

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : sciences alimentaires
Option : bioprocédé et technologie agroalimentaire



Réf :

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

MASTER

Thème

Formulation d'un fromage affiné avec
des plantes aromatiques



Présenté par :

LAIB Yacine & RACHEM Abderrahim



Soutenu le : **24 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

Mr. KATI. D.E

Mr. MADANI .K

Mme. SOUFI.O

Mr. MOUKRANI. L

MCA

Professeur

MCB

Président

Encadreur

Examineur

Invité

Année universitaire : 2016 / 2017

Remerciements

Au terme de notre travail, nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères au bon Dieu pour la patience et la santé qui nous ont été utiles tout au long de notre parcours.

*Encore, il nous est agréable de remercier notre promoteur **Mr Madani** pour avoir accepté de nous encadrer, pour son aide et ses conseils.*

*Et tout particulièrement à notre Co-promoteur **Mr Mokrani** pour le temps qu'il nous a consacré*

*Nous remercions également **Mr Kati. D** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury.*

*Ainsi qu'à **M^{me} Soufi** pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Sans oublier **Mr Boukhalifa ; Mr Moussi ; Mr Lefcih ; Mr Dairi** pour leurs aide précieuse.*

Nos remerciements vont également à la famille 3BS : Sonia ; Nabila ; Hossine ; Khokha ; Mina ; Kahina ; Kanza ; Amir : pour leurs accueil, disponibilité e gentillesse.

*On remercie aussi **Mr Hafidh** ainsi qu'à tout le personnel du laboratoire QUALILAB pour leur précieuse aide.*

Enfin, on remercie profondément, nos chers parents pour leur soutien moral et matériel durant nos études ainsi que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Mr RACHEM R et Mr LAIB Y.

Dédicaces

Je dédie ce travail à ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour

Et ceux à qui je dois tant

A mes chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes frères : Yaniss et Lyes

A mon binôme Dehman et Makhlouf

A mes cousins et cousines les plus chers

Riad ; Sofiane ; Redha ; Zizou ; Syla ; Aida ; Allicia ; Younes ; Nabil

Ainsi qu'à mes amis

Hamza ; Lamine ; Foufou ; Moumouh ; Jugo ; Bilal ; Amir ; yasmine ;

fariza ; DJ ; khalil ; lekhder ;

A toute la promotion BTA.

En fin, sans oublier tout ceux où toutes celles qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Y&2CINE

Dédicaces

On dédie ce travail à nos chers parents, qu'ils trouvent ici toute notre gratitude pour leur soutien tout au long de nos études.

A mes frères et sœurs

A mes mes neveux: kheiro ; chifo ; melissa ; wissam ; ikram ; sultana

A mon binome ya2 et makhlouf

A mes amis hamza ; lamine ; fougou ; moumouh ; jugo ; bilal ;

amir ; riad ; dj ; saou ; farza ; hassiba ; sarah

A ma chère fiancé cylvia

En fin, sans oublier tout ceux ou toutes celles qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

DAHMANE

Liste des tableaux

Tableau I : Etapes de formulation.....	21
Tableau II: les germes recherchés dans le fromage d'après le JORA (Journal Officiel Algérien)	26
Tableau III: Durées et rendements de l'extraction sans solvant assistée par micro-ondes des deux plantes aromatiques.	31
Tableau IV: la composition du lait de chèvre	32
Tableau V: l'activité d'eau des graines de fenouil et de celle de cumin.....	33
Tableau VI: Qualité hygiénique du lait cru et l'évolution de celle de fromage au cours d'affinage	34
Tableau VII : Les différentes combinaisons de formulation et de validation du procédé	36
Tableau IIX: résultats de l'Evaluation du plan.	37
Tableau IX : Les moyennes ajustées par produit.....	44

liste des figures

Figure 1: Matériel végétal	18
Figure 2: dispositif d'extraction par hydrodistillation assistée par micro-ondes.	19
Figure 3: Préparation des dilutions décimales.....	28
Figure 4: pouvoir discriminant par descripteur	38
Figure 5 : coefficient des modèles pour le produit 1 (A)	39
Figure 6 : coefficient des modèles pour le produit 2 (B)	39
Figure 7 : coefficient des modèles pour le produit 3 (C)	39
Figure 8 : coefficient des modèles pour le produit 4 (D)	39
Figure 9 : coefficient des modèles pour le produit 5 (E)	40
Figure 10 : coefficient des modèles pour le produit 6 (F)	40
Figure 11 : coefficient des modèles pour le produit 7 (A')	40
Figure 12 : coefficient des modèles pour le produit 8 (B')	40
Figure 13 : coefficient des modèles pour le produit 9 (C')	41
Figure 14 : coefficient des modèles pour le produit 10 (D')	41
Figure 15 : coefficient des modèles pour le produit 11 (E').....	41
Figure 16 : coefficient des modèles pour le produit 12 (F')	41
Figure 17 : coefficient des modèles pour le produit 13 (H)	42
Figure 18 : coefficient des modèles pour le produit 14 (J)	42
Figure 19 : coefficient des modèles pour le produit 15 (I)	42
Figure20: pénalités des descripteurs par le jury expert	45

Partie I : synthèse bibliographique

Introduction.....	1
I-Généralités sur les plantes aromatiques.....	3
I-1-Description du cumin : <i>Cuminum cyminum L.</i>	3
I-2-Description de fenouil : <i>Foeniculum vulgare</i> , <i>Foeniculum officinale</i>	3
II- Généralités sur les huiles essentielles.....	4
II-1- Extraction des huiles essentielles.....	5
II-1-1 Expression à froid.....	5
II-1-2- Hydro-distillation.....	5
II-1-3- Entraînement à la vapeur.....	6
II-1-4- Autres techniques.....	6
II-1-5- L'hydro-distillation assistée par micro-ondes HDMO.....	6
II-2- Toxicité des huiles essentielles.....	7
II-3- Activités biologiques des huiles essentielles.....	7
II-3-1- Activité anti-oxydante des huiles essentielles.....	7
II-3-2- Propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles.....	7
II-3-3- Activité antifongiques des huiles essentielles.....	9
III- Généralités sur les fromages.....	9
III-1- Classification des fromages.....	10
III-1 -1- Classification officielle.....	10
III-1-2- Classification didactique.....	10
III-2- Préparation des laits de fromagerie.....	10
III-2-1- Standardisation physicochimique.....	10
III-2-2- Standardisation biologique.....	11
III-3- Coagulation.....	11
III-3-1- Coagulation par la voie acide.....	11
III-3-2- Coagulation par la voie enzymatique.....	12
III-3-3- Coagulation par la voie mixte.....	12
III-4- Egouttage.....	12
III-5- Salage.....	13
III-6- Affinage.....	13
III-7- Accidents et défauts de fabrication fromagère.....	14
III-7-1- Défauts de coagulation et d'égouttage.....	14
III-7-2- Défauts d'affinage.....	14

Partie II matériel et méthodes

I - Mise en situation.....	16
II- Appareillage et équipements.....	16
II-1 Appareillage	16
II-2 Equipements	16
III- Produits chimiques.....	17
III-1- Détergents	17
III-2-Désinfectants	17
III-3- Sels	17
IV-Enzymes et ferments	17
IV-1- Enzyme	17
IV-2- Ferments.....	17
V- Matière première.....	18
VI-Méthodes.....	18
VI-1- Extraction des huiles essentielles	18
VI-1-1- Séchage des graines	19
VI- 1-2- Conduite de l'extraction hydrodistillation assistée par micro-ondes	19
VI- 1-3- Principe d'extraction	19
VI- 1-4- Protocole d'extraction.....	19
VI- 1-5-Rendement en huile essentielle.....	20
VI- 2- Elaboration et formulation du fromage	20
VI- 2-1-Local de production.....	20
VI- 2-2-Plan de nettoyage et de désinfection	20
VI- 2-3-Etapes de fabrication.....	21
VI- 2-4- Diagramme de fabrication.....	24
VII- Les analyses réalisées	25
VII- 1- Analyses du lait de chèvre	25
VII- 1-1- À la réception	25
b-1-Expression des résultats	25
VII- 1-2- A la transformation	26
VII- 2-Analyses sur les graines	26
VII- 3- Analyses sur le fromage.....	26
VII- 3-1- Analyses physico-chimiques	26

Sommaire

VII- 3-2- Analyses microbiologiques	26
VII- 3-3- Analyse sensorielle	30

Partie III : Résultats et discussion

I-Extraction des huiles essentielles :.....	31
I-1- Rendement des HE	31
II-Les analyses réalisées	32
II-1- Analyses du lait	32
II-2- Analyses réalisées sur les graines :	33
II-3- Analyses microbiologiques :	33
III- Procédé de formulation du fromage	36
IV-Analyse sensorielle	37
IV-1- Test du plan d'expérience avec XL Stat-MX	37
IV-2- Caractérisation des produits.....	38
IV-3- Test d'analyse des pénalités.....	45
Conclusion	46

Références bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION

Introduction

Le lait par ses grandes qualités nutritionnelles, a toujours été considéré comme un aliment à part entière, mais sa consommation a souvent été limitée en raison de sa grande instabilité. L'irrégularité de la production, par son caractère saisonnier, et la grande fragilité du produit ont incité les producteurs à rechercher des formes de repos des éléments essentiels du lait. **(JEANTET Romain, 2017).**

C'est dans ce contexte que sont apparues il y a plusieurs millénaires les premières transformations fromagères. L'homme s'aperçut rapidement que la déstabilisation du lait facilite l'expulsion de l'eau et créait des conditions favorables à la conservation. **(JEANTET Romain, 2017).**

Le monde a assisté à une véritable révolution aussi bien dans les techniques d'élevage que dans celles de transformations, il en résulte une nette amélioration de la qualité de l'ensemble des produits laitiers des différents mammifères. Parmi les principales espèces exploitées dans le monde sont la vache, la bufflonne, la brebis et la chèvre. Seule une partie de ces laits est consommée en l'état, le reste est transformé en produits fermentés, en fromages, en beurres et ingrédients (lactose, caséines et matière grasse anhydre). **(JEANTET Romain, 2017).**

A notre époque, la technique industrielle préoccupée par une production sans cesse croissante sans se soucier de la qualité du lait, par l'application des traitements thermiques qui diminuent sa valeur nutritionnelle, négligeant ainsi le consommateur gastronome au lait cru authentique.

En Algérie, le lait cru présente une charge microbienne très élevée, mettant en cause sa qualité marchande ainsi que sa qualité hygiénique.

Notre présent travail consiste à élaborer un fromage affiné au lait cru de chèvre par des plantes aromatiques qui joueront un double rôle :

- Améliorer le goût du lait de chèvre, qui est souvent peu apprécié et jugé trop fort par le consommateur habitué au lait de vache. Selon **Aprotosoie et al. (2010)** L'industrie alimentaire utilise les huiles essentielles pour rehausser le goût, aromatiser et colorer les aliments.
- Agissent sur les contaminants du lait. Selon **Holley and Patel (2005)** les huiles essentielles possèdent des profils de composition chimique différents permettant de les utiliser comme agents naturels de conservation des aliments.

Le travail est présenté selon le plan suivant et qui comprend, une première partie relative à une étude bibliographique qui met l'accent sur les deux principaux volets ; Les plantes aromatiques et le fromage.

Introduction

Une deuxième partie exposant le matériel et les méthodes mis en œuvre dans le cadre de ce travail. L'extraction des huiles essentielles, la formulation du fromage, les analyses réalisées sur la matière première et l'étude sera validée par une analyse sensorielle.

Pour finir une troisième partie est dédiée aux résultats obtenus ainsi que leurs analyses et discussions.

Partie I Synthèse bibliographique

I-Généralités sur les plantes aromatiques

I-1-Description du cumin : *Cuminum cyminum L.*

Il appartient à la grande famille des Ombellifères. On retrouve la trace de son utilisation en Egypte depuis plus de 5000 ans. Ses petites graines sont d'un vert clair, elliptique et sillonnées de profondes rides.

L'huile essentielle (HE) est généralement issue de ces petites graines par hydrodistillation où entraînement à la vapeur d'eau. Cette huile essentielle est largement dominée par l'aldéhyde cuminique, composé aromatique aux notes olfactives à la fois animale et végétale : chaude, piquante, irritante, herbacée.

Utilisé dans la cuisine nord-africaine pour relever les plats traditionnels, le cumin rentre aussi dans la composition de mélanges d'épices, tels « ras-el-hanout » et autres currys indiens.

Utilisées en médecine hindoue pour stimuler et soigner pratiquement tous les maux organiques, les graines de cumin sont encore aujourd'hui employées contre les troubles digestifs, les coliques et les ballonnements.

I-2-Description de fenouil : *Foeniculum vulgare* , *Foeniculum officinale*

Plante aromatique, vivace, de la famille des ombellifères. Originaire d'Europe méridionale, cultivée dès le moyen âge en Italie, on la trouve dans toute l'Europe centrale, en Asie occidentale et en Afrique du nord. La racine est ligneuse, la tige buissonnante, et peut monter à 1,5m. À la base des tiges, on trouve un « faux bulbe », partie comestible. Les fleurs sont jaune vif. La floraison va de juin à août. Les fruits oblongs (improprement appelés graines) ont une saveur anisée. La récolte des fruits se fait à la fin de l'été.

L'HE de fenouil fait partie des extraits les plus utilisés pour le traitement des maladies et participe également à la préservation de la santé. Cette huile essentielle favorise la digestion et tonifie l'individu par ses vertus antispasmodiques. En outre, l'HE de fenouil sert également de coupe-faim très efficace pour les personnes désireuses d'affiner leur silhouette. Ses effets se ressentent davantage chez la femme. En effet, cet extrait permet de réguler les cycles menstruels, de stimuler la lactation et de réduire les effets de la ménopause tels que les problèmes de sécrétions ou les bouffées de chaleur.

