)

Enfin leur faible apport en glucides convient parfaitement aux personnes atteintes du diabète. La valeur nutritionnelle moyenne du fromage frais est présentée dans le tableau I.

Tableau I : Valeur nutritionnelle moyenne des fromages frais (Richonnet, 2015)

Constituants	Teneur
Eau (kcal/100g)	79 g
Energies (g/100g)	118 g
Glucides (g/100g)	4 g
Lipides (g/100g)	17 g
Acides gras saturés (AGS) (mg/100g)	12 g
Protéines (g/100g)	9 g
Sodium (mg/100g)	520 g
Calcium (mg/100g)	95 g
Phosphore (mg/100g)	140 g

b

Chapitre II : Généralités sur les plantes étudiées

II.1. Romarin (*Rosmarinus officinalis*)

II.1.1. Description botanique

Le romarin se présente sous forme d'arbuste, d'arbrisseau ou de plante herbacée, mesurant environ de zéro virgule huit à deux mètre de hauteur. La tige est ligneuse et carrée. Les feuilles sessiles et opposées, elles sont persistantes et vivaces et sont enroulées sur les bords, vertes à la face supérieure, velues et blanchâtres à la face inférieure dont elles sont parcourues par une nervure médiane. Elles possèdent des poils sécréteurs qui lui confèrent une odeur aromatique spécifique. Les fleurs bleues lavande à blanches (variétés *albiflorus*) sont disposées en courtes grappes à l'aisselle des feuilles, sur la partie supérieure des rameaux (Garnier *et al.*, 1961)

II.1.2. Classification

La classification du romarin (figure 2) est représentée dans le tableau II.

Tableau II : Taxonomie du romarin (Goetz et Ghedira, 2012).

Règne	Plante
Sous règne	Tracheobionta
Embranchement	Magnoliophta
Sous Embranchement	Magnoliophytina
Classe	Magnoliopsida
Sous Classe	Asteridae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	Rosmarinus
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis</i> L



Figure 1 : photographie du romarin (Martin, 2021)

II.1.3. Nomenclature

- Nom latin : rhus marinus, ros marinus ;
- Nom Français : Romarin ;
- Nom Anglais : rosemary ;
- Nom Arabe : Eklil, Helhal, Yazir ;
- Nom en kabyle : Amzir (Lucienne, 2007).

II.1.4. Composition

Le *Rosmarinus officinalis* est riche en huiles essentielles il en posséderait un rendement de 1 à 2,5% de son poids. On distingue aussi deux à quatre pour cent de dérivés tritérpéniques (Bellakhdar, 1997 ; Gonzalez Trujano *et al.*, 2007).

Un criblage phyto-chimique a démontré la présence de flavonoïde, de tanin, de saponine et l'absence d'alcaloïde. Concernant les minéraux, la spectrométrie d'émission atomique a identifié dix-huit éléments parmi eux : Aluminium; Calcium; Fer; Potassium ; Magnésium; Sodium; Phosphore; Chrome; Strontium (Arslanet, 2007).

II.1.5. Utilisations

Plante très connue et très appréciée, utilisée depuis l'Antiquité dans la cuisine et en médecine populaire traditionnelle, le romarin est considéré comme une plante tonique, revigorante et stimulante qui reflète sa saveur aromatique bien particulière (Iserin, 2001). Le romarin est un régulateur du système nerveux (Casanova et Tomi, 2018), il stimule la circulation cérébrale, améliore la concentration et la mémoire et soulage également les céphalées et les migraines (Iserin, 2001). Dû à sa teneur en huile essentielle, le romarin est une plante très utile contre l'asthme, la toux (Khia *et al.*, 2014), le traitement des bronchites chroniques (Casanova et Tomi, 2018), en cas de rhume, comme carminatif et stomachique en cas des troubles digestifs et pour stimuler l'appétit et les sécrétions gastriques (Goetz et Ghedira, 2012).

II.2. Ail (*Allium sativum*)

II.2.1. Description

De récentes révisions taxonomiques placent les plantes du genre *Allium* dans la famille des Alliacées (Minker, 2012).

Allium sativum est une herbe dressée, robuste et pérenne à bulbe de 60 cm de hauteur, avec un bulbe central, couvert d'écailles à l'aisselle. Le bulbe se compose d'un certain nombre de caïeux ou gousses enfermées dans une peau semblable à du papier. Les feuilles sont longues, plates et lisses avec une lame de feuille à forme cylindrique, creuse, linéaire, plate et solide à sommet aigu (apex acuminé); une inflorescence sphérique avec des fleurs colorées blanches ou rose-violacées sur des pédoncules grêles (Morrison, 1994). Très répandue, la racine bulbeuse de ce dernier est comestible. Etroitement apparenté à l'oignon et au poireau, l'ail à une odeur et un goût fort, il est souvent employé comme condiment en cuisine dans de nombreuses recettes (Koch *et al.*, 1996).

Le terme *allium* découlerait d'un mot celtique décrivant les propriétés de l'ail : acre et brûlant (Minker, 2012).

II.2.2. Classification

La classification de l'ail (figure 2) est représentée dans le tableau III

Tableau III : Taxonomie de l'ail (Cronquist, 1981)

Règne	Plantae
Sous règne	Trachéobionta
Embranchement	Magnoliophyta
Sous embranchement	Magnoliophytina
Classe	Liliopsida
Sous classe	Liliidae
Ordre	Liliales
Famille	Liliaceae
Genre	Allium
Espèce	<i>Allium sativum</i> L.



Figure 2 : photographie de l'ail (légume à bulbe, 2018)

II.2.3. Nomenclature

- Nom latin : *Allium sativum* L.
- Nom français : Ail
- Nom Anglais : Garlic
- Nom Arabe : thum ;
- Nom kabyle tiskert ou ticert (Krcmar, 2008).

II.2.4. Composition

Allium sativum est riche en oligo-éléments (surtout en calcium, fer, magnésium, phosphore et sélénium), vitamines principalement les vitamines du groupe B (B6 et B9), caroténoïdes, acides aminés, dont le tryptophane (acide aminé essentiel), acides gras oméga-3 et 6, enzymes et acides organiques, composés soufrés, polysaccharides. Ces végétaux contiennent aussi des purines, qui servent à la construction de notre ADN (Minker, 2012).

II.2.5. Utilisation

Les usages culinaires de l'ail sont nombreux. Les bulbes sont utilisés frais mais aussi séchés, en granules ou en poudre comme condiment. Les gousses entières peuvent être cuites à la vapeur ou au four (Minker, 2012).

Une alimentation riche en ail diminue l'agrégation plaquettaire et augmente légèrement l'activité fibrinolytique. Ces deux actions combinées confèrent à l'ail des vertus antithrombotiques. En améliorant ainsi la circulation sanguine, l'ail possède une action bénéfique sur l'hypertension artérielle. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) considère comme « cliniquement établi » l'usage de l'ail comme un « traitement adjuvant » aux mesures alimentaires destinées à diminuer les taux de lipides dans le sang et admet que l'ail « peut être utile lors d'hypertension artérielle modérée ». Des travaux modernes ont révélés également un effet bactériostatique et antifongique de l'ail et l'OMS considère comme « traditionnel » l'usage de l'ail dans « le traitement des infections respiratoires, des vers intestinaux, des troubles digestifs et de l'arthrose (George, 2015).

II.3. Citron (*Citrus limon*)

II.3.1. Description botanique

Le citron est le fruit du citronnier *Citrus limon*, c'est un agrume appartenant à la famille des Rutaceae (Debuigine et Couplan, 2008). Il serait en réalité un hybride de plusieurs espèces de *Citrus* le cadratier (*Citrus medica*) et le bigaradier (*Citrus aurantium*) (Lefief, 2012). Le fruit est de forme ovale, avec un mamelon plus au moins apparent à son extrémité. La peau fine est colorée en jaune à maturité du fruit; elle est pourvue de nombreuses glandes oléifères renfermant des essences. La pulpe est généralement riche en acide citrique, ce qui lui donne sa saveur acide (Blancke, 2001).

II.3.2. Classification

La classification du citron (figure 3) est représentée dans le tableau IV.

Tableau IV: Taxonomie du Citron (Padrini et Lucheroni, 1996)

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Ordre	Sapindales
Famille	Rutaceae
Genre	Citrus
Espèce	<i>Citrus limon</i> L



Figure 3 : photographie du citron (Martinat,2020)

II.3.3. Nomenclature

- Nom latin : Citrus Limonum ;
- Nom Français : Citron ;
- Nom Anglais : Lemon ;
- Nom Arabe : Laymoun ;
- Nom en kabyle : lquares.

II.3.4. Composition

Le citron contient principalement de l'eau, des vitamines et des minéraux. C'est par ailleurs un fruit très peu sucré : 3,1 g de glucides pour 100 g contre 8 à 10 g pour la plupart des fruits. (Lefief, 2012).

la composition nutritionnelle complète du citron est constituée de : eau, protéine, glucides, lipides, fibres, Calcium, Cuivre, Fer, Iode, Magnésium, Manganèse, Phosphore, Potassium, Sélénium, Sodium, Zinc, Vitamine C , Vitamine B (Lefief, 2012).

II.3.5. Utilisation

L'utilisation culinaire du citron est vaste. Il permet de relever le goût des aliments, son jus entre dans la fabrication de boissons rafraîchissantes. Son essence et sa pectine (gélifiant) trouvent de multiples usages dans l'industrie alimentaire (Escartin, 2008).

Le citron possède des vertus médicinales intéressantes, diverses études expérimentales ont montré l'existence d'une relation importante entre les flavonoïdes de citron et la diminution de l'oxydation (Cotelle, 2001 ; Dacosta, 2003; Ramful *et al.*, 2004 ; Gonzalez-Molina *et al.*, 2010). Les feuilles de citron sont utilisées conjointement avec d'autres plantes comme le thé et la menthe afin de stimuler la circulation, apporter tonus et vitalité, lutter contre l'anémie et traiter les troubles d'estomac, de l'insomnie et de l'asthme (Okwu et Emenik, 2006). Les écorces et les graines sont employées pour renforcer les défenses immunitaires indispensables, et traiter les maladies dégénératives telles que l'hypertension (Oboh, 2012), le cholestérol, le diabète, l'obésité et quelques cancers. Aussi, il prévient contre le rhumatisme et la thrombose (Ercan *et al.*, 2011 ; Ramful *et al.*, 2011 ; Manish *et al.*, 2013).

Matériel et méthodes

I. Matériel végétal

I.1. Echantillonnage

Dans l'optique d'aromatiser et d'améliorer la qualité nutritionnelle d'un fromage frais, nous avons opté pour l'enrichissement de ce dernier par une compilation de trois plantes qui ont été récoltées dans la région d'oued Ghir, wilaya de Bejaïa, pendant le mois d'avril

Les matrices végétales choisies dans la présente étude sont : (1) Le Romarin qui est une herbe aromatique et médicinale à multiples vertus, très abondante mais très peu exploitée. (2) L'Ail, qui est un condiment d'excellence autant pour relever le gout que pour ses différents bienfaits. (3) L'utilisation de l'intégralité du Citron permet de tirer profit de toute sa richesse (figure 4).