II- Généralités sur les huiles essentielles

Les premières preuves de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles datent de l'an 3000 avant J.C. Les huiles essentielles semblent donc avoir accompagné la civilisation humaine depuis ses premières genèses. Les Egyptiens puis les Grecs et les Romains ont employé diverses matières premières végétales ainsi que les produits qui en découlent, notamment les huiles essentielles. Ces utilisations concernaient différents domaines : parfumerie, médecine, rites religieux, coutumes païennes, alimentation, etc (**Baser, 2010**).

Les HE sont des mélanges de divers produits issus d'une espèce végétale, ces mélanges sont entraînés, dans une certaine proportion, par la vapeur d'eau lors du processus de distillation. Cette définition peut être étendue aux HE obtenues par expression à froid de l'écorce ou zeste des fruits des agrumes, grâce à l'intervention de l'eau dans les procédés mécaniques pour libérer le produit des alvéoles oléifères.

L'office fédéral de la santé publique française a défini l'huile essentielle comme l'extrait naturel de plantes ou d'arbres aromatiques par le procédé d'entraînement à la vapeur. Les substances aromatiques naturelles, appelées essences, sont produites dans des glandes spécialisées de différentes parties des plantes (fleur, feuille, tige, écorce, racine, fruit, graine). L'HE ne se compose que de substances aromatiques volatiles, elles sont solubles dans l'huile et dans l'alcool mais pas dans l'eau (**De Macrellis-Warin et al., 2009**).

Les HE commercialisées dans le monde sont destinées à quatre grands secteurs industriels: parfumerie cosmétique; parfumerie technique (savons, détergents); alimentation et médecine (médecine douce et pharmaceutique) (**Garneau et al., 2005**)

L'industrie alimentaire utilise les HE pour rehausser le goût, aromatiser et colorer les aliments. Le secteur des boissons gazeuses s'avère un gros utilisateur d'HE. Les HE possèdent des profils de composition chimique différents. Elles sont utilisées comme agents naturels de conservation des aliments. Leur utilisation comme agents de conservation est due à la présence de composés ayant des propriétés antimicrobiennes et anti-oxydantes (**Conner, 1993**)

Les HE des graines de fenouil sont employées en tant qu'aromatisants dans des produits alimentaires. Elles sont également employées pour assaisonner les aliments

préparés comprenant de la viande, de la crème glacée, de la sucrerie, des boissons non alcooliques et des fromages... (**Aprotosoie et al., 2010**).

II-1- Extraction des huiles essentielles

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales. En général le choix de la méthode d'extraction dépendra de la nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles, ramilles, etc.), de la nature des composés, le rendement en l'huile et la fragilité de certains constituants des huiles aux températures élevées (**Hellal Z, 2011**).

II-1-1 Expression à froid

Les HE d'agrumes sont les seules à être extraites par le procédé de pression à froid. Ce procédé est basé sur la rupture des parois des poches oléifères. L'essence obtenue est ensuite entraînée par un courant d'eau froide (**Fillatre, 2011**).

Une émulsion constituée d'eau et d'essence se forme, l'essence est alors isolée par décantation. Diverses techniques manuelles ou mécaniques, traitant le fruit entier où seulement les écorces sont utilisées. Le produit ainsi obtenu porte le nom d'essence, car il n'a subi aucune modification chimique. Cependant, l'utilisation de grande quantité d'eau dans ce procédé peut altérer la qualité des huiles essentielles par dissolution des composés oxygénés, par hydrolyse et par transport de microorganismes (**Ferhat et al., 2010**).

II-1-2- Hydro-distillation

L'hydrodistillation demeure la technique la plus utilisée pour extraire les huiles essentielles et pouvoir les séparer à l'état pur mais aussi de fournir de meilleurs rendements (**Ferhat et al., 2010**).

Le principe consiste à immerger directement la matière végétale à traiter dans un ballon rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition, les vapeurs hétérogènes vont se condenser sur une surface froide et l'HE sera alors séparée par différence de densité. Cependant, l'hydrodistillation possède des limites. En effet, un chauffage prolongé et trop puissant engendre la dégradation de certaines molécules aromatiques (**Lucchesi, 2005**).

II-1-3- Entraînement à la vapeur

Les parties de plantes utilisées sont déposées sur une grille perforée au-dessus de la base de l'alambic, sans que le matériel végétal ne soit pas en contact avec l'eau. Les particules de vapeur d'eau, se dirigeant vers le haut, font éclater les cellules contenant l'essence et entraînent avec elles les molécules odorantes. La vapeur passe ensuite à travers un récipient réfrigérant où la température diminue favorisant la condensation. L'huile et l'eau se séparent du fait de leurs poids spécifiques différents. Pendant l'entraînement à la vapeur d'eau, la matière végétale est exposée à une température élevée et à l'action chimique de l'eau, et dans ces conditions, la fragilité thermique des constituants de l'huile ou l'hydrolyse de certains d'entre eux conduisent à la formation d'artéfacts (Ferhat et al., 2010)

II-1-4- Autres techniques

Les inconvénients des techniques précédentes ont attiré l'attention de plusieurs laboratoires de recherche et ont permis la mise au point de nouvelles techniques d'extraction qui sont beaucoup plus écologiques, en utilisant des solvants moins toxiques et en quantités économiques.

Parmi ces techniques, figurent : l'extraction assistée par micro-ondes ou ultrasons, l'extraction par les fluides supercritiques ou encore l'eau à l'état supercritique. L'extraction par la détente instantanée contrôlée, l'extraction par solvants sous pression et l'extraction par la flash détente (Ferhat et al., 2010)

II-1-5- L'hydro-distillation assistée par micro-ondes HDMO

Stashenko et al., (2004) ont utilisé un procédé d'hydro-distillation par micro-ondes. Ce procédé basé entièrement sur le principe de l'hydro-distillation classique consistant à placer le ballon d'hydro-distillation dans le four à micro-ondes.

Le système de réfrigération ainsi que la partie prévue pour la récupération des essences sont situés à l'extérieur du four. Les avantages cités sont la rapidité et la similitude de la composition de l'huile par rapport à une hydro-distillation classique. (Stashenko et al., 2004)

II-2- Toxicité des huiles essentielles

En dépit de leurs effets bénéfiques, les HE sont loin d'être non-toxiques. La majorité des HE, à de très fortes doses, causent des effets toxiques (**Hilmanson et Fernandez ., 2011**).

Par leur composition chimique riche, les HE doivent être utilisées avec une extrême prudence, du fait qu'elles peuvent présenter de très graves dangers lors d'une utilisation aléatoire autonome, surtout que le consommateur est attiré par la facilité d'emploi de ces essences en absorption interne ou en application externe (**Bernadet, 1983**).

II-3- Activités biologiques des huiles essentielles

Les vertus des HE sont connues et utilisées depuis longtemps, mais cette utilisation se basait sur des pratiques traditionnelles et des applications sans bases scientifiques précises. De nos jours, leur emploi se fait sur des bases scientifiques et rationnelles puisque de nombreux travaux de recherche ont porté sur les activités anti-oxydantes , antimicrobiennes et antifongiques des HE des plantes aromatiques (**Oussalah et al., 2007**).

II-3-1- Activité anti-oxydante des huiles essentielles

Des études de l'équipe du Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA) de l'INRS-IAF, ont montré que l'incorporation des HE ou l'application par vaporisation en surface des aliments, contribue à les préserver des phénomènes d'oxydation (**Oussalah et al., 2006**).

Quelques récentes publications ont rapporté que certaines HE sont plus efficaces que quelques antioxydants synthétiques. Les effets antioxydants sont dus principalement à la présence des groupes d'hydroxyle dans leur structure chimique (**Hussain et al., 2010**).

II-3-2- Propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles

Les HE ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries que celles des moisissures et des levures. Leur activité antimicrobienne est principalement en fonction de leur composition chimique, et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs. Elles agissent en empêchant la multiplication des bactéries, leur sporulation et la synthèse de leurs toxines. Pour les

levures, elles agissent sur la biomasse et la production des pseudo-mycélium alors qu'elles inhibent la germination des spores, l'élongation du mycélium, la sporulation et la production de toxines chez les moisissures (Caillet et Lacroix, 2007). Les mécanismes par lesquels les HE exercent leur activité antibactérienne sont incomplètement compris, mais il y a un certain nombre de mécanismes proposés (Holley et Patel, 2005). L'action des HE sur le développement des micro-organismes peut être expliquée par l'altération de la perméabilité membranaire des germes en perturbant les systèmes de transport ionique, le transport des électrons et la production d'énergie.

Les bactéries à Gram positif sont plus sensibles à l'effet des HE que les bactéries à Gram négatif qui se caractérisent par une membrane externe imperméable (Oussalah et al., 2007).

Cette imperméabilité est due à la richesse de cette membrane en lipopolysaccharides la rendant plus hydrophile, ce qui empêche les terpènes hydrophobes d'y adhérer.

D'autres études ont été effectuées sur la relation entre la présence de citral (mélange des isomères néral et géraniale) dans le zeste des fruits des agrumes et l'inhibition de *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* et *Geotrichum candidum* (Wuryatmo et al., 2003). Cette inhibition est due à la présence d'un groupement carbonyle adjacent aux carbones α et β dans les aldéhydes insaturés α et β ; néral et géraniale ; ceci polarise positivement le carbone β et l'aldéhyde peut agir en tant qu'agent d'alkylation direct capable de lier les groupes nucléophiles cellulaires (Cosentino et al., 1999).

Le mode d'action sur les différentes souches de bactéries, se résume en générale comporte trois phases (Caillet et Lacroix, 2007).

1. Attaque de la paroi bactérienne par l'HE, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
2. Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
3. Destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie.

II-3-3- Activité antifongiques des huiles essentielles

Le pouvoir antifongique des huiles essentielles a été mis en évidence grâce à devers études portés contre les maladies infectieuses d'origine fongiques : contre les dermatophytes et contre les moisissures allergisantes ou contre les champignons opportunistes (**kehal F , 2013**).

L'action antifongique des HE est due à une augmentation de la perméabilité de la membrane plasmique suivie d'une rupture de celle-ci entraînant une fuite du contenu cytoplasmique et donc la mort de la levure. En effet, les composés terpéniques des HE et plus précisément leurs groupements fonctionnels tels que les phénols et les aldéhydes réagissent avec les enzymes membranaires et dégradent la membrane plasmique des levures (**Knobloch et al., 1989**).

III- Généralités sur les fromages

La preuve de fabrication de fromages remonte à 2800 avant notre ère, mais la découverte du fromage, aurait été un heureux accident. Tout lait laissé au chaud, ou stocké dans un sac fabriqué à partir de l'estomac d'un animal aurait fait en sorte que les matières solides du lait (le caillé) et le liquide (le petit-lait) se coagulent et séparent - permettant aux humains d'apprendre que leur produit le plus précieux, le lait, pourrait être conservé sous la forme de fromage et, éventuellement, que la présure, une enzyme trouvée dans l'estomac de l'animal producteur de lait, était le coagulant. Maintenant, quelque 5 000 ans plus tard, le fromage est fabriqué par tout le monde avec toutes sortes de laits. Bien que le lait soit pratiquement le même partout dans le monde, la diversité des textures, des goûts et des arômes de fromage est presque infinis, et pratiquement n'importe quel fromage peut être fabriqué partout dans le monde. Les nuances de la texture et du goût sont, quant à elles, déterminées par la matière première : le type et la race de l'animal, le sol, le pâturage, le climat, le microclimat et le savoir-faire du fromager (**Harbutt, 2009**).

III-1- Classification des fromages

La grande diversité du fromage rend leur classification difficile. Cette dernière et d'autant plus compliquée à établir que les caractères sur lesquels se fonde une classification s'entremettent (Mietton, 1995).

III-1 -1- Classification officielle

Selon la norme internationale FAO/OMS n° A-6 la classification officielle du fromage est illustrée dans l'**annexe I**

III-1-2- Classification didactique

Lenoir et al., (1983) donnent une vue synthétique et didactique de la diversité du fromage selon les modalités de coagulation, d'égouttage et d'affinage du caillé d'où la grande diversité du fromage (**Voir annexe II**)

III-2- Préparation des laits de fromagerie

Outre sa complexité et son hétérogénéité, le lait peut présenter une composition très variable selon l'espèce animale, la race, l'individu, le stade de lactation, le mode et le moment de la traite, la saison, le climat et l'alimentation. Ainsi tous les laits n'ont pas la même aptitude à la transformation fromagère.

III-2-1- Standardisation physicochimique

- a. Standardisation en matières azotées protéiques (MAP) :

Les variations de la teneur en MAP des laits selon les saisons et les régions ont une influence sur l'aptitude du lait à coaguler (organisation et fermeté du gel), sur les rendements fromagers et sur la qualité des fromages.

- b. Standardisation en matière grasse (MG)

- Le lait entier qui contient au moins 3,5% de MG.
- Le lait demi écrémé contenant au moins 1,5% et au plus 1,8% de MG.
- Le lait écrémé qui ne contient au maximum que 0,3% de MG.

- c. Ajustement du pH

Les matières salines du lait ont une influence déterminante sur les caractéristiques micellaires et le comportement technologique des laits (aptitude à la coagulation)

III-2-2- Standardisation biologique

a. Les traitements thermiques

En fromagerie, des traitements thermiques moins intenses que la pasteurisation sont assez souvent pratiqués. On parle alors de **thermisation**, ce qui correspond à un chauffage à 62-65°C maintenu pendant 15 à 20 secondes. Ces traitements ménagent les aptitudes du lait à la coagulation, tout en assurant une réduction des bactéries indésirables (les psychotropes et les coliformes).

b. La maturation

C'est l'adjonction de bactéries lactiques dans le lait. Elles vont consommer une partie du lactose et restituera de l'acide lactique. Cet acide lactique va permettre l'acidification du milieu et favoriser la baisse du pH. La baisse de pH nous permettra d'améliorer notre coagulation et notre égoûtage.