Figure 4 : Photographie des plantes utilisées

Le présent travail s'est porté sur l'élaboration d'un fromage frais à base de deux préparations végétales:

- Préparation A: dominance du Romarin, suivi de l'Ail, puis du Citron ;
- Préparation B: quantités égales entre le Romarin et l'Ail, tandis que le Citron est à petites doses.

Dans le but d'optimiser la quantité de chaque ingrédient qui rentre dans la composition des deux préparations végétales, plusieurs essais ont été effectués, le meilleur dosage est représenté dans le tableau V.

Tableau V : Composition en matrices des deux préparations A et B.

Teneur en g Constituents	Pour 100g de fromage frais	
	Preparation A	Preparation B
Romarin	6 g	4 g
Ail	4 g	4 g
Citron	3 g	3 g
Eau	4 g	3 g
Amidon	2 g	1.5 g
Sel	1.5 g	1 g

I.2. Préparation des mélanges

Les plantes récoltées ont été soigneusement lavées et égouttées. Les feuilles du Romarin frais et les bulbes de l'Ail ont été découpés en petits morceaux, tandis que le Citron a été entièrement râpé (figure 5).

La préparation des deux mélanges de trois matrices végétales a été effectuée dans un récipient en inox, après l'ajout d'une quantité de sel, d'eau et d'amidon afin d'avoir la texture souhaitée, le tout a été chauffé à 100C° pendant 3 minutes pour la préparation A et seulement 2 minutes pour la préparation B.

Les deux préparations végétales obtenues ont été conservées, dans des bocaux en verre préalablement stérilisés, dans des chambres froides à une température de 4C°. Il est à noter que, toutes ces étapes ont été effectuées dans un milieu propre, près d'un bec benzène.



Figure 5 : Photographie des matrices après traitement

I.3. Préparation du fromage frais enrichi

Dans la présente investigation, deux fromages frais enrichis ont été préparés à base de deux préparations végétales : A et B. Le fromage frais a été procuré de l'organisme d'accueil SARL SOUMMAM

Afin de déterminer la quantité de la matrice végétale à ajouter au fromage frais, nous avons effectué plusieurs essais avec différents dosages allant de 5 à 20 % (préparation végétale : fromage ; 5g : 100g) pour chaque fromage. Des tests sensoriels ont été effectués par nous mêmes et nous avons choisi les trois meilleures quantités à ajouter :

- Préparation A : 11 %,13 % ,15%,
- Préparation B : 8% ,11%,13%.

Les trois quantités choisies pour chaque fromage ont été présentées au panel de dégustation expert, au niveau de l'organisme d'accueil Soummam, qui a sélectionné à son tour :

- Préparation A : 13% ;
- Préparation B : 11%.

La figure 8 illustre les proportions des constituants utilisés dans la formulation du fromage frais A et B

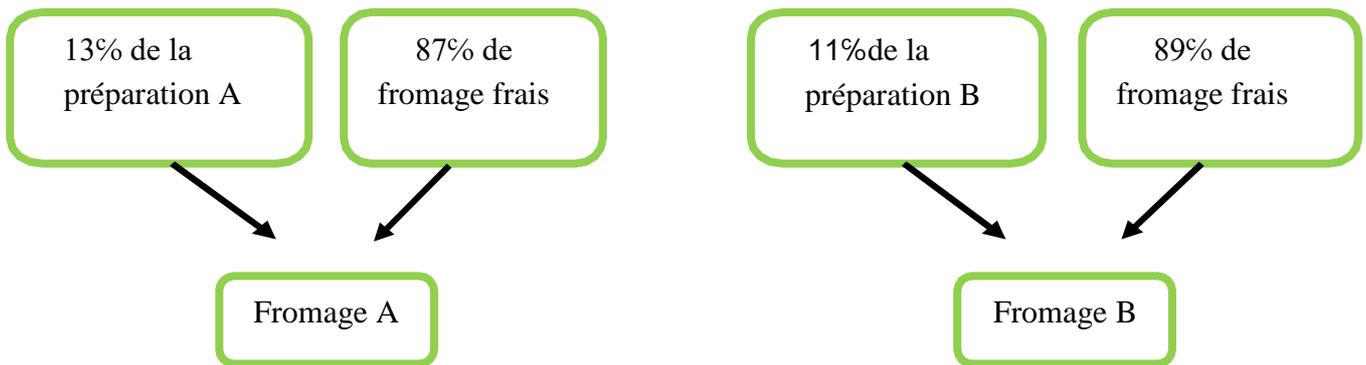


Figure 6 : Digrammes de formulation des deux fromages frais enrichis A et B

II. Analyses physico-chimiques

Les analyses physicochimiques d'un produit sont réalisées afin de garantir les caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques de ce dernier (Scriban, 1999).

Le tableau VI résume les différentes analyses physicochimiques effectuées.

Tableau VI : Analyses physicochimiques effectuées

Parametres	Ph	Est	MG	Acidité Titrable
Préparation				
Mélange de plante (Préparations A et B)	X			X
Fromage frais	X	X	X	X
Fromage enrichi	X	X	X	X

Est : Extrait sec total ; MG : Matière grasse ; pH : potentiel hydrogène

II.1. Potentiel hydrogène

Le pH représente la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité en chimie d'une solution ou d'un milieu. Plus précisément, le pH mesure la concentration d'une solution aqueuse en ions oxonium H_3O^+ (Gabriel, 2022).

Après avoir étalonné le pH mètre la sonde du pH mètre est directement introduite dans les échantillons, la valeur du pH est directement affichée sur l'écran de l'appareil (AFNOR, 1980).

II.2. Acidité titrable

Il s'agit d'un titrage de l'acide lactique contenu dans l'échantillon à analyser par la solution

d'hydroxyde de sodium NaOH (0.9 N). 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine sont ajoutées à l'échantillon à analyser (le produit fini ou le lait reconstitué), puis le contenu est titré par addition de la solution d'hydroxyde de sodium à 0,1mol à l'aide d'une burette jusqu'à l'apparition d'une couleur rose pâle persistante (AFNOR,1999).

Les résultats sont exprimés en degré Dornic, Selon la formule suivante :

$$\text{Acidité} = X * V$$

V : représente le volume (ml) de la chute de la burette.

X : constante = 2.

II.3. Extrait sec total

La matière sèche est la masse restante après dessiccation complète (AFNOR, 1999).

4g de chaque échantillon ont été analysés à l'aide d'un dessiccateur infra-rouge (SARTORIUS MA100G CERAMIQUE 100G/0.1MG D.90MM). La dessiccation s'arrête automatiquement lorsqu'aucune perte de poids n'est plus détectable. L'extrait sec obtenu est affiché, il est exprimé en pourcentage.

II.4. Dosage du taux de matière grasse

Elle est issue du lait utilisé et déterminée par la méthode de GERBER à l'aide de l'appareil Milkoscan FT120.

3 g de fromage ont été pesés et déposés dans un butyromètre à fromage. L'acide sulfurique à 52% a été ajouté jusqu'à ce que l'échantillon soit immergé. Le butyromètre a été ensuite porté au bain marie à 67°C/5 min, pour favoriser la dissolution complète des protéines. Après le chauffage, 1 ml d'alcool iso-amylque a été additionné au mélange et un volume de l'acide sulfurique a été ajouté pour remplir le butyromètre jusqu'au trait repère de l'échelle. Le mélange a été homogénéisé et centrifugé pendant 10 min.

Le taux de matière grasse est obtenu par lecture directe sur le butyromètre, chaque graduation correspond à 0,1 % de MG.

III. Analyses microbiologiques

L'analyse microbiologique est indispensable pour assurer au produit une bonne qualité et une bonne conservation et garantir la qualité hygiénique, ainsi la sécurité des consommateurs en

permettant la détection des microorganismes et des toxines microbiennes (Guiraud, 2003).

Les tests microbiologiques effectués dans la présente étude sont illustrés dans le tableau VII. Ces différents tests sont réalisés pour l'ensemble des ingrédients qui constituent nos fromages enrichis soit : les préparations végétales A et B, le fromage frais et les deux fromages frais enrichis A et B.

Tableau VII : déroulement des différents tests microbiologiques

Germes recherchés	Milieu utilisé	T° d'incubation	Durée d'incubation	Types respiratoires
Coliformes totaux	VRBL	30	24H	Aero- anaérobies
Coliformes fécaux	VRBL	44	24H	Aero-anaérobies
Germes totaux	PCA	30	3 jours	Aérobies
Levures et Moisissures	YGC	37	5 Jours	Anaérobies

IV. Evaluation sensorielle

L'évaluation sensorielle permet d'étudier les caractéristiques sensorielles des produits en faisant intervenir l'homme comme instrument de mesure à partir de ses cinq sens : l'odorat, le goût, la vue, l'audition et le toucher. Elle permet d'étudier différents problèmes ou de répondre à diverses questions posées par le fabricant, elle est utilisée dans de nombreux domaines (Totie, 2008).

IV.1. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est la science développée pour permettre la mesure des propriétés sensorielles des aliments. Cette mesure est réalisée par un panel de sujets experts sensoriels, préalablement sélectionnés et entraînés, qui vont évaluer les produits de façon objective et répétable (Bauer *et al.*, 2010). Utilisant l'homme comme instrument de mesure, l'analyse sensorielle permet de quantifier des sensations complexes en éliminant toute subjectivité dans l'appréciation d'un produit (Urvoy *et al.*, 2012).

L'analyse sensorielle permet par exemple d'évaluer l'effet d'un ingrédient, du procédé de fabrication ou des conditions de conservation sur les propriétés sensorielles du produit. Elle permet également de comparer les propriétés sensorielles des produits en cours de développement avec celles des produits concurrents et permet en outre de mieux comprendre les

préférences des consommateurs (Bauer *et al.*, 2010). (Annexe 3)

IV.2. Analyse hédonique ou tests de consommateurs

Les tests de consommateurs ont comme but de comprendre les préférences et le comportement des consommateurs, qui utilisent un panel naïf (Bauer *et al.*, 2010). (Annexe 4)

Les résultats de ce test devraient refléter les perceptions et les avis des consommateurs qui pourraient acheter le produit (Lawless et Heymann, 2010).

Ces deux types de panels sont complémentaires mais ne sont pas interchangeables (Bauer *et al.*, 2010). En résumé, nous évitons d'employer les membres du jury qualifiés pour l'information affective et nous évitons d'interroger des consommateurs au sujet des attributs analytiques spécifiques (Lawless et Heymann, 2010).

Trois jours nous ont été nécessaires pour réaliser notre évaluation sensorielle :

- Le 17 et 18 Mai 2022, de 8h30 à 16h au laboratoire d'analyse sensorielle de l'université de Bejaia, pour 6 jurys experts et 120 naïfs ;
- Le 19 Mai 2022, de 10h à 11h, au sein de l'organisme d'accueil Soummam, pour leurs 10 jurys experts.

Deux échantillons ont été proposés lors de notre analyse, fromage A, fromage B.

Lors de notre étude, deux questionnaires ont été préparés, un pour le test d'analyse sensorielle et un autre pour l'analyse hédonique. Ces derniers sont mentionnés dans les annexes 3 et 4.

Le questionnaire doit être le plus clair possible. Toutes les explications et instructions nécessaires doivent s'y trouver (Delacharlerie *et al.*, 2008).

V. Analyse statistique

Les moyennes et les écarts types sont calculés à partir de trois essais avec Excel de Microsoft Office 2007.

Une analyse statistique est faite par l'analyse de la variance (ANOVA) à un facteur pour les différents tests, avec STATISTICA .7. Les résultats de l'analyse statistique sont traités par le logiciel XL-STAT.

I. Analyses physico-chimiques

I.1. Préparations végétales

Les résultats du pH des matrices végétales au cours du stockage, allant du jour de la fabrication (jour1) en passant par les jours 8 et 18 au jour 24, sont illustrés dans la figure 7

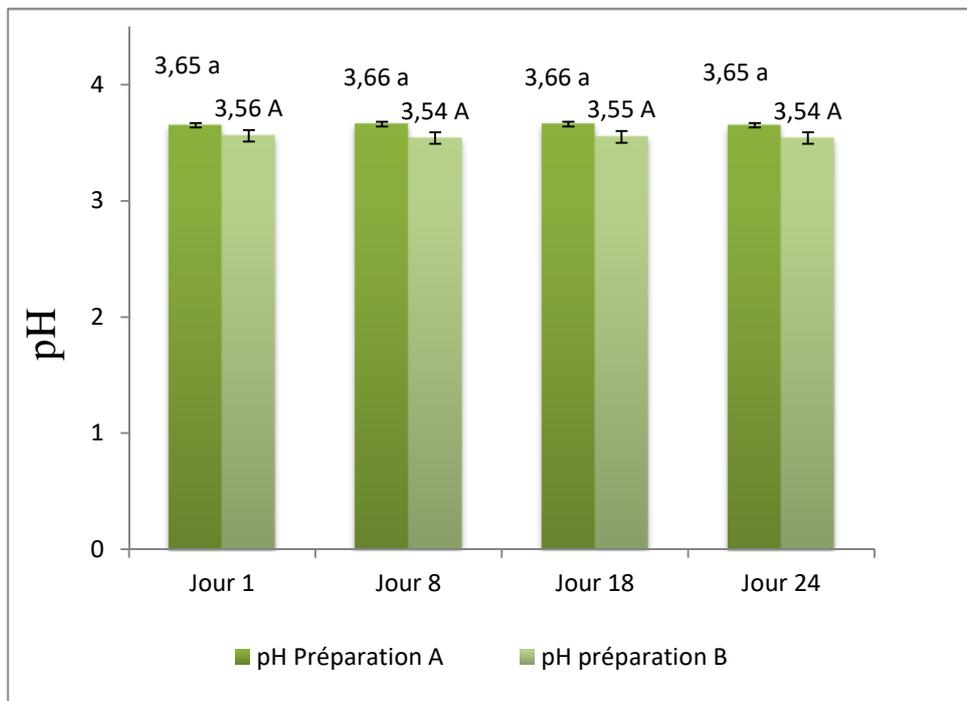


Figure 7: Résultats du potentiel hydrogène des Préparations végétales A et B

Les valeurs portant des lettres différentes sont différentes significativement ($P < 0,05$). Les résultats sont classés par ordres décroissant ; pour la Préparation A : $a > b > c$ et, Pour la préparation B : $A > B > C$.

Les résultats de la figure 7 montrent le pH des deux préparations végétales A et B, respectivement est de 3,65 à 3,65 et 3,54 à 3,56. L'analyse statistique ($p < 0,05$) révèle qu'il n'y a pas de différences significatives au cours des 24 jours de stockage à 4°C, quelque soit la préparation végétale étudiée.

Nous remarquons que les résultats du pH des deux préparations végétales sont pratiquement constants et inférieurs à 4. Selon la législation française, **l'article 2 de l'arrêté ministériel du 29 septembre (1977)**, une préparation culinaire est considérée comme stable lorsque son pH est inférieur à 4,5, ce qui confirme la conformité des deux préparations végétales utilisées aux normes.

I.2. Fromage frais

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées pour le fromage frais avant l'enrichissement, sont illustrés dans la figure 8

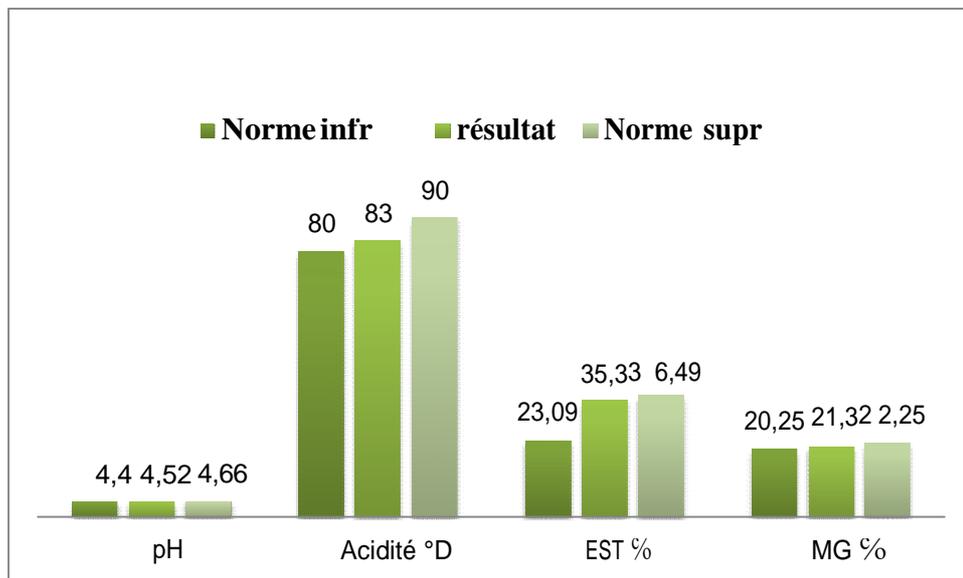


Figure 8: Résultats Des analyses physico-chimiques du fromage frais.

pH : Potentiel hydrogène ; *EST* : extrait sec total ; *MG* : Matière grasse ; *infr* : inférieure
Supr : supérieure.

Les résultats de la Figure 8 montrent la conformité des différents paramètres physico-chimiques étudiés (pH, Acidité, EST et MG) du fromage frais aux normes de l'entreprise. Cela indique la bonne maîtrise du processus de fabrication du fromage frais.

I.3. Fromages frais enrichis

I.3.1. Potentiel hydrogène (pH)

Les résultats du suivi de l'évolution du pH des fromages frais enrichis A et B sont illustrés dans la figure 9.

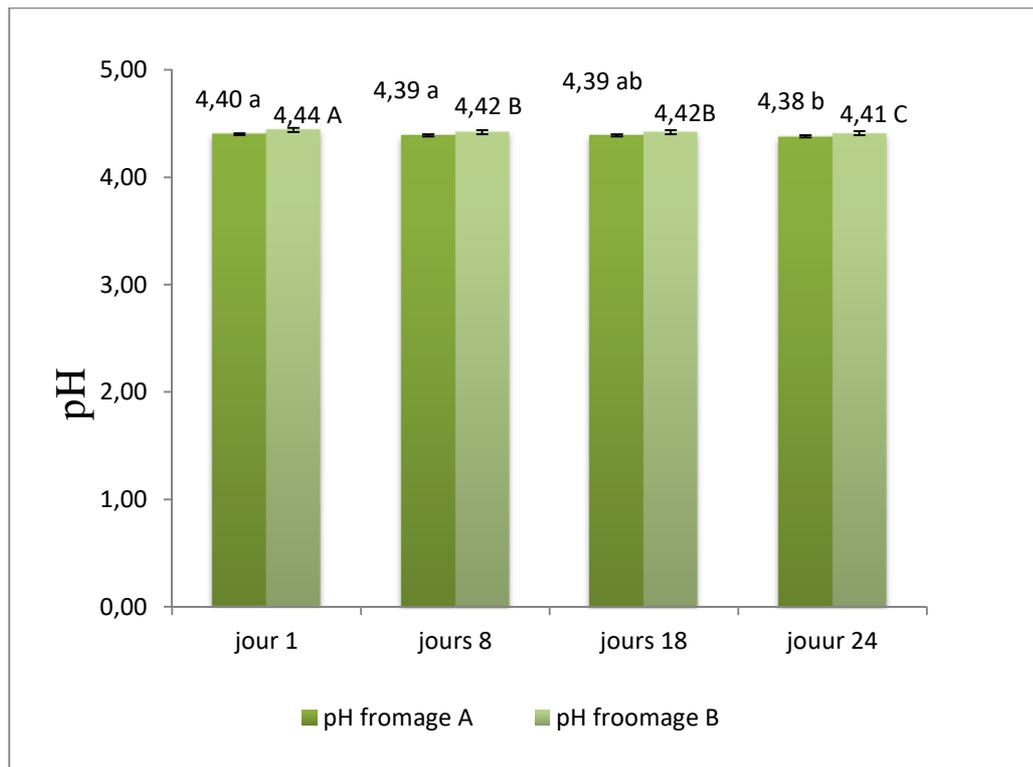


Figure 9 : Résultats du potentiel hydrogène du fromage enrichi A et B

Les valeurs portant des lettres différentes sont différentes significativement ($P < 0,05$). Les résultats sont classés par ordres décroissant ; pour le fromage A : $a > b > c$ et, Pour le fromage B : $A > B > C$.

L'analyse statistique indique que le pH est resté stable pendant 18 jours après la formulation du fromage A (de J1 jusqu'à J18) avec une valeur moyenne de 4,39 puis une légère diminution mais significative ($p < 0,05$) a été constaté (pH=4,38). Quant au fromage B, une diminution faible mais significative a été noté à partir du J8 (pH J1 = 4,44 ; pH J8 = 4,42) qui a demeuré stable jusqu'au J18, une autre valeur plus faible a été noté au jour 24 (pH = 4,41).

Le pH dépend de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions (Alais, 1984), des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique (Mathieu, 1998).