Ce principe de maturation est souvent appelé : maturation primaire ou maturation froide. Passage obligatoire s'y l'on cherche un lait relativement acide. Selon la fabrication, c'est à cette étape que l'on peut incorporer du calcium (CaCl_2) (**Imene, 2013**)

III-3- Coagulation

La coagulation correspond à un changement d'état physique irréversible ou un lait au repos, initialement liquide, passe à l'état semi-solide, généralement appelé gel ou coagulum. Elle résulte de modifications physico-chimiques intervenant au niveau des micelles de caséines. Toute modification de la micelle ou de son environnement aura des répercussions sur sa stabilité et entraînent ainsi le phénomène de coagulation.

III-3-1- Coagulation par la voie acide

Selon Mahaut et al. (2000), la coagulation par voie acide consiste à précipiter les caséines à leur point isoélectrique ($\text{pHi}=4.6$) par acidification du lait : (**voir Annexe III**)

- Acidification biologique par des ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique
- Acidification chimique par injection de CO_2 ou addition de gluconodelta lactone (GDL).
- Par ajout de protéines sériques à pH acide.

III-3-2- Coagulation par la voie enzymatique

Un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origine animale, végétale ou microbienne ont la propriété de coaguler le lait (**Vignola et al., 2002**). La coagulation enzymatique est due à l'action de la présure qui est une enzyme protéolytique provenant de caillettes de veaux non sevrés. Cette enzyme correspond en réalité à deux fractions actives : la chymosine et la pepsine. On distingue trois phases : (**voir Annexe IV**)

- Coagulation par hydrolyse de la caséine κ au niveau de la liaison phénylalanine (105) et méthionine (106) ce qui provoque la libération de la caséino- macro-peptide hydrophile assurant la stabilité de la micelle
- Hydrolyse de la caséine κ (80 à 90 %) a pH = 6,6. Des liaisons hydrophobes et électrostatiques s'établissent entre les micelles modifiées et vont entraîner la formation du gel
- Réorganisation des liaisons entre les para-caséines des micelles de caséines par la mise en place de liaisons phosphocalciques et peut être des ponts disulfures forme le coagulum (**Mahaut et al., 2000**).

III-3-3- Coagulation par la voie mixte

Résulte de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification. La combinaison conduisant à différents états d'équilibre spécifique est à l'origine de la grande diversité des fromages (**Mahaut et al., 2000**).

Les propriétés des gels formés et leur aptitude à l'égouttage sont intermédiaires entre celles du coagulum obtenu par voie enzymatique et celle obtenue par voie acide (**Mahaut et al., 2000**) (**Voire annexe V**).

III-4- Egouttage

Cette phase consiste en l'élimination plus ou moins grande du lactosérum emprisonné dans les mailles de gel formé par la voie acide et/ou enzymatique (**JEANTET Romain, 2017**).

Il est possible de distinguer dans cette phase deux actions complémentaires :

- Expulsion du sérum par le coagulum qui se contracte et se concentre (synérèse) ;
- Séparation du sérum et du caillé par action physique.

III-5- Salage

La pâte obtenue est salée par addition de chlorure de sodium. Le sel inhibe certaines proliférations microbiennes, complète l'égoûtage du caillé et relève la saveur du fromage (**Lindien et Alais, 1997**).

On utilise deux procédés de salage :

- Le salage à sec des fromages par saupoudrage à la main ou à la machine, par frottage ou par incorporation dans le caillé.
- Le salage en saumure généralement saturée (318 g /litre à 20°C).

III-6- Affinage

Cette opération est la plus importante dans les fromages affinés. C'est une période de maturation pendant laquelle les propriétés sensorielles des fromages se développent grâce à une variété de réactions biochimiques comme l'utilisation des sucres, des acides organiques, des protéines et des lipides du caillé. L'affinage des fromages est en grande partie tributaire des enzymes, qui sont surtout d'origine microbienne. Tous les facteurs qui touchent le développement des microorganismes, la production d'enzymes et l'activité enzymatique auront des effets importants sur le déroulement de l'affinage (**Vignola et al., 2002**).

Selon **Mietton (1995)** l'affinage est en fait la résultante de trois principales actions biochimiques qui se déroulent simultanément à savoir :

- La dégradation enzymatique des protéines.
- L'hydrolyse de la matière grasse.
- La fermentation du lactose.

Il résulte de ces réactions le développement de la saveur et de l'arôme typique des fromages grâce à de nombreux composants appartenant à des classes chimiques variées (acides, alcools, esters, produits soufrés, etc. (**Mahaut et al., 2000**))

L'affinage s'effectue à une température et une humidité qui varient selon le type de fromage. La température a un effet direct sur l'activité microbienne et enzymatique.

III-7- Accidents et défauts de fabrication fromagère

Vu la diversité et la complexité des technologies, le fromage doit faire face à des risques d'accidents qui se traduisent par des défauts sur le produit fini. Ces défauts peuvent être classés en deux catégories : les défauts de coagulation et d'égouttage et défauts d'affinage (voir annexe VI) (JEANTET Romain, 2017).

III-7-1- Défauts de coagulation et d'égouttage

Le développement des bactéries lactiques a un rôle essentiel en technologie fromagère, elles agissent comme agents d'acidification, donc de coagulation et d'égouttage et d'ajustement de degré de minéralisation de la pâte de fromage.

L'aptitude du lait à permettre le développement des bactéries lactique varie avec l'origine du lait et l'espèce bactérienne. Il existe dans le lait certains facteurs naturels d'inhibition (immunoglobulines, lactoperoxydase, lysozyme, lactoferrine, nisine, leucocytes...etc).

D'autres facteurs dits exogènes comme : le lait des mammites, le lait réfrigéré et/ou traité thermiquement, etc, peuvent présenter des défauts de coagulation tels que l'allongement du temps de prise, diminution de vitesse de raffermissement, formation d'un gel mou et diminution du rendement fromager.

III-7-2- Défauts d'affinage

On peut classer les défauts rencontrés au cours d'affinage en trois catégories :

- **Défauts de texture et gonflements**

Ces défauts peuvent être d'origine technologique (pâte sèche, coulante, fromage lainé, sans ouverture ou trop ouvert) ou microbiologique : gonflements précoces ou tardifs.

- **Défauts d'aspect (croustage et moisissure indésirable)**

Ces défauts peuvent être d'origine fongique du surface (bleu, poil de chat, Peau de crapaud) ou d'origine bactérienne (surface ou intérieur de la pâte : chancre, taches orangées, crème, rosée, brunâtre, blanchâtre, rouge des tablards...etc

- **Défaut de saveur et d'arôme**

Ces défauts se traduisent essentiellement par l'amertume qui peut avoir comme origine l'accumulation des peptides de petite taille ($PM < 6000\text{g/mol}$) Caséine β , penicillium, plasmine excessive, pH du lait à l'emprésurage ...etc. Goût de ronce qui peut être d'origine oxydative des acides gras libres, lait riche en bactéries psychotrophes (lipoprotéine lipase).

Partie II Matériels et méthodes

I - Mise en situation

Dans le cadre d'élaboration et de formulation d'un fromage au lait de chèvre à partir des plantes aromatiques. Le présent travail comporte trois parties principales une partie consacré pour l'extraction des huiles essentielles à partir des grains du fenouil et du cumin l'autre partie qu'est l'élaboration et formulation du fromage et enfin la dernière partie est consacré pour le suivis du produit (fromage) tout au long de son procédé de fabrication (matière première et produit fini) jusqu'à son affinage ou on suivra les différents paramètres à savoir paramètres physicochimiques, microbiologiques, et sensoriels.

II- Appareillage et équipements**II-1 Appareillage**

L'appareillage utilisé dans ce travail est illustré dans l'**annexe VII**

II-2 Equipements**a-Armoire d'affinage (hâloir)****b- Bacs de coagulation**

Des bacs en PVC alimentaire de 14 litres avec couvercle

c- Plaque multi-moules

Une plaque en téflon alimentaire 30 X 60 cm et de 1.5 cm d'épaisseur a été perforé en disques de 6 cm de diamètre (20 disques)

d- Louche

Louche en inox alimentaire qui sert à décaillé et remplir les sacs à égouttage

e- Sacs à égouttage

Sacs en tissus incolore 25 X 30 cm sert à égoutter le caillé

f-Passoire d'égouttage

Passoire en PVC alimentaire sert à recueillir le lactosérum d'égouttage

g- Grattoir en inox

Un grattoir en inox alimentaire sert à étaler le caillé sur les plaques à moulage

h-Malaxeur sert à malaxer le fromage

i- Glacière

Glacière iso-thermique sert à transporter le lait en conditions de froid

III- Produits chimiques

III-1- Détergents

- Eau javel
- Ethanol 70%
- Acide nitrique

III-2- Désinfectants

- **DEPTOL MDS** détergent désinfectant bactéricide non coloré compatible avec la plupart des matériaux (**annexe IIX**)
- **DEPTOL AIR** détergent désinfectant destiné à la désinfection d'ambiance (**annexe IX**)
- **Aseptanios-oxi** (**annexe X**)

III-3- Sels

- **CaCl₂** auxiliaire de coagulation
- **NaCl** pour le salage des fromages

IV- Enzymes et ferments

IV-1- Enzyme

- **Présure** enzyme coagulante composée de chymosine et de pepsine extraite de l'estomac des jeunes vœux (**annexe XI**)

IV-2- Ferments

a- Ferments lactiques

- **MA** : ferments mésophile homofermentaire (**annexe XII**)

- **TA** : souche thermophile lents (**annexe XIII**)
- b- Ferment fongique**
- **GEO 17** : agent important dans l'affinage des fromages. Il s'installe facilement à la surface (**annexe IVX**)

V- Matière première

- a- Graines** : Les graines des deux plantes ont été procuré par le même fournisseur et elles sont les mêmes utilisées pour l'extraction ainsi que pour l'enrobage des fromages
- b- Lait**
 - b-1- Lait de vache** : provient de la région d'Adekar
 - b-2- Lait de chèvre** : la région de Beni Maouche et de Oued Ghir
- c- Crème fraîche**

C'est une crème fraîche commercialisée. Elle contient 35% de matières grasses et elle sert à l'ajustement du taux de MG du fromage élaboré.

VI-Méthodes

VI-1- Extraction des huiles essentielles

a- Matériel végétal

Les graines utilisées ont été achetées chez le même fournisseur dans un magasin d'épices



Figure 1 : Matériel végétal

b- Matériel de laboratoire

- Etuve
- Ballon en verre : contenant la matière première et l'eau distillée.
- Micro-ondes
- Réfrigérants en verre
- Ampoule à décanter
- Flacons en verre opales

VI-1-1- Séchage des graines

Cette étape consiste à faire diminuer la teneur en eau des graines pour avoir un rendement maximal d'extraction des HE. A leurs réceptions au laboratoire, les graines de fenouil et de cumin sont séchées à l'étuve à 50 °C.

VI- 1-2- Conduite de l'extraction hydrodistillation assistée par micro-ondes**VI- 1-3- Principe d'extraction**

Il est constitué d'un réacteur placé dans l'enceinte du four micro-ondes surmonté d'une colonne assurant la liaison avec le dispositif d'hydrodistillation classique située à l'extérieur de la cavité du four. Le système de condensation des « vapeurs aromatiques » est composé d'un réfrigérant afin d'assurer une condensation maximale des vapeurs saturées en molécules aromatiques et d'obtenir un condensât le moins chaud possible pour éviter une dégradation thermique éventuelle des molécules aromatiques composant l'huile essentielle. Le piège permettant de recueillir l'huile essentielle et de la séparer de la phase aqueuse ressemble sensiblement à une ampoule à décanter. Les essais ont été effectués sur les plantes aromatiques.

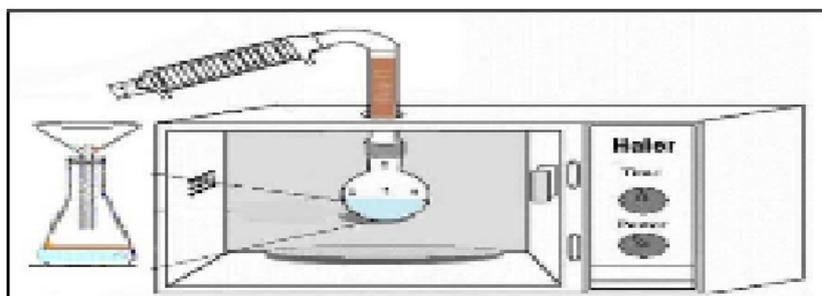


Figure 2 : dispositif d'extraction par hydrodistillation assistée par micro-ondes.

VI- 1-4- Protocole d'extraction

Pour les graines des deux plantes aromatiques, le protocole expérimental est le même. Dans la mesure où il s'agit de fruit sec (graines déshydratées), la première étape consiste à leurs rendre un taux d'humidité proche de celui des fruits frais, soit entre 40% et 60% selon l'espèce végétale. Ainsi, 150 g à 250 g des graines sèches ont été immergées une heure dans 1 litre d'eau distillée. Les graines humides sont placées dans un ballon d'une contenance d'1 litre placé par la suite dans la cavité du four micro-ondes.

La température initiale au sein du réacteur est voisine de la température ambiante du laboratoire soit 20°C. Puis par la suite, grâce au chauffage, la température de la matrice a augmenté jusqu'à atteindre la température de distillation de puissance égale à 750W.

La durée de l'extraction sans solvant assistée par micro-ondes des graines a été fixée à 60 minutes après observation de la quantité d'huile essentielle extraite au cours du temps.