I.3.2. Acidité

Les résultats d'analyse d'acidité des fromages enrichis A et B sont illustrés dans la figure 10

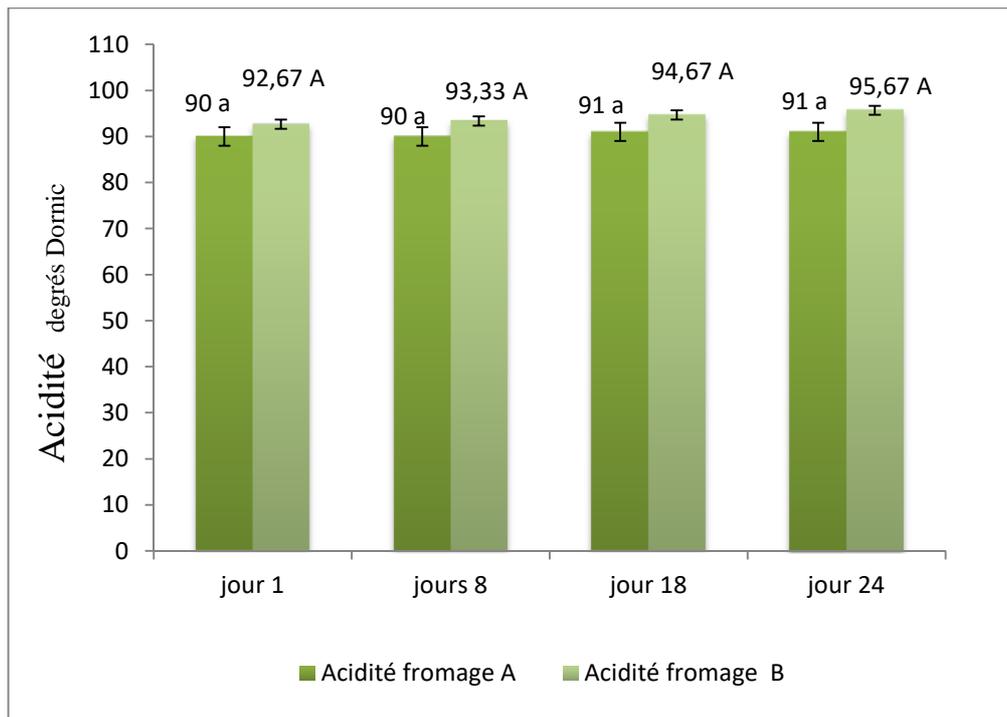


Figure 10 : Résultats d'analyse d'acidité du fromage enrichi A et B.

Les valeurs portant des lettres différentes sont différentes significativement ($P < 0,05$). Les résultats sont classés par ordre décroissant ; pour le fromage A : $a > b > c$ et, Pour le fromage B : $A > B > C$.

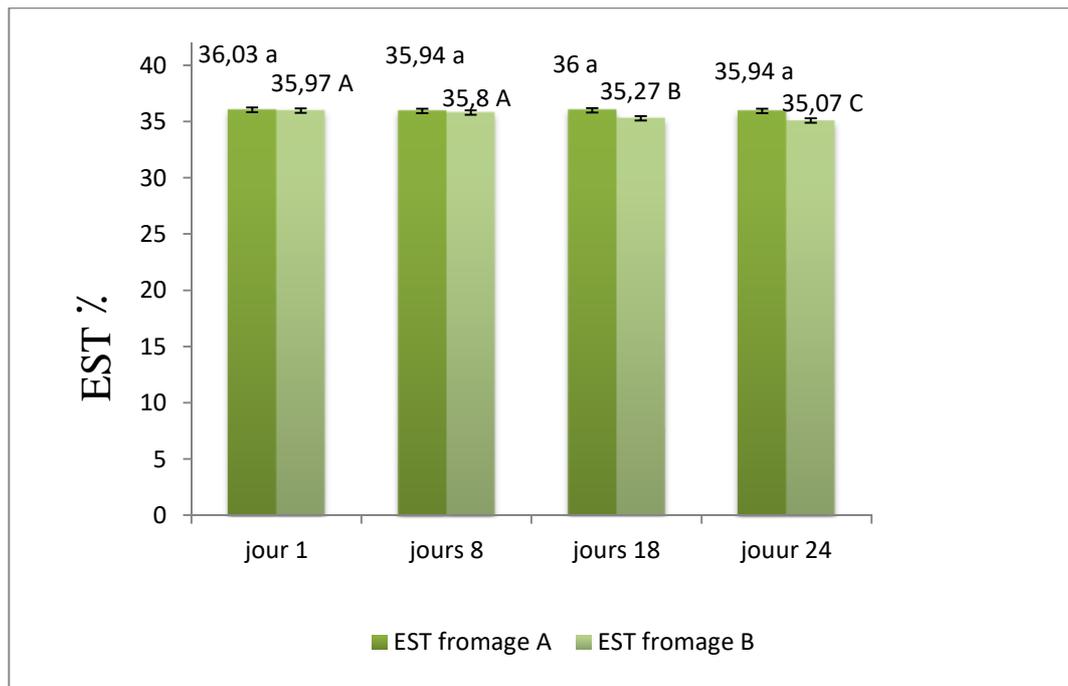
L'analyse statistique révèle qu'il n'existe pas de différence significative entre les résultats de tous les échantillons.

Les résultats d'acidité montrent que le produit B est légèrement plus acide que le produit A, cette élévation est due à la quantité de la matrice ajoutée qui est plus riche en citron qu'est une source de d'acide organique.

Mahaut *et al.*, (2000), confirment que l'acidification résulte de la dégradation du lactose en acide lactique et aussi de l'activité protéolytique et lipolytique des ferments lactiques qui libèrent des acides aminés et des acides gras, aboutissant à la diminution du pH. Ainsi selon Beal et Sodini (2001), l'évolution du pH est inversement proportionnelle à la concentration en acide lactique.

I.3.3. Extrait sec total

Les résultats d'analyse de l'extrait sec des fromages enrichis A et B sont présentés dans la figure 11



EST : extrait sec total

Figure 11 : Résultats d'analyse de l'extrait sec du fromage enrichi A et B

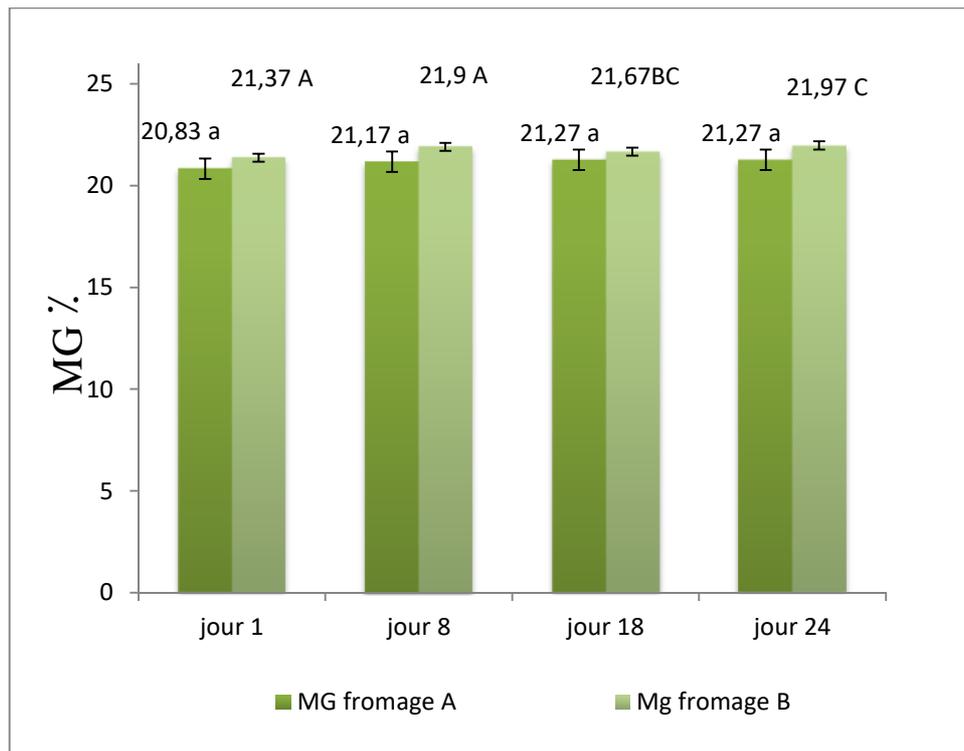
Les valeurs portant des lettres différentes sont différentes significativement ($P < 0,05$). les résultats sont classés par ordres décroissant ; pour le fromage A : $a > b > c$ et, Pour le fromage B : $A > B > C$.

L'analyse statistique indique que l'extrait sec total est resté stable pendant 24 jours après la formulation du fromage A (de J1 jusqu'à J24) avec une valeur moyenne de 35,97%. Quant au fromage B, une diminution faible mais significative ($p < 0,05$) a été notée à partir du J18 de (35,88 % à 35,27 %), une autre valeur plus faible a été notée au jour 24 (35,07%).

Les résultats obtenus montrent que l'extrait sec total du produit A est légèrement supérieur à celui du fromage B, ceci est probablement dû à la quantité de romarin ajouté à la matrice A qui est supérieure à celle de la matrice B.

I.3.4. Matière grasse

Les résultats d'analyse de la matière grasse des fromages enrichis A et B sont rapportés dans la figure 12



MG : matière grasse

Figure 12 : Résultats d'analyse de la matière grasse du fromage enrichi A et B.

Les valeurs portant des lettres différentes sont différentes significativement ($P < 0,05$). les résultats sont classés par ordres décroissant ; pour le fromage A : $a > b > c$ et, Pour le fromage B : $A > B > C$.

L'analyse statistique indique que le taux de la matière grasse est resté stable pendant 24 jours après la formulation du fromage A (de J1 jusqu'à J24) avec une valeur moyenne de (21,13 %).

Pour le fromage B une stabilité a été notée pendant les 18 premiers jours (de j1 jusqu'au j18) avec une valeur moyenne de (21,6 %) une augmentation faible mais significative ($p < 0,05$) a été notée à partir du J18 avec une moyenne (21,82 %).

Selon Bellivier et Gaborit (2000), la teneur lipidique du lait destiné à la production fromagère conditionne très largement le taux de la matière grasse du produit fini. En effet, le taux de matière grasse des fromages ne dépend que de la nature et de la composition initiale du lait utilisé pour la fabrication (Sousa et Malacata, 2002 ; Roseiro *et al.*, 2003 ; Aquilanti, 2011).

D'après Morgan (2001), les graisses fromagères constituent un bon apport énergétique et leurs digestibilités est généralement bonne (88% à 94%).

II. Analyses microbiologiques

II.1. Préparations végétales

Les résultats des analyses microbiologiques des préparations alimentaires A et B, sont illustrés dans Le tableau VIII

Tableau VIII : Résultats d'analyse microbiologique des préparations A et B.

Germes	Résultats		Normes
	Matrice A	Matrice B	
Coliformes totaux	Abs	Abs	ABS/10g
Coliformes fécaux	Abs	Abs	ABS/10g
Germes totaux	Abs	Abs	<100 UFC
Levures et moisissures	Abs	Abs	ABS/50g

Abs : absence

Les résultats indiqués dans le tableau VIII, montrent que les deux préparations végétales sont de bonne qualité microbiologique, témoignant au même temps de l'efficacité du traitement thermique appliqué et la bonne qualité hygiénique des différents ingrédients utilisés mais aussi des propriétés antimicrobiennes des matrices végétales qui demeurent très importantes.

L'effet antimicrobien des extraits de plantes a été rapporté par de nombreux auteurs. Ces derniers ont montré que l'activité antimicrobienne des extraits de plantes est attribuée à leurs composés phénoliques (Abram et Donko, 1999 ; Rauha, 2000 ; Zampini *et al.*, 2005 ;Rodriguez-Vaquero *et al.*, 2007). Aussi à la présence des tannins (Cowan, 1999 ; Min *et al.*, 2005 ; Tian *et al.*, 2009).

La flore mésophile aérobie totale, bon indicateur de contamination globale, renseigne sur la qualité hygiénique, et la présence des coliformes fécaux est considérée comme un indice de contamination fécale, il s'agit plutôt de marqueurs de mauvaise maîtrise d'hygiène ainsi qu'une mauvaise manipulation (Guiraud, 2004).

Conner (1993), a montré aussi que l'huile essentielle de Romarin révèle une forte capacité inhibitrice contre divers microorganismes pathogènes et d'altération dans différents aliments. Caillet *et al.* (2007) , ont rapporté aussi que l'huile essentielle de citron combinée à un chauffage modéré (55°C pendant 1min) a permis d'inhiber totalement *Salmonella* sp ; alors qu'en absence

Partie expérimentales Résultats et discussion

d'huile, un chauffage de plus d'une heure était nécessaire pour arriver au même résultat.

On note aussi que les composés soufrés des plantes sont responsables de son activité antibactérienne notamment l'allicine (Sivam, 2001).

II.2. Fromage frais

Les résultats de l'analyse microbiologique du fromage frais sont présentés dans le tableau IX.

Tableau IX : Résultats de l'analyse microbiologique du Fromage frais

Germes	Résultats			Normes
	J 01	J 08	J 18	
Coliformes totaux	Abs	Abs	Abs	10
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	01
Germes totaux	Abs	Abs	Abs	
Levures	Abs	Abs	Abs	$<10^2$
Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs

Abs : absence ; J : jour

Les analyses microbiologiques du fromage frais du J+1 jusqu'à J+18, montrent une absence totale des coliformes totaux et fécaux, les germes totaux ainsi que les levures et moisissures qui sont des germes de contamination.

Leur absence est notée pour l'ensemble des échantillons, ce qui confirme :

- L'efficacité du traitement thermique qu'a subi le produit;
- L'efficacité du système d'hygiène et de nettoyage appliqué par l'unité;
- La présence des bactéries lactiques qui ont un rôle dans la réduction et l'élimination des contaminants et ce par la production des composés inhibiteurs ayant un effet antibactériens (Alias, 1984).

II.3. Fromages Enrichis

Les résultats de l'analyse microbiologique des fromages enrichis A et B sont présentés

Partie expérimentales Résultats et discussion

dans le tableau X.

Tableau IX : Résultats de l'analyse microbiologique des fromages enrichis A et B.

Germes	Jour 01		Jour 8		Jour 18	
	Fromage A	Fromage B	Fromage A	Fromage B	Fromage A	Fromage B
Coliformes totaux	Abs	abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Germes totaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Levures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

Abs : absence

D'après les résultats de l'analyse microbiologique des fromages frais enrichis indiqués dans le tableau X, nous constatons une absence totale des germes recherchés.

Cette absence est probablement la conséquence de l'utilisation de matières premières de qualité microbiologique satisfaisante et du respect des règles d'hygiène durant les opérations de préparation. Ce pendant, cette absence peut être renforcée par l'inhibition induite par les bactéries lactiques (Tian *et al.*, 2009), et l'effet antibactérien, antifongique que génèrent l'ail et le citron et le romarin.

Le dénombrement de la flore indésirable permet d'apprécier la capacité de conservation des produits laitiers (Sodini et Beal, 2012).

III. Analyse sensorielle

III.1. Caractérisation du produit

Ce test permet de caractériser rapidement les échantillons en fonction des préférences des juges, donc il s'agit d'identifier les descripteurs qui discriminent le mieux les produits et de déterminer les caractéristiques importantes de ces derniers dans le cadre de l'analyse sensorielle.

III.1.1. Pouvoir discriminant par descripteur

Ce test permet de présenter l'enchaînement des caractéristiques du produit sélectionné par les dégustateurs dans un ordre de discrimination décroissant. Les résultats de ce test sont

présentés dans la figure 13

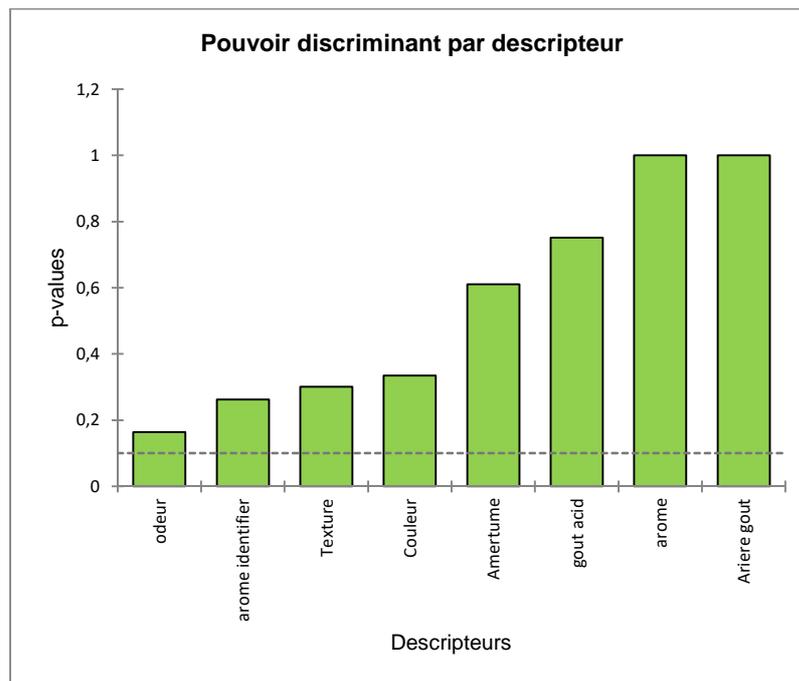


Figure13 : Pouvoir discriminant par descripteur.

L'histogramme de la figure 13 résume l'ensemble des descripteurs et montre clairement que l'odeur, l'arôme identifiant, la texture et la couleur sont les descripteurs les plus discriminant c'est-à-dire que les sujets experts ont constaté une différence entre les deux échantillons fromage A et B, suivi de l'amertume et acidité avec un pouvoir discriminant moins fort qui veut dire qu'une petite différence a été constatée dans ces paramètres. Alors que, l'arôme et l'arrière gout n'ont pas été discriminés, cela prouve que les experts n'ont pas constaté des divergences de ce descripteur.

III.1.2. Coefficients des modèles

Les résultats des coefficients du modèle sont représentés dans la figure 14

Partie expérimentales Résultats et discussion

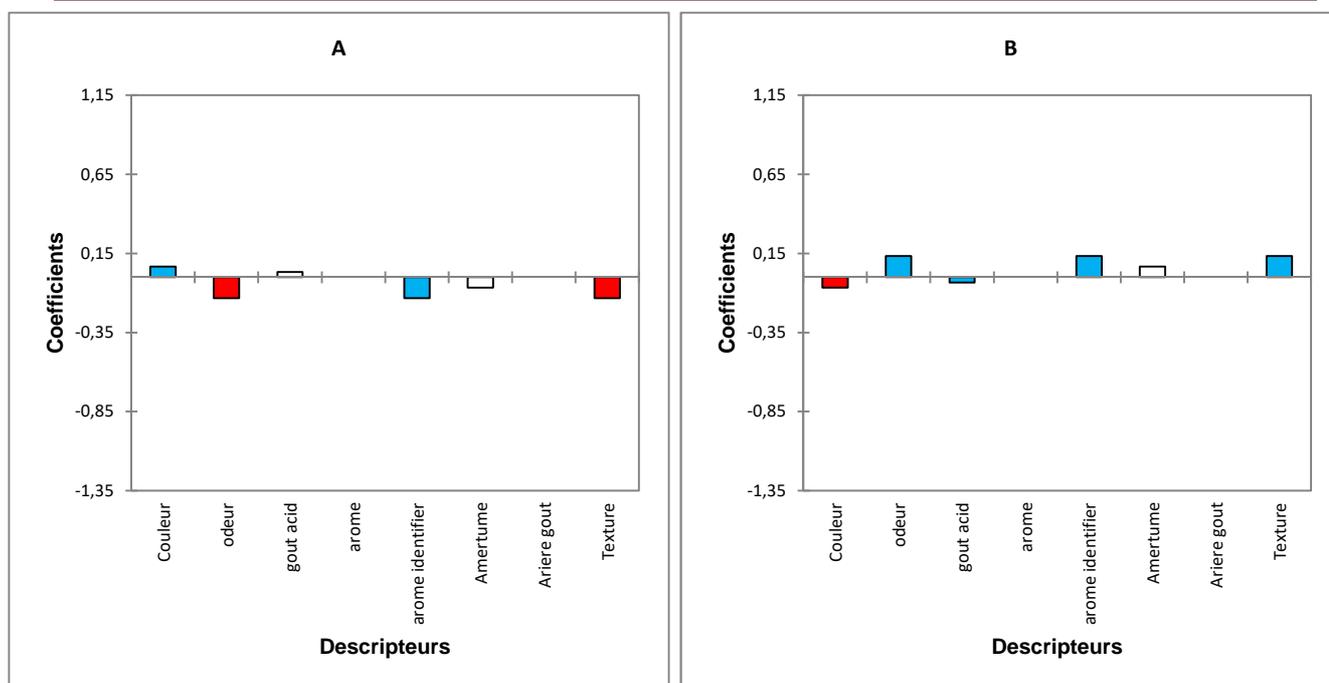


Figure 14 : Coefficients des modèles des échantillons des fromages A et B.

Les graphes de la figure 14 permettent de définir l'appréciation ou non appréciation des descripteurs des échantillons des fromages A et B par les jurys experts. Ainsi, ceux qui sont illustrés en bleu sont significativement positifs et plus intenses, alors que ceux présentés en blanc sont moyens et non significatifs, tandis que ceux en rouge sont significativement négatifs et moins intenses. D'après ces résultats, le produit A est caractérisé par une couleur beige et l'arome identifiant (romarin). Une acidité et une amertume ont été moyennement identifiées. Aucune détection, d'odeur et de texture n'a été enregistrée. En revanche, le produit B est caractérisé par l'odeur, l'acidité, l'arome identifié et la texture. L'amertume est moyennement identifier tandis que la couleur n'a pas été identifiée.

Les paramètres représentés en bleu, sont ce appréciés par les jurys.

III.2. Moyennes ajustées par produit

Les résultats des moyennes ajustées par produit sont représentés dans le tableau XI.

Tableau XI: Moyennes ajustées par produit.

	Couleur	gout acide	arome	Arrière gout	odeur	arome identifié	Amertume	Texture
A	1,933	2,267	3,333	2,200	3,000	3,133	1,600	2,933
B	1,800	2,200	3,333	2,200	3,267	3,400	1,733	3,200

Partie expérimentales Résultats et discussion

Les cellules présentés en blanc sont proches de la moyenne globale, celles en bleu sont les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale, et en rouge celles qui sont significativement plus petites que la moyenne globale. Cela montre clairement que les descripteurs « gout acide, arôme et texture » sont plus intenses pour le produit B (en bleu) que pour le produit A (en rouge) à l'exception de l'arôme identifié qui est le romarin pour A et B, l'acidité, l'arôme sont moyens pour les deux échantillons (A) alors que l'arrière gout, et l'amertume est moyenne pour les deux produit.