L'huile essentielle se distingue de l'hydrolat (eau aromatique) par sa différence de densité et de couleur. On la sépare de celui-ci par décantation. Elle est ensuite conservée dans des flacons de couleur brune, hermétiquement fermés et stockés dans un endroit frais (4°C) à l'abri de la lumière. (Lucchesi, 2005)

VI- 1-5-Rendement en huile essentielle

Le rendement en huile essentielle est estimé par le rapport des masses de l'huile essentielle et de la matière végétale séchée. Il est exprimé en pourcentage (%).

$$\text{RdtHE} = \frac{\text{MHE}}{\text{MVS}} \times 100$$

Dont :

- RdtHE : Rendement en huile essentielle (%)
- MHE : Masse de l'huile essentielle (g)
- MVS : Masse de la matière végétale sèche (g)

VI- 2- Elaboration et formulation du fromage

VI- 2-1-Local de production

Une salle au laboratoire de biochimie, biophysique, biomathématiques et scientométrie (**BBBS**) a été aménagée et conçue pour la fabrication du fromage, les conditions du travail ont été standardisées et afin d'assurer la qualité hygiénique et microbiologique, un protocole de nettoyage et de désinfection stricte a été défini.

VI- 2-2-Plan de nettoyage et de désinfection

L'objectif de ce plan, c'est d'avoir un produit qui répond aux normes de sécurité alimentaire et des bonnes conditions de travail en termes de contamination microbienne et d'hygiène générale. Le plan est illustré. (**Voir l'annexe XV**)

VI- 2-3-Etapes de fabrication

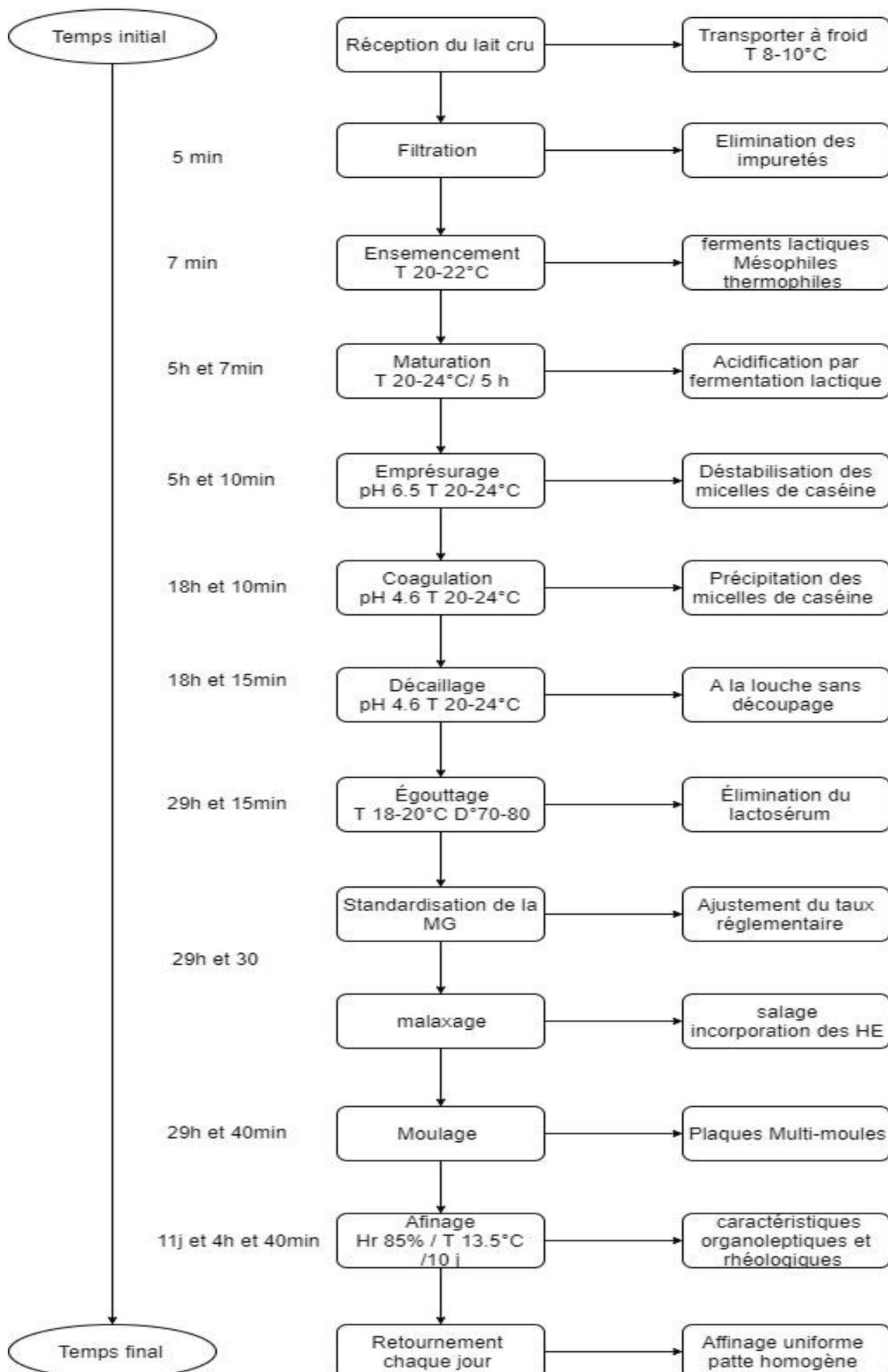
Les étapes de formulation sont résumées dans le **tableau I**

Etapes	Manipulations	Buts et observations
Réception du lait	Mesure du pH Mesure d'acidité	-Le pH et l'acidité pour savoir la friabilité du lait
Filtration	La filtration s'effectue avec un tissu	Consiste à éliminer l'impureté physique du lait
Ensemencement	Les ferments sont préparés dans un erlenmeyer de 100ml à une dose adéquate puis mélangés avec 15l du lait préalablement filtré à une température 20-22°C	-Les ferments utilisés sont lyophilisés : Ferments mésophiles ferments thermophiles - 15 L du lait sont utilisé à chaque essai
Maturation	Après ensemencement on laisse le lait inoculé pendant un temps de repos 5 heures environ à température 22-25°C afin d'avoir l'acidification souhaitée pH 6.5	La maturation consiste à l'acidification du lait par fermentation lactique qui se traduit par l'abaissement du pH du lait

Emprésurage	La présure est préparée dans une eau physiologique et un volume adéquat est ajouté au pH de 6.5 et une température comprise entre 22°C et 25°C au lait mûré avec agitation à la louche	La présure utilisée est une présure animale lyophilisée L'agitation permet de bien répartir la présure afin d'avoir un temps de prise uniforme dans le lait mûré
Coagulation	Le lait mûré et emprésuré est laissé au repos à 22-25°C où intervient la fermentation lactique et l'action de la présure sur les micelles de caséines (coagulation mixte)	L'abaissement progressif du pH par l'acidification lactique permet à la présure d'avoir un pH d'action optimale lactique, la coagulation proprement dite est atteinte à pH 4.6
Décaillage	Une fois le coagulum obtenu et sa consistance confirme son aptitude à être décaillé (test boutonnerement) Le décaillage se fait à la louche sans découpage	Des sacs en tissu sont remplis à la louche avec le caillé pour son égouttage
Egouttage	Les sacs remplis avec le caillé sont suspendus et laissés à une température 18-20°C Le pH et l'acidité sont surveillés	La passoire est maintenue inclinée afin de faciliter l'égouttage La passoire sert à recueillir le lactosérum.
Standardisation de la MG	La norme en MG pour ce type de fromage est de 45% et pour se rapprocher de ce seuil on rajoute de la MG du lait (crème fraîche)	Cette étape consiste à ajuster le taux en MG (45%)

Malaxage	Est effectué à l'aide d'un malaxeur électrique afin d'assurer l'homogénéisation c'est dans cette étape que le salage en masse et l'incorporation des huiles essentielles se fait	Deux huiles sont utilisées HE du fenouil et HE du cumin en ordre de trois doses pour chacun (minimum, médiane et maximale)
Moulage	A l'aide d'une plaque en plastique alimentaire rectangulaire (30X60cm) perforé en discs de Ø 60mm et de 15mm d'épaisseur la perforation a été effectuée au niveau du halle technologie de l'université	Le moulage donne aux fromages leurs formes finales 
Affinage	Une armoire (hâloir) équipé d'un mécanisme automatique qui contrôle l'humidité et la température est conçue à cet effet	Durant l'affinage l'humidité et la température à l'intérieure de l'armoire reste relativement constants Hr 85%, T 13.5°C ainsi favorisant le développement de la flore d'affinage (Géotichum)
Tournement	A une fréquence d'une fois par jour tout au long de la durée d'affinage	Le tournement se fait à la main pièce par pièce

VI- 2-4- Diagramme de fabrication



VII- Les analyses réalisées**VII- 1- Analyses du lait de chèvre****VII- 1-1- À la réception****a- Détermination de pH**

La mesure du pH a été réalisée avec un pH-mètre en introduisant directement les deux sondes (pH et température) dans les échantillons (lait et crèmes fraîches élaborées) à une température de 20 à 25°C.

b- Détermination de l'acidité titrable

La méthode de détermination de l'acidité titrable permet de quantifier la teneur totale d'acide lactique présent dans le lait. Le titrage est réalisé par une solution de NaOH N/9 en présence d'un indicateur coloré (phénol-phtaléine).

Un volume de 10 ml de lait a été introduit dans un bécher, 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine sont ajoutées, le mélange est homogénéisé, dans le cas de la crème fraîche les 10 ml ont été dilués dans 10 ml d'eau distillée.

A partir d'une burette réglée à 0, le dosage de l'échantillon par la soude jusqu'au virage au rose a été effectué. La coloration rose doit persister au moins 10 secondes. La lecture du volume de la solution utilisée est lue directement sur la burette.

b-1-Expression des résultats

L'acidité du lait et des crèmes fraîches élaborées est exprimée en degré Dornic (°D), le degré Dornic (°D) correspond au nombre de 1/10 de ml de soude Dornic N/9 nécessaire pour assurer le virage de la phénolphtaléine (Guiraud, 2003).

L'acidité est donnée par la formule suivante :

$$\text{Acidité (°D)} = V \times 10$$

V : le volume en ml de NaOH de la chute lue.

1°D= 0,1g d'acide lactique dans un litre du lait.

Remarque :

Les autres paramètres physico-chimiques ont été effectués au sein du laboratoire **QUALILAB** par le biais d'un **LactoStar Funke-Gerber**, on cite les paramètres suivants :

- c- L'extrait sec total EST
- d- L'extrait sec dégraissé ESD
- e- La teneur en matières grasses
- f- La teneur en protéines
- g- La teneur en lactose
- h- La densité
- i- Le point de congélation

VII- 1-2- A la transformation

- a- Détermination de pH
- b- Détermination de l'acidité titrable

VII- 2-Analyses sur les graines

- a- Activité de l'eau AW

L'activité de l'eau (AW) mesurée à l'aide d'un aw-mètre (HP23-AW-A-SET-40 avec cuvette à échantillons de 40 mm).

VII- 3- Analyses sur le fromage**VII- 3-1- Analyses physico-chimiques****a- Détermination de la teneur en eau**

On procède à une dessiccation du fromage à la température de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, dans une étuve isotherme ventilée, à la pression atmosphérique, jusqu'à une masse pratiquement constante.

La teneur en eau est définie comme la perte de masse subie dans les conditions de la mesure (exprimée en pourcentage massique « g/100g »). La masse restante représente la teneur en matière sèche du fromage.

- b- Peser :** une pesée est réalisée sur tous les fromages produits à chaque formulation pour évaluer le rendement fromager
- c- Suivre du poids :** une pesée est réalisée sur une portion de fromage au cours de son affinage.

VII- 3-2- Analyses microbiologiques

Selon l'Arrêté interministériel du 24 janvier 1998 : critères microbiologiques des fromages :

Tableau II : les germes recherchés dans le fromage d'après le **JORA** (Journal Officiel Algérien)

Fromage frais	Germes recherches	N	C	M
	Coliformes totaux	5	2	10
	Coliformes fécaux	5	2	1
	Staphylococcus aureus	5	2	10
	Salmonella	5	0	Absence
	Listéria monocytogenese	5	0	Absence

Fromage à pâtes molles	Germes recherchés	N	C	M
	Coliformes totaux	5	2	10 ²
	Coliformes fécaux	5	2	10
	Staphylococcus aureus	5	1	10 ²
	Clostridium sulfito-réducteurs à 46 °C	5	2	1
	Salmonella	5	0	Absence
	Listéria monocytogenese	5	0	Absence

- **N** : nombre de tubes ou de boîtes total par dilution
- **C** : nombre de tubes ou de boîtes positifs par dilution
- **M** : seuil maximal au-delà duquel le produit est considéré comme non satisfaisant

a- Les milieux de cultures : la préparation des milieux de culture (voir l'annexe XVI)

- **Milieu BCPL** (Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol) [40g/L] : la recherche des coliformes totaux et fécaux.
- **Milieu Chapman** [111.11g/L] : la recherche des staphylococcus aureus.
- **Milieu PCA** (Plat Count Agar) [23g/L] : la recherche de la flore mésophile totale.
- **Milieu Sabouraud** [60g/L] : la recherche des champignons.

b- Diluant

Nous avons utilisé comme diluant soit la solution d'eau distillée stérile ou l'eau physiologique selon la disponibilité. 90ml de la solution d'eau distillée stérile (ou l'eau physiologique) contenu dans un flacon de 180ml pour 10g de produit à analyser (cas d'un produit solide) et 9ml de diluant contenu dans des tubes à essai pour préparer les dilutions.

c- Broyage

Le broyage est une étape indispensable dans l'analyse bactériologique des produits solides car il permet la bonne homogénéisation et rend l'échantillon plus représentatif. Cependant, il est fondamental qu'il n'est pas un effet destructif sur les microorganismes présents.

d- Dilutions

Ces manipulations s'effectuent avec un maximum de précision et d'une manière aseptique. La distribution du diluant se fait à l'aide d'une pipette stérile. 9ml de diluant sont introduits dans chacun des tubes. Pour poursuivre l'opération, on doit procéder par étapes :

- 1^{ère} étape : en cas d'un produit solide (fromage), peser aseptiquement 10g du produit à analyser et les introduire dans un flacon de 90ml d'eau distillée stérile pour obtenir une suspension mère 10^{-1} .
- 2^{ème} étape : à l'aide d'une pipette graduée stérile, prélever 1ml de la suspension mère et l'introduire aseptiquement dans un tube stérile contenant 9ml de diluant, ainsi, on obtient une dilution de 10^{-2} . Une 3^{ème} opération s'effectue de la même manière afin d'obtenir une dilution de 10^{-3} . De la même manière on prépare les autres dilutions 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} ... etc.

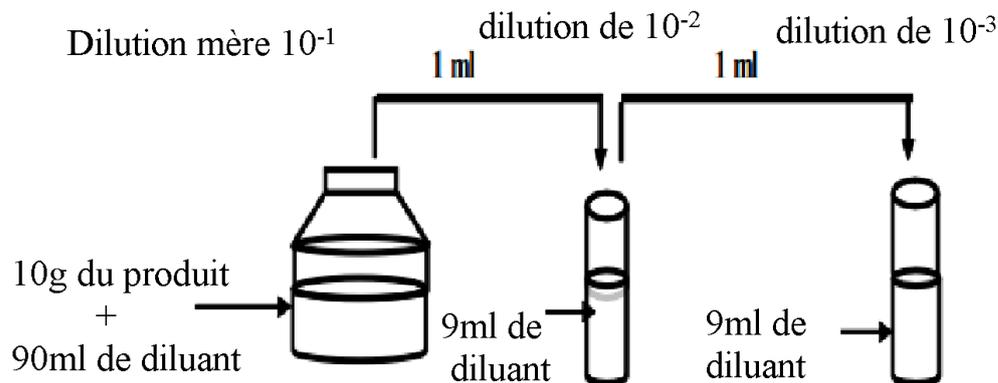


Figure 3 : Préparation des dilutions décimales

A- Dénombrement des coliformes totaux et les coliformes thermo-tolérants

Leurs présence dans les aliments traduit une contamination fécale par le manque d'hygiène (Bourgeois et al., 1989)

A-1- Principe

Les coliformes ont la particularité de fermenter le lactose avec production de gaz, leur identification se fait sur le milieu sélectif bouillon lactosé bilié au vert brillant (BLBVB) ou sur le bouillon au pourpre de bromocrésol (BCPL). Le développement des coliformes totaux acidifie le milieu et cette acidification se traduit par un virage de l'indicateur coloré (de la couleur verte au jaune), en outre une production de gaz apparaît dans la cloche renversée (Delarras, 2010)

A-2-Mode opératoire

Ensemencer une série de 3 tubes (avec la cloche de Durham) de BCPL avec 1ml des différentes dilutions (10^{-1} , 10^{-2} ... 10^{-n}), cette opération doit être effectuée en double pour chaque dilution car :

- La première série sera réservée à la recherche des coliformes totaux.
- La deuxième série sera réservée à la recherche des coliformes fécaux.

L'incubation se fait à deux niveaux :

- Une série de tubes sera incubée à 37°C, pendant 24 à 48 heures et servira à la recherche des coliformes totaux.
- L'autre série sera incubée à 44°C, pendant 24 à 48 heures et servira à la recherche des coliformes fécaux.

A-3- Lecture des résultats

La production de gaz et le virage de couleur vers le jaune confirme la présence des coliformes. L'expression des résultats est basée sur des données statistiques (table de NPP). (Voir l'annexe XVII)

Après incubation, Le nombre de bactéries coliformes par gramme est donné par la formules suivante ;

$$N = C \cdot \frac{1}{d} \cdot v$$

- **C** : nombre de colonies issu de la table de NPP ;
- **D** : facteur de dilution ;
- **V** : volumeensemencé.

B- Recherche et dénombrement de *staphylococcus aureus*

Les staphylocoques sont une composante essentielle de la flore humaine normale, mais comprennent aussi à des espèces qui sont pathogènes. Ils se présentent sous la forme Cocci de gram⁺ en amas ayant la forme de grappe de raisin, immobiles, non sporulées, catalase⁺ et oxydase⁻.

b-1- Mode opératoire

Ensemencer une série de 3 boites de pétris de Chapman avec 1 ml des différentes dilutions (10⁻¹, 10⁻²,...10⁻ⁿ).

L'incubation se fait à 37°C, pendant 72 heures.

b-2- Lecture des résultats

Les colonies de Staphylocoques apparaissent en jaunes sur le milieu Chapman.

C- Le dénombrement de la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT)

La FMAT est un indicateur d'hygiène important. En effet, elle permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant colonie) présent dans un produit ou sur une surface. Ce dénombrement se fait à 30°C ce qui permet de dénombrer trois grands types de flore :

- La flore thermophile T° optimale de croissance à 45°C
- La flore mésophile T° optimale de croissance entre 20°C et 40°C
- La flore psychrophile T° optimale de croissance à 20°C

Comme il s'agit d'un milieu ordinaire, la plupart des micro-organismes peuvent se développer, sauf ceux qui sont exigeants et les Micro-organismes anaérobies stricts

(Contact avec l'air). Il est donc préférable de parler de Flore Mésophile Aérobie à 30°C que de "flore totale". L'unité est l'UFC (Unité Formant colonie) car une colonie observable sur la gélose peut venir d'un micro-organisme isolé, ou bien d'une spore ou d'une micro-colonie.

D- La recherche de levures et moisissures sur milieu Sabouraud :

La gélose de Sabouraud Dextrose au Chloramphénicol (SDCA) est recommandée pour l'isolement et le dénombrement des levures et des moisissures, notamment lorsque les prélèvements sont fortement contaminés par des bactéries.

a- Dénombrement des levures et moisissures (ISO)

Ensemencement en surface :

- A la surface du milieu pré-coulé ou du milieu préparé en boîtes, transférer 0,1 ml de l'échantillon à analyser et de ses dilutions décimales.
- Etaler l'inoculum en surface à l'aide d'un râteau stérile.
- Incuber à $25,0 \pm 2,5$ °C pendant 3 jours à 5 jours.

b- Lecture des résultats

- Après incubation, observer la croissance microbienne. Dénombrer les boîtes contenant un nombre de colonies inférieur à 150.

VII- 3-3- Analyse sensorielle

Une évaluation sensorielle a été réalisée sur un panel expert constitué de 12 jurys experts, les modalités sur lesquelles est portée l'évaluation sont validées par un plan d'expérience d'analyses sensorielles. Le bulletin d'analyse des modalités évaluées est illustré dans (**l'annexe XIX**). Les données statistiques ont été traitées à l'aide d'un logiciel **XL-STAT MX**.

Partie III Résultats et Discussions

I-Extraction des huiles essentielles :

Lors d'une extraction assistée par micro-onde, la phase de chauffage est relativement faible par rapport à l'hydro-distillation et peut varier d'une matrice à l'autre. Cette phase de chauffage est de l'ordre de 15 minutes alors que pour l'hydro-distillation, elle dure en moyenne deux heures. Lors de la phase d'extraction, une émulsion entre la phase aqueuse et la phase organique est apparue pour les huiles essentielles de fenouil et de cumin.

A la fin de chaque extraction ces émulsions ont laissé place à une très nette séparation entre phase aqueuse et huile essentielle.

La température augmente au fur et à mesure pour atteindre une température proche de la température de vaporisation de l'eau pure : 100°C. C'est à ce moment-là que la phase d'extraction débute.

Les huiles essentielles obtenues des graines de cumin ont une teinte jaune, alors que celles de fenouil sont plutôt incolores.

I-1- Rendement des HE

Les huiles essentielles extraites des graines de fenouil et de celle de cumin sont exprimées dans le **tableau III**.

Tableau III: Durées et rendements de l'extraction sans solvant assistée par micro-ondes des deux plantes aromatiques.

Graines	Fenouil	Cumin
Masse des graines(g)	2000	2000
Durée moyenne de la phase de chauffage (min)	15	15
Durée totale de l'extraction (min)	45	45
Masse de l'HE (g)	7	16
Rendement RHe(%)	0.35	0.8

Discussions :

Nos résultats du rendement des huiles essentielles des deux plantes, ont été calculés en fonction de la masse des graines des deux plantes aromatiques.

Concernant ce dernier, Les travaux qui ont été effectués par **Boukhatem et al. (2010)** ont montré que le rendement en huile essentielle atteint son maximum pendant la phase de floraison(0,9-1,4%) et son minimum pendant la période de dormance (0,15%).

Le rendement d'extraction de nos huiles essentielles du fenouil et du cumin qui sont successivement de 0.35% et 0.8%. Cela est due aux divers facteurs tels que l'espèce, la période de récolte, l'âge de la plante, la partie soumise à la distillation et la technique d'extraction peuvent influencer le rendement (**Zrira et al., 1992**)

II-Les analyses réalisées :**II-1- Analyses du lait :**

Les résultats obtenus sont présentés dans le **tableau IV**.

Tableau IV: la composition du lait de chèvre

Composants	Teneurs
MG (%)	3.96
EST (%)	13.44
Protéines (%)	3.68
Lactose (%)	5.38
Densité (%)	1.0921
Point de congélation (°C)	0.499
Minéraux (%)	0.57

- **Matière sèche et matière grasse :**

Le lait de chèvre utilisé pour la fabrication du fromage contient 13,44 % de matière sèche avec 3,96 % de matière grasse. Cela concorde que la qualité de notre lait est conforme, puisque selon **Charron (1986)** et **Lapointe-Vignola (2002)** le taux de matière sèche peut varier de 10,5 à 13,5 %, et de matière grasse de 3,2 à 4,1 %.

Les proportions de la matière sèche et de la matière grasse dans le lait de chèvre sont en relation directe avec les conditions d'élevage, d'alimentation, du stade de lactation et de la race (**Morand-Fehr et al., 1991**)

- **L'acidité titrable et la densité :**

Acidité titrable du lait est de 15°D ce résultat est en concordance avec celui donné par la FAO une acidité qui varie de 14 à 18°D.

L'acidité titrable du lait est relativement constante, mais son augmentation est un indice de lait anormal **Lapointe-Vignola (2002)**

II-2- Analyses réalisées sur les graines :

- **Activité de l'eau (AW) :**

Tableau V: l'activité d'eau des graines de fenouil et de celle de cumin

aW	Fenouil	Cumin
Graines	0.595	0.557
Graines cassées	0.568	0.552

Activité de l'eau des deux graines est égale à 0.5 ce qui implique l'inhibition des microorganismes puisque la croissance des bactéries est généralement impossible lorsque l'AW < 0,90. Les moisissures et les levures sont inhibées respectivement vers une AW de 0,7 et 0,8 (**martini et all 2003**)

II-3- Analyses microbiologiques :

Les résultats des analyses microbiologiques du lait cru et du fromage sont présentés dans le **tableau VI**.

Tableau III: Qualité hygiénique du lait cru et l'évolution de celle du fromage au cours d'affinage.

Germes		FTAM	C.totaux	C.fécaux	Staph	L&M		
		/ml	/ml	/ml	/ml	/ml		
Lait cru		43.10 ⁵	46.10 ⁵	23.10 ²	1	800		
Blanc	J O	354.10 ⁵	ABS	ABS	ABS	350		
	J F	103.10 ⁵	ABS	ABS	ABS	75.10 ³		
Minimum	J O	12.10 ⁵	ABS	ABS	ABS	50		
	J F	3.10 ⁵	ABS	ABS	ABS	3800		
Médiane	J O	480.10 ⁵	ABS	ABS	ABS	79		
	J F	75.10 ⁵	ABS	ABS	ABS	743		
Maximum	J O	34.10 ³	ABS	ABS	ABS	ABS		
	J F	22.10 ²	ABS	ABS	ABS	254		
Enrobage	J O	354.10 ⁵	ABS	ABS	ABS	350		
	J F	97.10 ⁵	ABS	ABS	ABS	123.10 ²		
Fenouil	Minimum	J O	15.10 ⁴	ABS	ABS	ABS	382	
		J F	8.10 ⁴	ABS	ABS	ABS	1900	
	Médiane	J O	420.10 ²	ABS	ABS	ABS	ABS	
		J F	65.10 ²	ABS	ABS	ABS	122	
	Maximum	J O	340	ABS	ABS	ABS	ABS	
		J F	220	ABS	ABS	ABS	50	
	Enrobage	J O	354.10 ⁵	ABS	ABS	ABS	350	
		J F	117.10 ⁴	ABS	ABS	ABS	76.10 ²	
	Cumin	Minimum	J O	15.10 ⁴	ABS	ABS	ABS	382
			J F	8.10 ⁴	ABS	ABS	ABS	1900
Médiane		J O	420.10 ²	ABS	ABS	ABS	ABS	
		J F	65.10 ²	ABS	ABS	ABS	122	
Maximum		J O	340	ABS	ABS	ABS	ABS	
		J F	220	ABS	ABS	ABS	50	
Enrobage		J O	354.10 ⁵	ABS	ABS	ABS	350	
		J F	117.10 ⁴	ABS	ABS	ABS	76.10 ²	

Discutions :

Ces résultats montrent que ces deux produits contiennent une flore microbienne importante susceptible d'évoluer rapidement. L'absence des staphylocoques indique une bonne santé des chèvres.