III.3. Préférences des consommateurs naïfs

La figure 17 montre les résultats de l'analyse hédonique. Les résultats montrent que les deux fromages frais enrichis A et B ont le même degré de préférence (50 : 50). Nous remarquons qu'ils sont très bien appréciés.

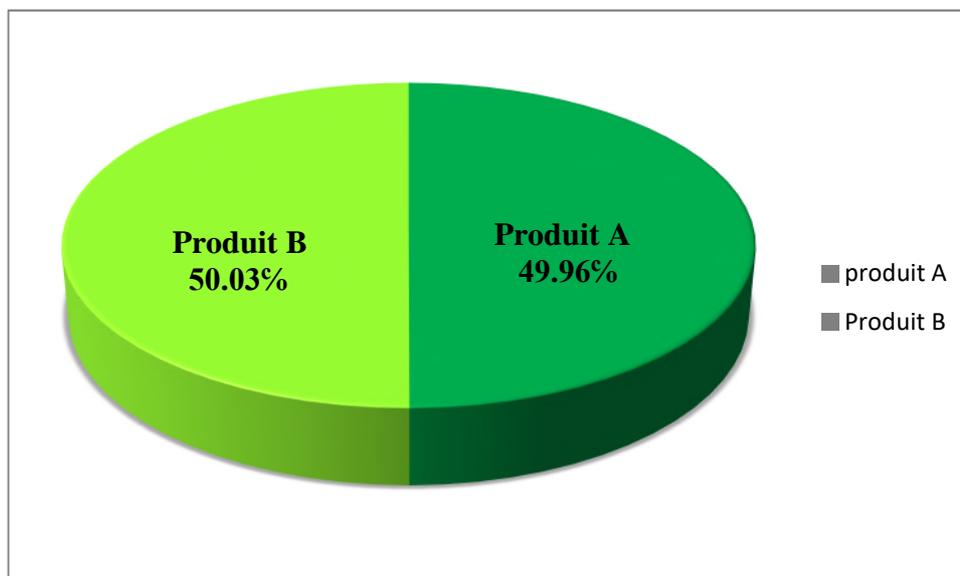


Figure 17 : Résultats de l'analyse hédonique

CONCLUSION

Notre stage qui a été réalisé au niveau de la laiterie SARL SOUMMAM, nous a permis de formuler deux fromages frais enrichis avec deux préparations végétales avec des proportions différentes composées de : romarin, ail et citron. Dont le but est d'améliorer les qualités nutritionnelles et organoleptiques du fromage frais, et de voir l'impact de l'ajout de ces matrices végétales sur la durée de conservation du produit élaboré, Pour cela, un ensemble d'analyse (physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles) ont été réalisées.

Les résultats des analyses effectuées, sur les préparations végétales, le fromage frais, et les deux fromages enrichis, montrent que ces derniers sont conformes aux normes de l'entreprise. Et ce par l'utilisation des matières premières de bonnes qualités, de la maîtrise du processus de fabrication et du respect des normes d'hygiène.

Les deux fromages enrichis se caractérisent par un pH de 4,39 pour le produit A et 4,42 pour le produit B, et un taux de matière grasse de 21,13 et 21,72 % pour les produits A et B, respectivement. L'extrait sec total est de 35,97% pour le fromage A et de 35,52 % pour le fromage B. L'acidité titrable est de 95 °D pour le fromage A et de 94 °D pour le fromage B.

Quant à l'impact de l'ajout de la préparation végétale sur la durée de conservation du point de vue physicochimique et microbiologique, nous n'avons pas pu achever notre travail faute de temps. Néanmoins du point de vue organoleptique, olfactif et visuel le produit est resté intact 2 mois.

L'analyse sensorielle montre que les deux fromages préparés sont appréciés au même niveau par les dégustateurs.

Les résultats de la présente étude restent préliminaires. Il serait intéressant de l'approfondir pour pouvoir constater l'impact de l'enrichissement par cette compilation de matrices végétales sur le produit élaboré, durant le temps.

Glossaire

A

- **Acide citrique** : triacide carboxylique de formule $C_6H_8O_7$.
- **Anémie** : C'est une baisse de taux d'hémoglobine dans le sang.
- **Antifongique** : médicament indiqué dans le traitement des infections dues à une prolifération de champignons microscopique.
- **Arbuste** : plantes ligneuses de taille moyenne ou petite.
- **Arbrisseau** : petite végétale ligneuse ramifiée dès la base.
- **Arthrose** : maladie articulaire
- **Agrégation plaquette** : est l'accrolement des plaquettes les unes aux autres pour former un agrégat cellulaire
- **Agrume** : nom générique indiquent les fruits du genre
- **Alcaloïde** : c'est des molécules organiques hétérocycliques azotées basiques, d'origine naturelle (principalement végétale)
- **Anti-thrombotique** : substance qui empêche la création d'un caillot de sang dans la circulation sanguine.
- **Apex acuminé** : apex se termine brusquement en pointe effilée.
- **Aromatique** : substance généralement végétale, d'odeur agréable.
- **Asthme** : maladie inflammatoire des voies aériennes.

B

- **Bactériostatique** : substance chimique qui arrête la prolifération des bactéries.
- **Bronchites** : c'est une inflammation des bronches d'origine souvent virale.
- **Bulbe** : organe de réserve souterraine, renflé, de certaines plantes.

C

- **Caïeux** : bourgeon qui se développe à partir des bulbes principales.
- **Cancer** : pathologie caractérisés par la présence d'une (ou plusieurs) tumeur maligne formée à partir de la transformation par mutation ou instabilité génétique d'une cellule initialement normale.

- **Carminatif** : substance qui stimulent les sécrétion salivaires et gastrique et la motilité de l'intestin.
- **Céphalées** : douleur ressentie au niveau de la boîte crânienne. Dans la majorité des cas, il s'agit des muas de tête dites primaire
- **Cholestérol** : molécule hydrophobe insoluble dans l'eau. Son transport dans le sang est assuré par des protéines, notamment :
 - Les lipoprotéines a faible densité (LDL) qui transporte le cholestérol vers les cellules et sont responsables des dépôts de cholestérol dans les artères, c'est le mauvais cholestérol ;
 - Les lipoprotéines a haute densité (HDL) qui transporte le cholestérol vers le foie ou il et dégradé, c'est le bon cholestérol.
- Circulation sanguine : type de système circulatoire en circuit fermé qui assure le transport du sang. Elle permet le transport et l'échange interne des ressources (notamment les nutriments et le dioxygène) vers les cellules de l'organisme ainsi que la collecte des déchets métaboliques qui quittent les cellules.
- **Citronnier** : espèce de petite arbre de la famille des Rutacées cultivé dans les régions méditerranéennes et subtropicales pour son fruit le citron.

D

- **Défonce immunitaires** : le système immunitaires regroupe l'ensemble des processus et des mécanismes de défonce mis en œuvre par notre organisme pour lutter contre des agressions extérieure.
- **Diabète** : maladie chronique qui survient lorsque le pancréas n'est pas capable d'utiliser efficacement l'insuline qu'il produit

E

- **Ecorces** : enveloppe plus ou moins dure ou coriace de certains fruit et gains.

F

- **Feuille** : organe spécialisé dans la photosynthèse chez les végétaux supérieurs. Elle est insérée sur les tiges des plantes au niveau nœuds.

- **Fibrinolytique** : médicament utilisé pour détruire les caillots formés dans la circulation sanguine.
- **Flavonoïde** : secondaires des plantes vasculaires de la famille des polyphénols ils sont responsables de la coloration des fleurs et des fruits.

G

- **Glande oléifères** : organe dont l'on extrait de l'huile végétale.
- **Gousses** : fruit des plante du groupe des légumineuses a péricarpe sec qui s'ouvre généralement a la maturation par deux fentes, ce qui partage le fruit en deux valves, chacune emporte avec elle une rangé de graine
- **Graines** : partie d'un fruit qui contient l'embryon de la plante et assure sa reproduction.

H

- **Huile essentielle** : extrait liquide et aromatique obtenu généralement par distillation a la vapeur d'eau a partir d'un plante.
- **Hypertension artérielle** : pathologie cardiovasculaire définie par une pression artérielle trop élevée. Peut être aigue ou chronique.

I

- **Inflorescence** : disposition de fleurs sur la tige d'une plane.

L

- **Ligneuse** : ligneux signifie qu'il y a une substance spécifique aux végétaux qui permet la formation de bois

M

- **Maladie dégénératives** : pathologie qui entraine une dégradation progressive d'un ou plusieurs organes.

- **Migraines** : maladie chronique caractérisée par des crises récurrentes qui se traduisent essentiellement d'instances céphalées.

N

- **Nervure** : ensemble de vaisseaux conducteurs de la sève formant un réseau à la surface d'une feuille, d'un sépale ou d'un pétale.

O

- **Obésité** : une accumulation anormale ou excessive de graisse corporelle qui peut nuire à la santé (OMS).
- **Oxydation** : réaction chimique qui se caractérise par la fixation d'oxygène sur

P

- **Pédoncule** : toutes pièces allongées ou tige reliant un petit organe terminal à l'ensemble du corps.
- **Poils sécréteurs** : composés ou pluricellulaires, dont la ou les cellules terminales accumulent des essences volatiles le rôle est la protection de la plante.
- **Pulpe** : partie généralement tendre des fruits, c'est le mésocarpe charnu sucré à maturité, constituant la presque totalité de certains fruits.

R

- **Rhumatisme** : c'est les maladies responsables de douleurs ou d'inflammation affectent les articulations.
- **Rhume** : infection causée par un virus ; des voies respiratoires supérieures.

S

- **Saponine** : glucoside extrait de certains végétaux et dont la solution aqueuse mousse par simple agitation.
- **Sessiles** : organe inséré directement sur l'axe et dépourvu de pédoncule.

- **Stomachique** : favorise le fonctionnement gastrique.
- **Système nerveux** : réseaux complexe de nerfs et cellules nerveuses qui font circuler des signaux et des messages provenant de cerveau vers différentes parties du corps, et vice vers.

T

- **Tanin** : métabolite secondaire de centaine plante supérieure. ils se retrouvent dans toutes les partie du végétal
- **Thrombose** : caillot de sang qui se forme dans une veine.
- **Tige** : Partie allongée des plantes, qui naît au-dessus de la racine et porte les feuilles
- **Tonique** : qui stimule l'activité de l'organisme.
- **Toux** : réflex natterez de défense pour expulser les mucosités
- **Trouble digestif** : problèmes liés a la digestion, c'est-a-dire tous les troubles qui affectent un ou plusieurs organes ou parties de l'appareil digestif.