Le tableau regroupe aussi les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les fromages élaborées au cours de leurs affinages.

Les résultats du premier jour montrent un développement de la FTAM et des levures dans presque tous les fromages élaborées et l'absence des coliformes et des staphylococcus aureus.

Dans le dernier jour d'affinage, nous avons remarqué l'absence des coliformes et des staphylococcus et la diminution du nombre de la FTAM et l'augmentation du nombre des levures.

Ces résultats peuvent s'expliquer par l'augmentation de l'acidité du produit engendrée par la fermentation lactique qui inhibe la croissance des bactéries et favorise le développement des levures (**Guiraud, 2003**), par conséquent une augmentation de leur nombre dans les fromages élaborés.

Cette augmentation est plus importante dans le fromage blanc et dans les fromages enrobés de graines en comparaison avec les autres fromages contenant les huiles essentielles.

Il s'avère aussi que plus la concentration en HE augmente plus le nombre de levures et de la FTAM est réduit.

Le développement des levures est moins important dans le cas des fromages contenant l'huile essentielle de cumin que ceux contenant l'huile essentielle de fenouil.

D'après ces résultats, l'ajout des huiles essentielles du cumin et du fenouil aux fromages présente un effet léger sur la flore bactérienne (FTAM), mais réduit fortement le nombre de levures.

Ce constat peut être dû, d'une part, aux faibles doses HE appliquée, et d'autre part, à l'effet de la matrice alimentaire qui se compose, dans ce cas, de deux phases ; lipidique et aqueuse. Les huiles essentielles diluées dans la phase lipidique des aliments seront moins efficaces sur les micro-organismes de la phase aqueuse (**Mejlholm and Dalgaard, 2002**). Ainsi le contact de l'HE avec les macromolécules comme les lipides ou les protéines protège les micro-organisme de l'action des HE (**Tassou et al., 1995**).

Une réaction chimique entre les protéines et les groupes fonctionnels des HE réduit la disponibilité des molécules actives (Malecki, 2007)

III- Procédé de formulation du fromage :

Tableau IIIII : Les différentes combinaisons de formulation et de validation du procédé

	Ferment lactique	présure	Ph emprésurage	Température de coagulation	Durée de coagulation	Ph coagulation	Durée égouttage	Type du caillé
Es1	Dose max	Dose max	6.5	21	08H	5.7	12H	Caillé présure
Es2	Dose min	Dose max	6.2	21	08H	5.3	12H	Caillé présure
Es3	Dose max	Dose max	6.5	23	13H	4.9	17H	Caillé dominance présure
Es4	Dose max	Dose min	6.4	20	18H	4.8	24H	Caillé dominance lactique
Es5	Dose min	Dose min	6.2	23	24H	4.55	24H	Caillé dominance lactique
Es6	Dose min	Dose min	6.5	20	24H	4.6	24H	Caillé dominance lactique

Discussions :

Le tableau ci-dessus représente les formulations effectuées afin de trouver la formule optimale, qui nous permettra d'avoir les consistances désirées (une acidification lente et un caillé lactique)

- Pour l'essai 1 et 2 la formulation est obtenue en fixant la présure à la dose max et la température à 21°C et on varie les doses des ferments min et max et dans les deux cas, le temps de prise est le même (8h) avec un pH de coagulation relativement élevé ES1 5.7 et ES2 5.3. dans les deux formulations le caillé obtenu est un caillé présure donc la dose présure et le facteur déterminant (éliminés).

- Pour l'essai 3 et 4 la formulation est obtenue en fixant les ferments à la dose max et on varie les doses présure minimales et maximales dans le cas de ES3. Le caillé est de dominance présure et dans le cas ES 4 le caillé est de dominance lactique, les deux formulations sont éliminées et le temps de prise est insuffisant.
- Pour l'essai 5 et 6 les doses de ferment et de présure sont fixées à la dose minimale, la température varie de 20°C à 23°C et les pH d'emprésurage sont approximativement les mêmes. pour les deux essais le temps de prise est identique (24h) et le caillé est lactique. C'est la formule validée.

IV-Analyse sensorielle :

IV-1- Test du plan d'expérience avec XL Stat-MX :

Le test du plan d'expérience avec XL Stat-MX est utilisé pour créer un plan d'expériences, optimal ou quasi-optimal, dans le cadre d'expériences visant à modéliser les préférences d'un ensemble de consommateurs ou d'experts pour différents produits.(Périnel and Pagès, 2004)

Résultats : Une fois les données brutes des jurys experts sont rapportées sur une feuille d'Excel, la procédure de génération du plan d'expérience sera lancée directement à partir de la commande XLSTAT-MX/ plan d'expérience pour l'analyse sensorielle, on obtiendra les résultats suivants :

Tableau IIX : résultats de l'Evaluation du plan.

Evaluation du plan :

A-Efficacité	0,992
D-Efficacité	0,992

Discussions :

Après la génération du plan d'expérience pour l'analyse sensorielle, nous remarquons que les deux critères A-efficacité et D-efficacité sont égaux car toutes les valeurs propres sont égales. Ces résultats indiquent que notre plan est validé et nous permet de mettre en place une étude sensorielle menée auprès de 12 experts évaluant 15 produits.

IV-2- Caractérisation des produits :

La caractérisation du produit permet d'identifier quels sont les descripteurs qui discriminent le mieux les produits et quelles sont les caractéristiques importantes de ces mêmes produits dans le cadre de l'analyse sensorielle (Josse et al., 2009)

Pouvoir discriminant par descripteur :

Résultats : Dans ce graphe sont affichées les descripteurs ordonnés de celui qui a le pouvoir discriminant le plus fort sur les produits à celui qui a le plus faible.

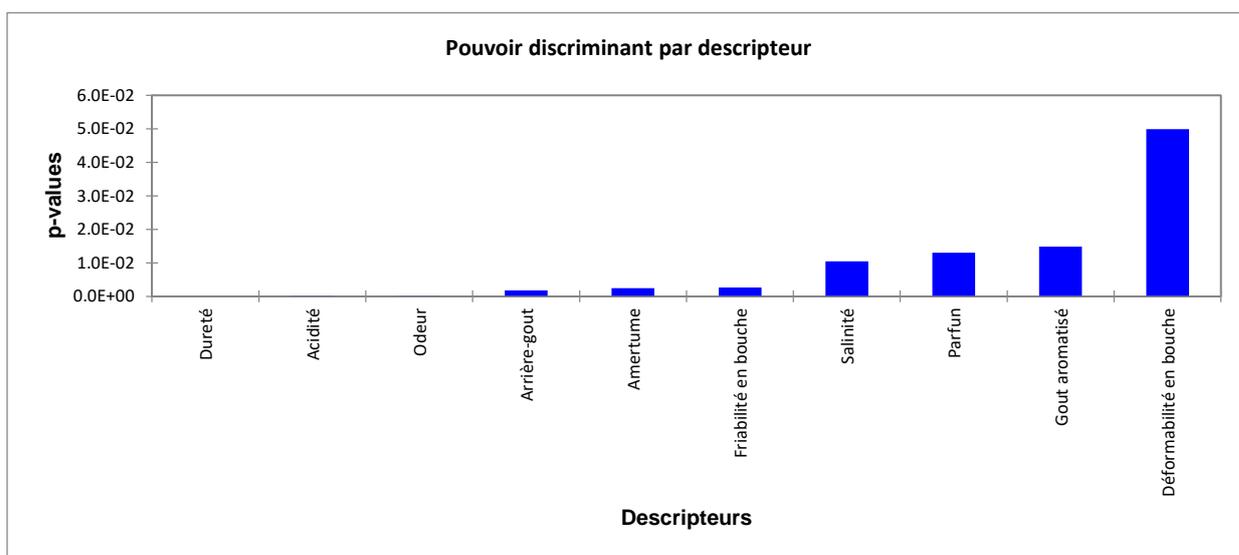


Figure 4: pouvoir discriminant par descripteur

Discussions :

Les résultats révèlent que le pouvoir discriminant par descripteur est dominant pour la dureté, l'acidité et l'odeur. La salinité, le goût aromatisé, l'arrière-gout, l'amertume, la déformabilité en bouche, le parfum et la friabilité en bouche sont les moins discriminés par le jury expert.

Coefficients des modèles :

Les coefficients du modèle sont sélectionnés pour chaque descripteur et pour chaque produit. Dans le schéma ci-dessous, La couleur bleue représente les caractéristiques dont le coefficient significativement positif, la couleur rouge celui dont le coefficient est significativement négatif et le coefficient de la couleur blanche est non significatif. L'analyse de chaque graphique permet de définir chaque produit.

Les résultats sont représentés dans les figures 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 et 20

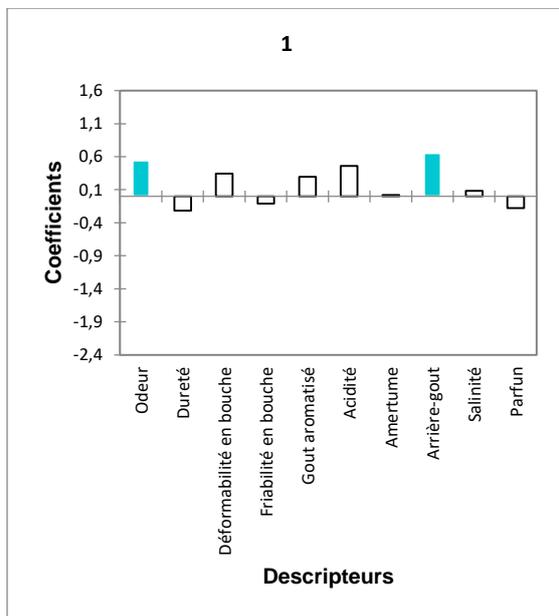


Figure n°05: Coefficients des modèles de l'échantillon B.

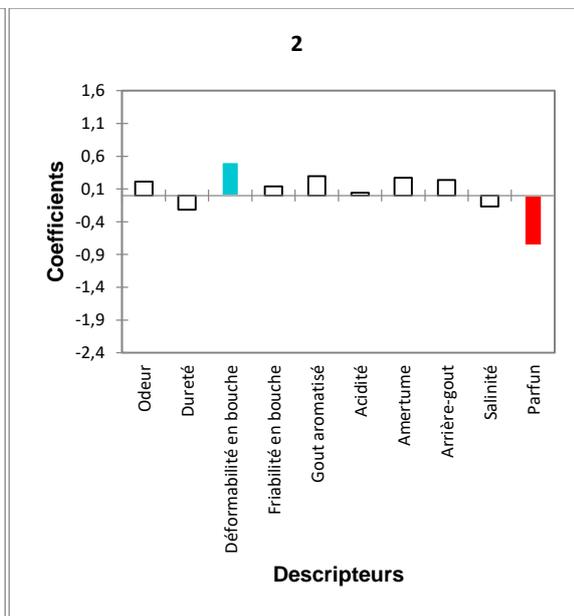


Figure n° 06: Coefficients des modèles de l'échantillon A.

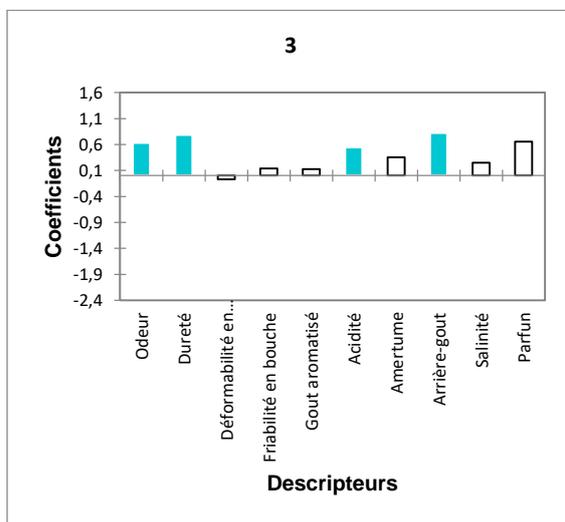


Figure n°07: Coefficients des modèles de l'échantillon D.

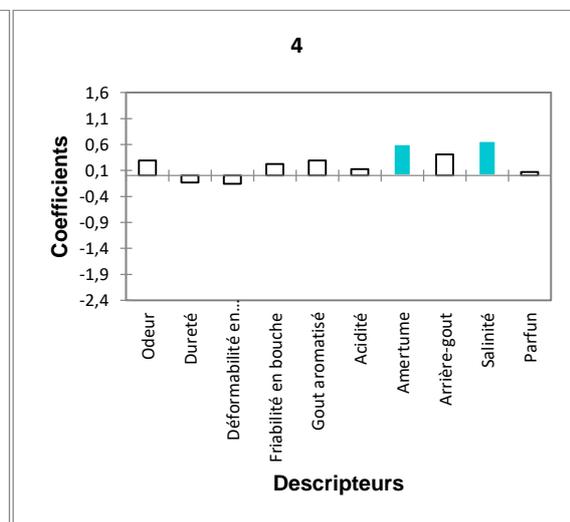


Figure n° 08: Coefficients des modèles de l'échantillon C.

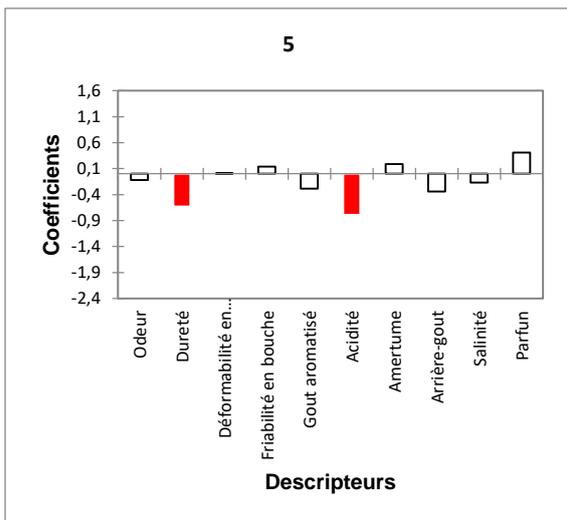


Figure n°9: Coefficients des modèles de l'échantillon F.

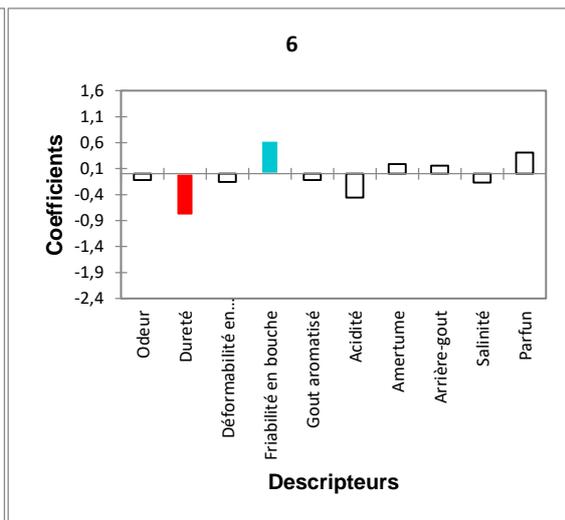


Figure n°10 : Coefficients des modèles de l'échantillon E.

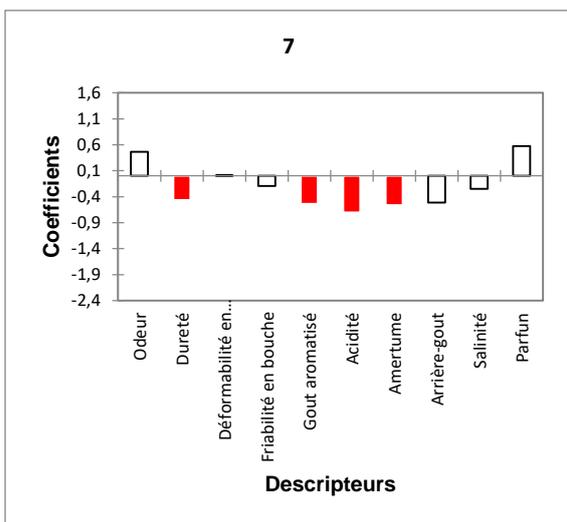


Figure n°11: Coefficients des modèles de l'échantillon A'.

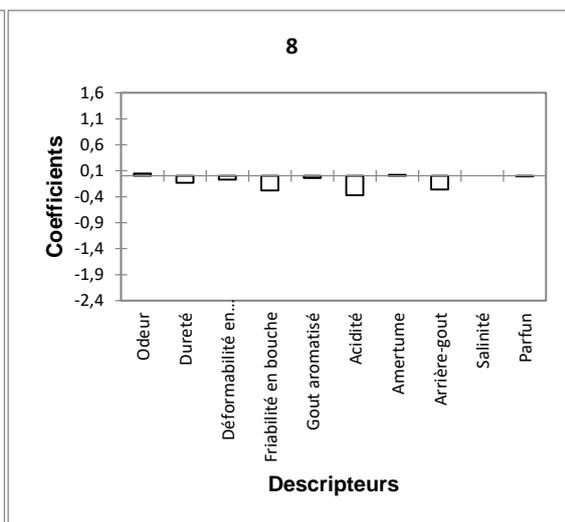


Figure n°12 : Coefficients des modèles de l'échantillon B'.

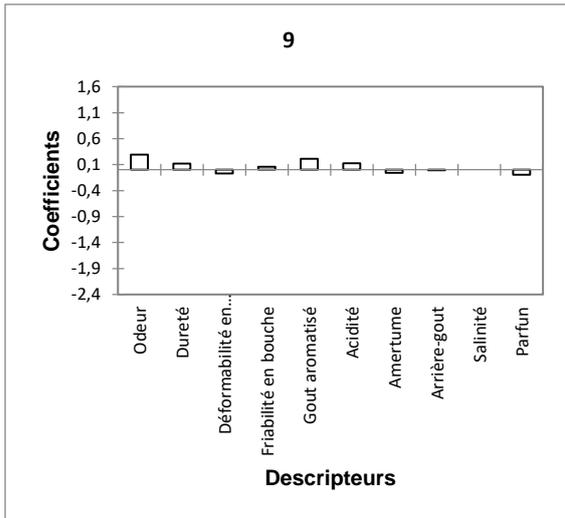


Figure n°13 : Coefficients des modèles de l'échantillon C'

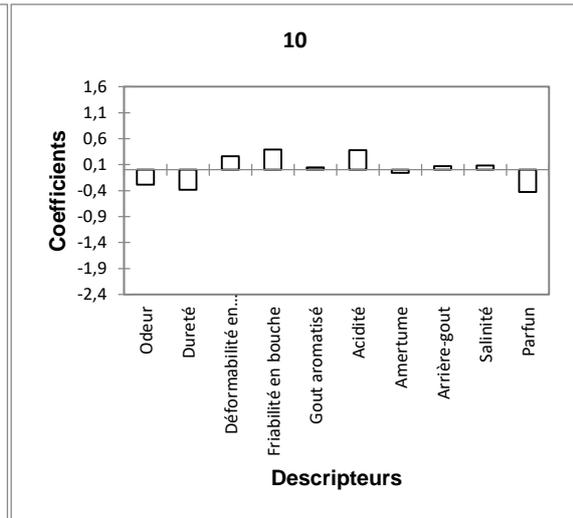


Figure n° 14: Coefficients des modèles de l'échantillon D'

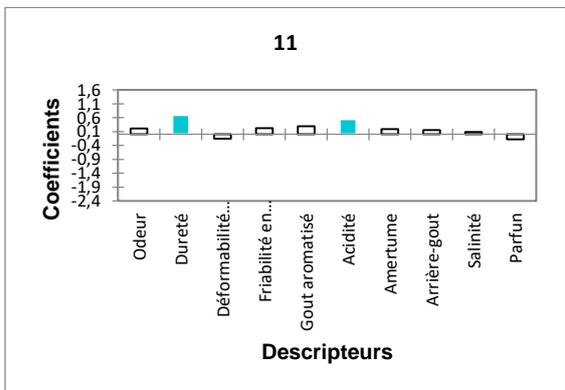


Figure n°15 : Coefficients des modèles de l'échantillon E'

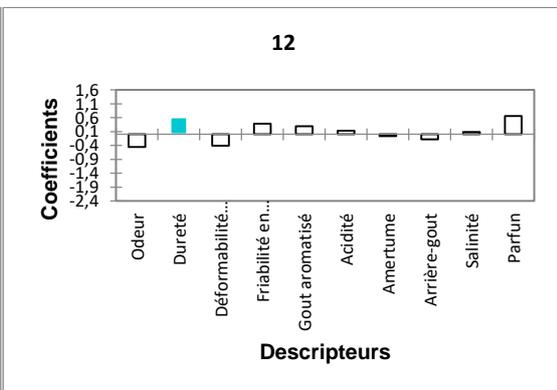


Figure n°16 : Coefficients des modèles de l'échantillon F'

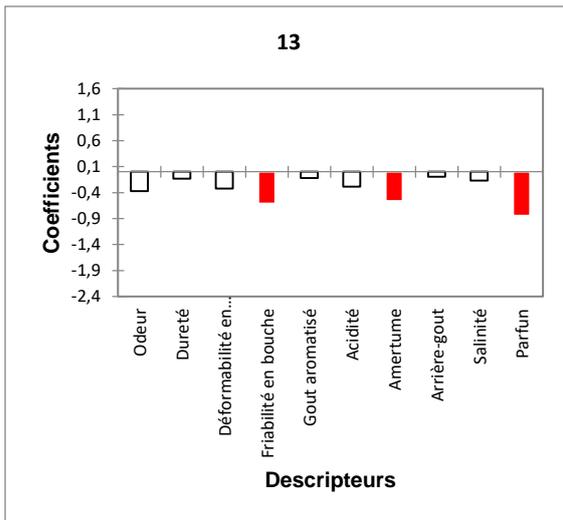


Figure n°17 : Coefficients des modèles de l'échantillon H

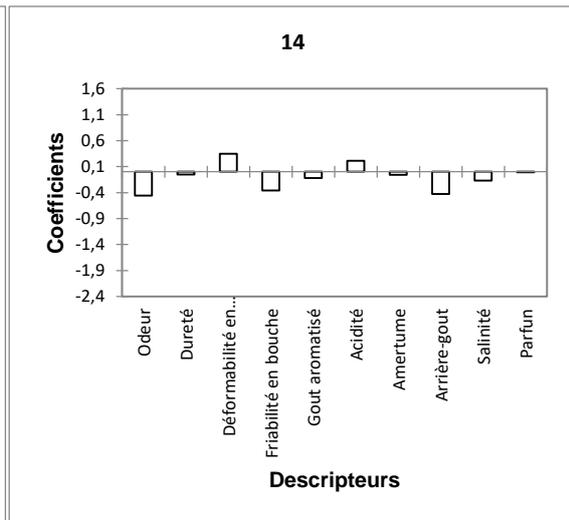


Figure n°18 : Coefficients des modèles de l'échantillon I

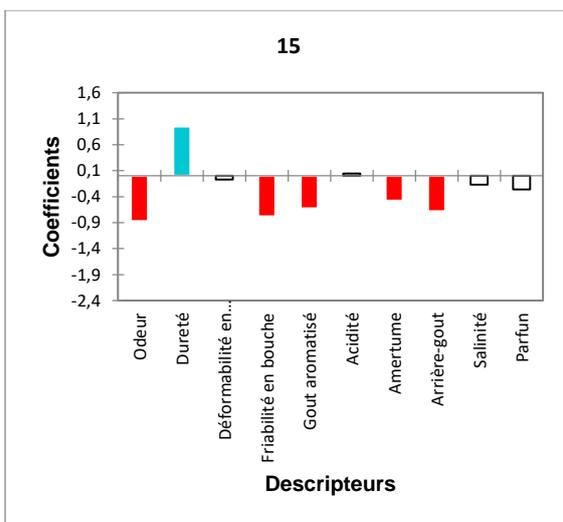


Figure n° 19: Coefficients des modèles de l'échantillon H

Discussions :

Figure 05 : la figure montre que le produit 1 est caractérisé par une bonne odeur et une absence d'arrière-goût.

Figure 06 : la figure montre que le produit 2 possède une bonne déformabilité dans la bouche mais il possède mauvais goût aromatisé (parfum)

Figure 07 : la figure montre que le produit 3 possède une bonne odeur, acidité, dureté et caractérisé par une absence d'arrière-goût.

Figure 08 : la figure montre que le produit 4 ne possède ni amertume ni salinité.

Figure 09 : la figure montre que le produit 5 est caractérisé par une forte dureté et une absence d'acidité.

Figure 10 : la figure montre que le produit 6 possède une bonne friabilité en bouche par contre il présente une forte dureté.

Figure 11 : la figure montre que le produit 7 est caractérisé par une absence d'acidité, d'amertume et de goût aromatisé par contre il présente une forte dureté.

Les figures 12, 13, 14 et 15: elles ne montrent aucune signification des descripteurs, les produits 8, 9, 10 et 14 ne sont ni appréciés ni pénalisés.

Figure 16 : la figure montre que le produit 11 est caractérisé par une absence d'acidité et une faible dureté (mou).

Figure 17 : la figure montre que le produit 12 possède une faible dureté (mou).

Figure 18 : le produit 13 est pénalisé par son parfum, sa friabilité en bouche ainsi que son amertume.

Figure 19 : la figure montre que l'odeur, l'arrière-goût, la friabilité en bouche, le goût aromatisé et l'amertume pénalisent le produit 15 par contre la dureté est appréciée.

Moyennes ajustées par produit :

Le but de cette action est de définir les moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit (**Josse et al., 2009**).

Résultats :

Les résultats sont illustrés dans le **tableau IX**:

Tableau IX: Les moyennes ajustées par produit

	Arrière-gout	Gout aromatisé	Amertume	Salinité	Friabilité en bouche	Odeur	Acidité	Parfum	Dureté	Déformabilité en bouche
4	3,333	3,250	3,417	3,750	2,917	3,417	2,833	2,833	2,750	2,833
3	3,750	3,083	3,167	3,333	2,833	3,750	3,250	3,417	3,667	2,917
1	3,583	3,250	2,833	3,167	2,583	3,667	3,167	2,583	2,667	3,333
11	3,083	3,250	3,000	3,167	2,917	3,333	3,250	2,583	3,583	2,833
2	3,167	3,250	3,083	2,917	2,833	3,333	2,750	2,000	2,667	3,500
9	2,917	3,167	2,750	3,083	2,750	3,417	2,833	2,667	3,000	2,917
10	3,000	3,000	2,750	3,167	3,083	2,833	3,083	2,333	2,500	3,250
12	2,750	3,250	2,750	3,167	3,083	2,667	2,833	3,417	3,500	2,583
6	3,083	2,833	3,000	2,917	3,333	3,000	2,250	3,167	2,083	2,833
8	2,667	2,917	2,833	3,083	2,417	3,167	2,333	2,750	2,750	2,917
5	2,583	2,667	3,000	2,917	2,833	3,000	1,917	3,167	2,250	3,000
14	2,500	2,833	2,750	2,917	2,333	2,667	2,917	2,750	2,833	3,333
13	2,833	2,833	2,250	2,917	2,083	2,750	2,417	1,917	2,750	2,667
7	2,417	2,417	2,250	2,833	2,500	3,583	2,000	3,333	2,417	3,000
15	2,250	2,333	2,333	2,917	1,917	2,250	2,750	2,500	3,833	2,917

Discussions :

Ce tableau permet de faire ressortir les moyennes lorsque l'on croise les différents produits et les caractéristiques. On voit donc en bleu les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale et en rouge celles qui sont significativement petites que la moyenne globale.