V

- **Vers intestinaux** : parasite intestinaux, profitent du corps humain pour se nourrir et se reproduire. En générale, ils ne sont pas dangereux, mais plutôt gênants.

o

Références

A

- Abram V. et Donko M. (1999).** Tentative Identification of Polyphenols in *Sempervivum tectorum* and Assessment of the Antimicrobial Activity of *Sempervivum L.* *J. Agric. Food Chem.*, 47 : 485-489.
- Alais C. (1984).** Sciences du lait: Principes et techniques laitiers. *Edition. Promotion agro-alimentaire, industrielles et commerciales.* Paris. p 814.
- Alais C. (1984).** Science du lait. *Edition. Sépaic.* Paris. P 64.
- Alice G. (2015).** Les bienfaits de l'ail sur la santé. *Edition. Humain & health.* Paris. P 47.
- Arslan D. et Musa ozcan M. (2007).** Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics, mineral content and colour characteristics of rosemary leaves. *Energy Conversion and Management. Edition. Inpress.* P 36-58.
- Ayadi S., Jerribi C. et Abderrebba M. (2011).** Extraction et étude des huiles essentielles de *Rosmarinus Officinalis* cueillie dans trois régions différentes de la Tunisie. *J Soc Alger Chim*, 21(1) : 25–33.

B

- Barham P. (2001).** The science of cooking. *Edition Springer-verlag.* Berlin P 32.
- Bauer W. J., Badoud R., Adoud., Loliger J. et Etaurnaud A. (2010).** Science et Technologie des Aliments, Analyse Sensorielle, 1ère Edition. *Presses polytechniques et universitaires.* Italie, ISBN : 978-2-288074-754-1. P 636-643, p. 167-168.
- Bellakhdar J. (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle. *Edition. Ibis Press.* Paris. P 764.
- Broome M. C. (2007).** Starter culture development for improved cheese flavour. *Edition: Improving the flavour of cheese.* P 157-176.

C

Références

CAILLET S. et LACROIX M. (2007). Les huiles essentielles: leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA) de l'INRS - Institut Armand - Frappier, Université de Laval (Québec).

Casanova J. et Tomi F. (2018). Spécificité de l'huile essentielle de romarin spontané (*Rosmarinus officinalis* L.) de Corse et de Sardaigne. *Edition. ISTE Open Science*. P. 2-14.

Chabrier J. (2010). Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. *Edition. Sciences pharmaceutiques*.

Chamba J. F. (2008). Applications des bactéries lactiques lors des fabrications fromagères. In :Corrieu, G. and Luquet, F.M. *Edition : Bactéries lactiques - De la génétique aux ferments. Lavoisier*. Paris. P. 787-815.

CONNER D.E. (1993). Naturally occurring compounds. In: *Antimicrobials in Food* Davidson P, Branen AL, Marcel Dekker publishing company New York

Cowan M.M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev*, **12 (4)**: 564-582.

Cronquist A. (1981). Classification APG des Angiospermes.

D

Dulor J. P. (2002). La France aux 400 Fromages. *Ecole Nationale Supérieure Agronomie*. Montpellier. P 10.

E

Eck A. et Gillis J-C. (1997). Le fromage de la science à l'assurance qualité. *Edition. Tec et Doc. Lavoisier*. Paris. P 33.

Eck A. et Gillis J.C. (2006). Le fromage. *Edition. Tec & Doc. Lavoisier*. Paris.

Références

Ercan B. et Ilhami G. U. (2011). polyphénol contents and in vitro antioxydantactivites of lyophilised aqueous extract of kiwi fruit (*actinidiadeliciosa*). *Edition foodresearch international*, **44(3)** : 1482-1489.

Escartin I. (2008). Decouvre le chemin des plantes. Guide des agrumes. *Edition. Intuitu Kalorane*. Montpellier. P 7.

F

Fadili K., Amalich S., Soro K., N'dedianhoua. Bouachrine M., Mahjoubi M., El hilali F., et Touria Z. (2015). Teneurs en polyphenols évaluation de l'activité antioxydante des extraits de deux espèces du Haut Atlas du Maroc: *Rosmarinus Officinalis* et *Thymus Satureioides*. 1 (17) : 24 - 33.

Fredot E., (2005). Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. *Edition : Tec & Doc. Lavoisier, Paris*.

G

Garnier G., Bezanger-Beauquesne L. et Debraux G. (1961). Ressources Médicinal de la Flore Francaise. *Tome II. Edition. Vigot Freres Paris*.78p.

George geaga A. (2015). Les bienfaits de l'ail. *Edition. Humain & health. Paris*.

Goetz P. et Ghedira K. (2012). Phytothérapie anti-infectieuse. *Edition. Springer Verlag. France. Paris*. p 342-345.

Gonzalez-Trujano M. E., Pena E. I., Martinez A. L., Moreno J., Guevara-Fefer P., DecigaCampos M. et Lopez-Munoz F J. (2007). Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. Using threedifferentexperimentalmodels in rodents. *Edition. Journal of Ethnopharmacol. 111: 476-482*.

Grappin R., Lefier D. et mazerolles G. (2006). La spectroscopie infrarouge et ses applications analytiques. *Edition. Tec & Doc, Dunod. Paris*.

Guiraud J P. (2003). Microbiologie alimentaire. *Edition. Tec & Doc, Duno., Paris*.

Références

Guiraud J. et Galzy P. (2003). Microbiologie alimentaire. *Edition. Les éditions de l'usine nouvelle.* Paris. 239p.

H

Hassan A., El-Gawad A., Mona M. et Enab K. (2012). Flavour compounds in cheese. *Edition nternational Journal of Academic Research*, 4(5)

I

Iserin P., Masson M. et Restellini J-P. (2001). Encyclopédie des plantes médicinales. Identification, préparations, soins. *Edition Tec & Doc, Larousse.* Paris

J

Janatis S f., Be h eshtih R., Feizy J. et Fahimn k. (2012). cemical com position of le m on (citrusle m on) and p e elitsconside re d asanimalfood. *Edition. journalof food gida.* **5:** 267-271.

Jean P. (1992). Cuisson et conservation des aliments dans alimentation et nutrition humaine. *Edition. Editions Sociales françaises .Paris.* P 45

Jeanet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et Brule G. (2008). Les produits laitiers. *Edition. Tec & Doc.* Lavoisie. Paris.

K

Khia A., Ghanmi M. et Satrani B. (2014). Effet de la provenance sur la qualité chimique et microbiologique des huiles essentielles de Rosmarinus officinalis L. du Maroc. *Phytothérapie.* p 341-346.

Koch H. P. et Lawson L. D. (1996). Garlic. The science and thérapeutique application of Allium. *Edition. William et wilkins.* P 135

Krcmar M. (2008). L'ail : saveur et vertus. *Edition. Grancher. Paris*

L

Références

Lamprell H. (2003). Production des entérotoxines dans les fromages Ecole national de biologie appliquée à la nutrition et l'alimentation, Bourgogne. *Edition. Journal et article France.*190p.

Lawless H T. et Heymann H. (2010). Sensory Evaluation of Food: principles and practices. *Edition 2 SPENGER.* New York, ISBN : 978-1-4419-6487-8 / 978-1-4419-6488-5 p. 1-7

Lefief A. (2018) .le grand livre des secrets du citron. *Edition. Leduc s.* France.

Leroy F A. et De Vuyst L. (2004). Lacticacidbacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends Food Science and Technology*, **15 (67)** :78.

Luquet F F. (1990). Lait et produits laitiers: vache, brebis chèvre. *Tome II. 2ième Edition, Tec Et Doc. Lavoisier.* Paris.

Luquet F. et Corrieu G. (2005). Bactéries lactiques et probiotiques. *Edition: Tec et Doc, Lavoisier.* Paris. P 307

M

Mahaut M., Jeantet R., Schuck P. et Brule G. (2000). Les produits industriels laitiers. *Editon , Tec & Doc. Lavoisier.* Paris.

Mahaut M., Jeantet R. et Brule G.(2007). Initiation a la technologie fromagère. *Edition, Tec et Doc. Lavoisier.* France.

Manish K. et Mahesh A.R. (2013). Evaluation of antitue rcular activity of methanolic extract of citrus sinensis 18-22.

Martine C. (2021). Le Romarin. Une fleure en hiver. *Edition. Green weez.*

Min B.R., Attwood G.T., McNabb W.C., Molan A.L. et Barry T.N. (2005). The effect of condensed tannins from Lotus corniculatus on the proteolytic activities and growth of rumen bacteria. *Animal Feed Science and Technology*, 121 : 45–58

Minker C. (2012). Ail et autre alliacées. *Edition, Eyrolles.* Paris

Morrison B. H. (1994). The useful plants of west tropical Africa. *Volum 2: Families EI. Royal Botanic Gardens.*

Références

O

Oboh A. et Mosun O. (2012). characterization of the antioxidant properties of phenolic extracts from some citrus. **122:** 729–736.

Okwond E. et Emenike I. (2006). Evaluation of phytonutrients and vitamins contents of citrus fruits. *Edition. International journal of molecular medicine and advance science*, **1:** 1-6.

Olson F., (1990). The impact of lactic acid bacteria on cheese flavor. *Edition. FEMS Microbiology Reviews*, **7 :**(1-2), 131-14

P

Padrini F. et Lucheroni M T. (1996). Le grand livre des huiles essentielles - guide pratique pour retrouver vitalité, bien-être et beauté avec les essences et L'aromassage Energetiques avec Plus de 100 Photographies. *Edition. Vecchi.* Paris. P.11, 15, 61 et 111.

Park Y. W. (2012). Goat milk and human nutrition. In First Asia Dairy Goat Conference. *Edition. National library of medicine.* p. 31).

Q

Lasserre F. (2008). La min-encyclopédie des aliments. *Edition. illustrée.* Quebec Amerique.

Quezel., et Santa. (1963). Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales.. *Edition. C.N.R.Sc.* Paris. P.781-783-793.

R

Ramet J-P. (2006). L'égouttage du coagulum. Le fromage. *Edition. Tec & Doc. Lavoisier.* Paris.

Ramful D., Tarnus E., Aruoma O., Bourdon E. et Bahorun T. (2011). polyphenol composition, vitamin c content and antioxidant capacity of mauritian citrus fruit pulp. *Edition : foodresearch international*, **44:** 2088-2099.

Rauha J.P., Remes S., Heinonen M., Hopia A., Kahkonen M., Kujala T., Pihlaja K., Vuorela H. et Vuorela P. (2000). Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing

Références

flavonoids and other phenolic compounds. *International Journal of Food Microbiology*, 56 : 3–12.

Richonnet C. (2015). Caractéristique nutritionnelles des fromages fondus. *Edition. Elsevier Masson.*

Rodas M., Ferrer S. et Pardo I. (2005). Polyphasic study of wine *Lactobacillus* strains: taxonomic implications. *Edition: International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **55(1)**: 197-207.

Rodriguez-Vaquero M.J., Alberto M.R. et Manca de Nadra M.C. (2007). Antibacterial effect of phenolic compounds from different wines. *Food Control*, 18: 93-101.

S

Sivam GP.(2001). Protection against *Helicobacter pylori* and Other Bacterial Infections by Garlic. *J Nutr*, **131(3)**:1106S - 1108S.

St-Gelais D. et Tirard-Collet P. (2002). Fromage in Science et technologie du lait. *Edition Presses internationales polytechnique.* P 349-415.

T

Tian F., Li B., Ji B., Yang J., Zhang G., Chen Y. et Luo Y. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of consecutive extracts from *Galla chinensis*: The polarity affects the bioactivities. *Food Chemistry*, 113 : 173–179.

U

Urvoy J. Sanchez-poussineau. (2012). Packaging. Toutes les étapes du concept au consommateur. *Edition. EYORLLES.* Paris. P 164.

V

Références

Vignola C. (2002). Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. *Edition. Presses Internationales Polytechnique.* Canada.

Z

Zampini I.C., Vattuone M.A., et Isla M.I. (2005). Antibacterial activity of *Zuccagnia punctata* Cav. ethanolic extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 102 : 450–456.

Annexe 1

Présentation de l'organisme d'accueil

La laiterie Soummam est une entreprise algérienne, créée par Mr Lounis HAMITOUCHE et deux membres de sa famille en 1993

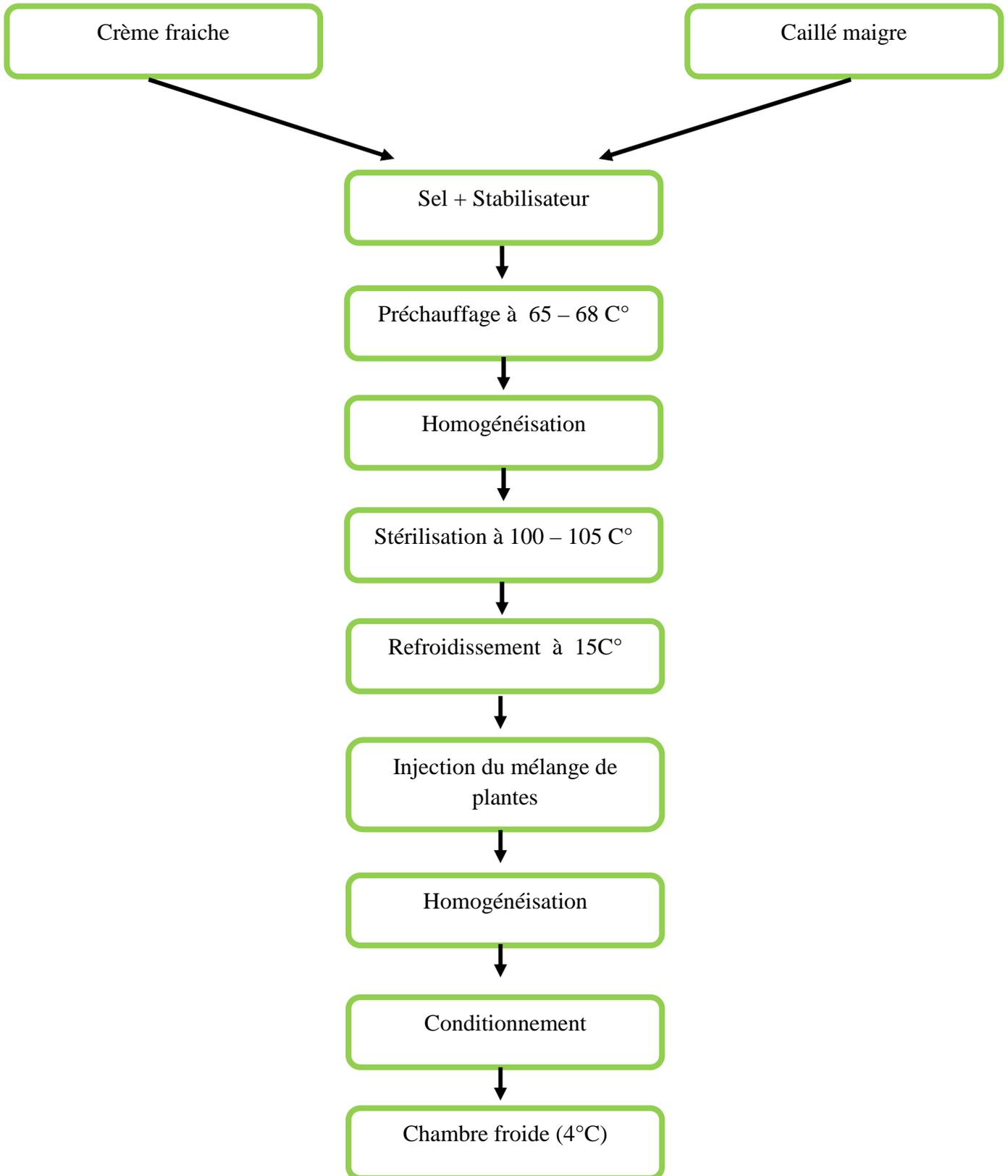
Elle est implantée au nord de l'Algérie à 200 kms à l'Est de la capitale Alger et à 60 kms du chef-lieu de la wilaya de Bejaia, qui est une grande ville côtière abritant le 2ème port commercial du pays.

Soummam produit et commercialise des différentes spécialités laitières, dont : le lait UHT (nature et aromatisé), des yaourts (en pots et en bouteilles), des fromages frais (nature et aromatisés), et autres desserts lactés. Elle dispose d'une riche gamme, composée de plus de 40 références de produits différents se déclinant en une grande variété d'arômes, de fruits, d'emballages (pot, bouteille, Tétrapak) et de conditionnements (100g, 70g, 90g, 1L, 170 g, 100 ml ...)

L'entreprise emploie plus de 1600 salariés permanents, elle dispose de 04 sites de production, d'une capacité cumulée de plus de 2000 T/jour, commercialise sa production à travers un très grand réseau de distribution à l'échelle nationale et internationale.

Soummam est le leader incontesté dans son créneau sur le marché Algérien avec une part de marché de plus de 50 %, dont, une production et une commercialisation de près de 500 000 T/AN et une capacité de production annuelle de plus de 700 000 T/AN, répartie sur quatre sites de production.

Annexe 2



Annexe 3

Questionnaire d'analyse sensorielle du fromage frais

Sexe :

Date & heure :

Nom et prénom :

Age :

N° du poste :

Trois échantillons de fromage frais enrichis, codés A, B et C vous sont présentés. Il vous est demandé d'évaluer différentes caractéristiques et attribuer une appréciation selon des codes donnés de 1 à 5.

NB : Veuillez rincer la bouche après chaque dégustation d'un échantillon.

1) La couleur :

1. Blanche
2. Beige
3. Jaune-verdâtre
4. Vert clair
5. Bleu-vert

Fromage A	Fromage B	Fromage C

2) L'odeur :

1. Absente
2. Faible
3. Moyenne
4. Forte
5. Très forte

Fromage A	Fromage B	Fromage C

3) Le gout acide :

1. Absent
2. Faible
3. Moyen
4. Fort
5. Très fort

Fromage A	Fromage B	Fromage C

4) L'arome :

1. Absent
2. Faible
3. Moyen
4. Fort
5. Très fort

Fromage A	Fromage B	Fromage C

5) Arôme identifiant: (déterminer l'herbe utilisée)

1. absent
2. Citron
3. Romarin
4. Ail
5. non identifié

Fromage A	Fromage B	Fromage C

6) Amertume :

1. Absente
2. Faible
3. Moyenne
4. Forte
5. Très forte

Fromage A	Fromage B	Fromage C

7) Arrière goût :

1. Absent
2. Faible
3. Moyen
4. Fort
5. Très fort

Fromage A	Fromage B	Fromage C

8) Texture en bouche :

1. Absent
2. Faible
3. Moyen
4. Fort
5. Très fort

Fromage A	Fromage B	Fromage C

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

- 1 : Extrêmement désagréable
- 2 : Très désagréable
- 3 : Assez désagréable
- 4 : Désagréable
- 5 : Ni agréable ni désagréable
- 6 : Assez Agréable
- 7 : Agréable
- 8 : Très agréable
- 9 : Extrêmement agréab

Fromage A	Fromage B	Fromage C

Merci pour votre participation

Annexe 4

Questionnaire d'analyse hédonique du fromage frais

Sexe :

Date & heure :

Nom et prénom :

Age :

N° du poste :

Trois échantillons de fromage frais enrichis, codés A, B et C vous sont présentés. Il vous est demandé d'évaluer différentes caractéristiques et attribuer une appréciation selon des codes donnés de 1 à 5.

NB : Veuillez rincer la bouche après chaque dégustation d'un échantillon.

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

1 : Extrêmement désagréable

2 : Très désagréable

3 : Assez désagréable

4 : Désagréable

5 : Ni agréable ni désagréable

6 : Assez Agréable

7 : Agréable

8 : Très agréable

9 : Extrêmement agréable

Fromage A	Fromage B	Fromage C

Merci pour votre participation

Résumé

L'objectif de ce travail est la formulation d'un fromage frais à base de trois matrices végétales: romarin, ail et citron. Au niveau des laboratoires d'analyses de la laiterie Soummam, deux mélanges avec des proportions différentes ont été préparé à partir des matrices étudiées pour l'élaboration de deux fromages frais enrichis.

Les analyses microbiologiques et physicochimiques confirment la conformité du produit aux normes interne de l'entreprise, un pH de 4,39 est noté pour le produit A et 4.42 pour le produit B, et un taux d'acidité de 90.5 pour le produit A et 94 pour le produit B.

L'évaluation sensorielle qui à été réalisé au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle de l'université de Bejaia et au sein de l'organisme d'accueil révèle que les 2 fromages enrichis sont appréciés au même niveau.

Mots clés : Fromage frais ; Romarin ; Ail; Citron ; analyse microbiologique et physico-chimique ; analyse sensorielle.

Résumé

L'objectif de ce travail est la formulation d'un fromage frais à base de trois matrices végétales: romarin, ail et citron. Au niveau des laboratoires d'analyses de la laiterie Soummam, deux mélanges avec des proportions différentes ont été préparés à partir des matrices étudiées pour l'élaboration de deux fromages frais enrichis.

Les analyses microbiologiques et physicochimiques confirment la conformité du produit aux normes internes de l'entreprise, un pH de 4,39 est noté pour le produit A et 4,42 pour le produit B, et un taux d'acidité de 90,5 °D pour le produit A et 94 °D pour le produit B.

L'évaluation sensorielle, révèle que les 2 fromages enrichis sont appréciés au même niveau.

Mots clés : Fromage frais ; Romarin ; Ail; Citron ; analyse microbiologique et physico-chimique ; analyse sensorielle.

Abstract

The aim of this study is is the formulation of a fresh cheese based on three vegetable matrices: rosemary, garlic and lemon. within the analysis laboratories of the soummam dairy, two mixtures with different proportions were prepared from the matrices studied for the production of two enriched fresh cheeses. Microbiological and physicochemical analyzes confirm the product's compliance with the company's internal standards, a pH of 4.39 is noted for the product A and 4.42 for the product B, and an acidity level of 90.5 °D for the product A and 94 °D for the product B. The sensory evaluation states that the enriched cheeses studied are appreciated at the same level.

Keywords: Fresh cheese; Rosemary; Garlic; Lemon ; microbiological and physico-chemical analysis; sensory analysis