L'arrière-goût et l'odeur ont un effet significativement positif sur les échantillons 1 et 3 par contre il a un effet significativement négatif sur l'échantillon 15.

Le goût aromatisé a un effet significativement négatif sur les échantillons 7 et 15.

L'amertume a un effet significativement positif sur l'échantillon 4 mais un effet significativement négatif sur les échantillons 7, 13 et 15.

La salinité a un effet significativement positif sur l'échantillon 4.

La friabilité en bouche a un effet significativement positif sur l'échantillon 6 par contre elle a un effet significativement négatif sur les échantillons 13 et 15.

L'acidité et la dureté ont un effet significativement positif sur les échantillons 3 et 11 par contre elles ont un effet significativement négatif sur les échantillons 5 et 7.

Le parfum a un effet significativement négatif sur les échantillons 2 et 13.

La déformabilité en bouche a un effet significativement positif sur l'échantillon 2.

IV-3- Test d'analyse des pénalités

Le penalty analysis (analyse des pénalités) est une méthode utilisée en analyse sensorielle pour identifier des axes d'améliorations possibles pour des produits, suite à des enquêtes auprès de consommateurs ou d'experts (**Popper.2004**).

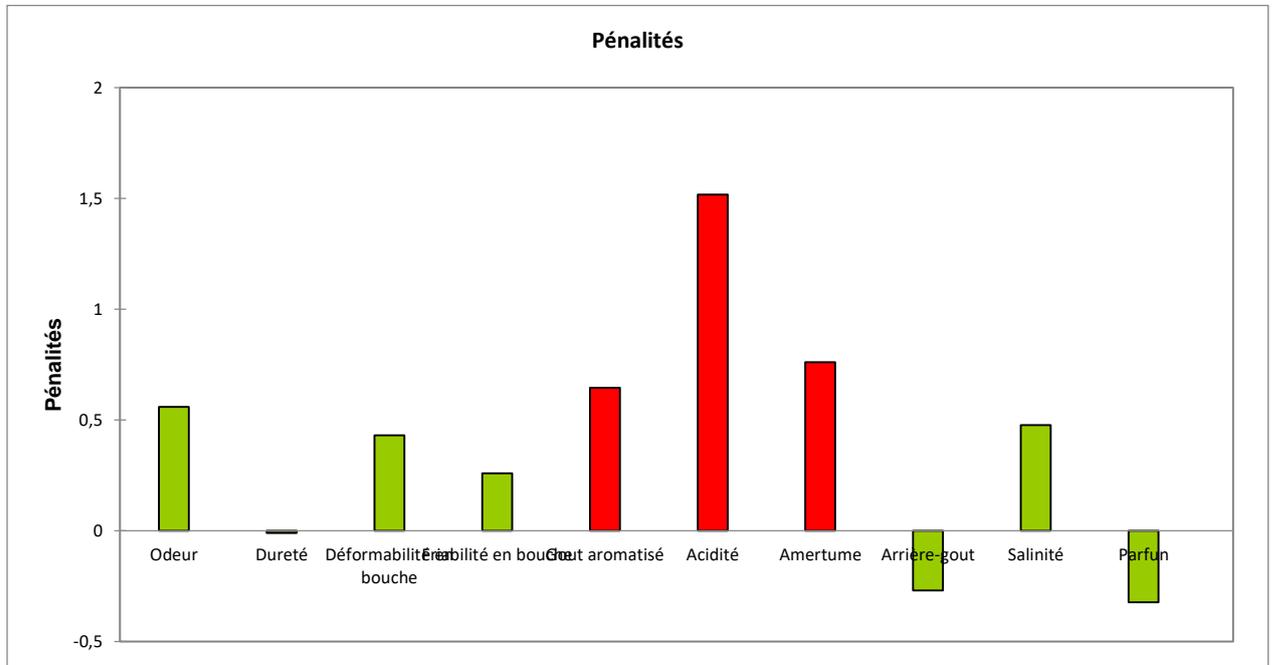


Figure 10: pénalités des descripteurs par le jury-expert.

Discussions :

Le graphe représente les pénalités. La pénalité est une différence pondérée entre les moyennes donc on utilise les niveaux JAR agrégés. Cette statistique nous montre combien de point de préférence sont perdus lorsque le produit ne correspond pas à l'attente des consommateurs.

Le descripteur le plus pénalisé par les jury-experts est le parfum suivi de l'arrière-goût.

Conclusion

Conclusion

Notre investigation s'est portée sur une formulation d'un fromage de chèvre au lait cru assaisonné par des poudres et d'extraits de plantes aromatiques dans le but d'améliorer l'appréciation du consommateur et d'assurer une bonne qualité hygiénique du produit.

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées pour les différentes formulations avec les taux d'incorporation en HE montrent que notre produit répond aux normes exigées par le **JORA**.

L'étude montre que les huiles essentielles ont un effet sur la flore microbienne et d'après les résultats obtenus on constate que l'impact apporté par l'HE de cumin est plus important que celui apporté par l'HE de fenouil, ce qui peut être justifié par la différence des constituants des deux huiles.

Les HE utilisées ont été obtenus par hydrodistillation assisté par micro-ondes à partir des graines de cumin avec un rendement de 0.8% et des graines de fenouil avec un rendement de 0.35%.

L'intérêt d'incorporation des HE ne se résumes pas seulement dans l'activité antimicrobienne mais aussi d'apporter une amélioration gustative (goût aromatisé) ce qui va permettre aux consommateurs qui ne supportent pas le goût caractéristique des fromages au lait de chèvre d'en profiter de ses bienfaits.

Afin de savoir si l'incorporation des goûts aromatisés (cumin et fenouil) ont été appréciés par les consommateurs, une évaluation sensorielle a été menée sur un panel expert constitué de douze jurys, avec une validation d'un plan d'expérience généré par le logiciel XL-STAT –MX.

A l'avenir, il serait souhaitable d'étudier l'impact des HE par l'analyse d'effets de dose sur les micro-organismes, cette analyse permettra de soustraire la mortalité naturelle et de prendre en considération que la mortalité générée par les HE, cette approche va permettre de mettre en évidence l'effet réel de l'incorporation des huiles essentielles d'une part et d'autre part d'estimer l'effet des HE sur la durée de conservation.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Aprotosoiaie, A.C., Spac, A., Hancianu, M., Miron, A., Tanasescu, V.F., Dorneanu, V., Stanescu, U., 2010. The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Farmacia* 58, 46-53.

Bourgeois, C.M., Mescle, J., Zucca, J., 1989. *Microbiologie alimentaire. Technique et documentation* Lavoisier: APRIA.

Baser, K., 2010. *Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications*/K. Hüsnü Can Baser, Gerhard Buchbauer. ISBN 978-1-4200-6315-8. Universitat Wien, Austria.

Bernadet, M., 1983. *La phyto-aromathérapie pratique: usage thérapeutique des plantes médicinales et des huiles essentielles: dictionnaire thérapeutique de 530 [cinq cent trente] affections courantes.* Dangles.

Caillet, S., Lacroix, M., 2007. *Les huiles essentielles: leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire.* INRS-Institut Armand-Frappier, RESALA Université de Laval, Québec, Canada, 1-8.

Conner, D., 1993. Naturally occurring compounds. *FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-NEW YORK-MARCEL DEKKER-*, 441-441.

Cosentino, S., Tuberoso, C.I.G., Pisano, B., Satta, M., Mascia, V., Arzedi, E., Palmas, F., 1999. In-vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian thymus essential oils. *Letters in applied microbiology* 29, 130-135.

Delarras, C., 2010. *Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Réglementation-Prélèvements-Analyses.* Ed. TEC et DOC/Lavoisier Paris.

De Macrellis-Warin, N., Pegnier, I., Alvarez, P., 2009. *Les enjeux de la santé et la sécurité du travail pour les entreprises utilisant des matières dangereuses au Québec.* Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations.

Références bibliographiques

Ferhat, Meklati, Chemat, 2010. . Citrus d'Algérie : les huiles essentielles et leurs procédés d'extractions Office des publications universitaires, 157 p.

Fillatre, Y., 2011. Produits phytosanitaires: Développement d'une méthode d'analyse multi-résidus dans les huiles essentielles par couplage de la chromatographie liquide avec la spectrométrie de masse en mode tandem. Université d'Angers.

Harbutt, J., 2009. World Cheese Book. Penguin.

HELLAL **Zohra.**, 2011. Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites de Citrus; Application sur la sardine. Université Mouloud Maameri de Tizi Ouzou.

Hilmarsson , Fernández., 2011. Antibacterial and Antifungal Activities of Essential Oils in Thormar H. Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents., Ltd ed, United Kingdom.

Holley, R.A., Patel, D., 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiology 22, 273-292.

Hussain, A.I., Anwar, F., Chatha, S.A.S., Jabbar, A., Mahboob, S., Nigam, P.S., 2010. Rosmarinus officinalis essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities. Brazilian Journal of Microbiology 41, 1070-1078.

ISO, N., 16212 (T 75-608). Décembre 2008. Cosmétiques. Microbiologie. Dénombrement des levures et des moisissures.

J., G., 2005. . La commercialisation des huiles essentielles in Huiles essentielles : de la plante à la commercialisation – Manuel pratique Québec.

Références bibliographiques

JEANTET Romain, C.T., GARRIC Gilles, BRULÉ Gérard, 2017. INITIATION A LA TECHNOLOGIE FROMAGERE, lavoisier TEC & DOC ed.

Kehal Farida., 2013. Utilisation de l'huile essentielle de Citrus limon comme agent conservateur et aromatique dans la crème fraîche, Département de Technologies Alimentaires. UNIVERSITE CONSTANTINE 1.

Knobloch, K., Pauli, A., Iberl, B., Weigand, H., Weis, N., 1989. Antibacterial and antifungal properties of essential oil components. *Journal of Essential Oil Research* 1, 119-128.

Lindien, G., Alais, C., 1997. Abrégé de biochimie alimentaire. 4ème éd. rév. et compl (9 octobre 1997). France: Dunod.

Lucchesi, M.-E., 2005. Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Université de la Réunion.

Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G., 2000. Initiation à la technologie fromagère. Editions Tec & Doc.

Mietton, B., 1995. Incidence de la composition des fromages au démoulage et des paramètres d'environnement sur l'activité des agents de l'affinage. *Revue des ENIL* 189, 19-27.

Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L., Lacroix, M., 2006. Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. *Meat science* 73, 236-244.

Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L., Lacroix, M., 2007. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157: H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food control* 18, 414-420.

Références bibliographiques

Stashenko, E.E., Jaramillo, B.E., Martinez, J.R., 2004. Analysis of volatile secondary metabolites from Colombian *Xylopia aromatica* (Lamarck) by different extraction and headspace methods and gas chromatography. *Journal of Chromatography A* 1025, 105-113.

Vignola, C., MICHEL, J., PAQUIN, P., 2002. *Science et technologie du lait: transformation du lait*. Ed Lvoisier, Paris.

Wuryatmo, E., Klieber, A., Scott, E.S., 2003. Inhibition of citrus postharvest pathogens by vapor of citral and related compounds in culture. *Journal of agricultural and food chemistry* 51, 2637-2640.

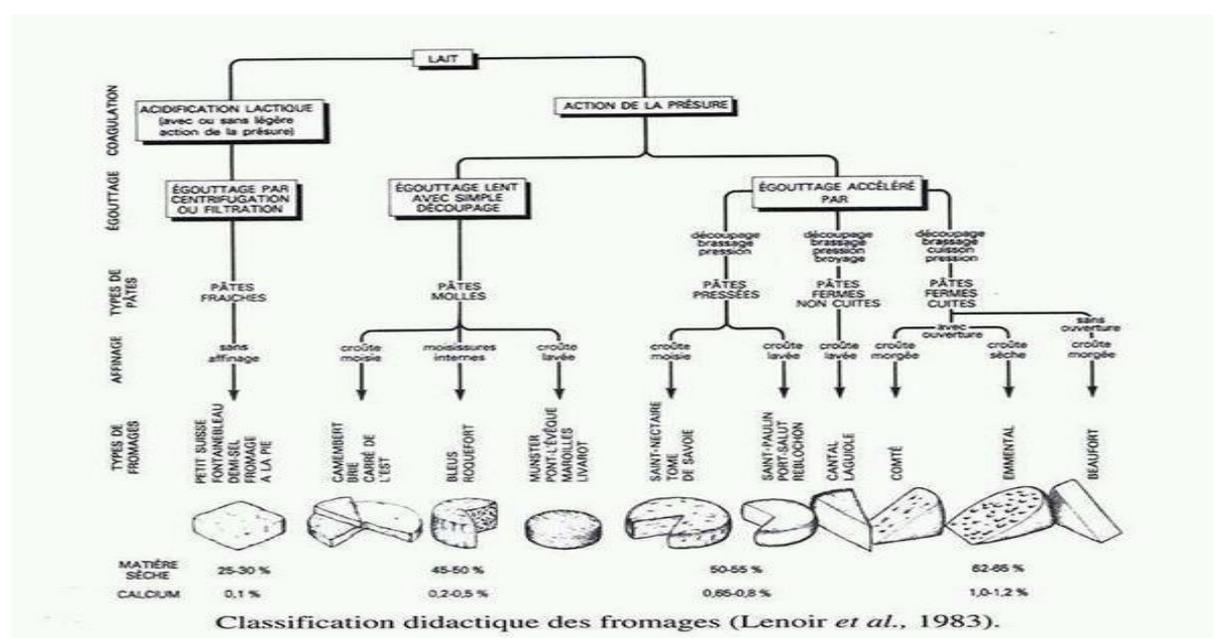
Annexes

Annexes

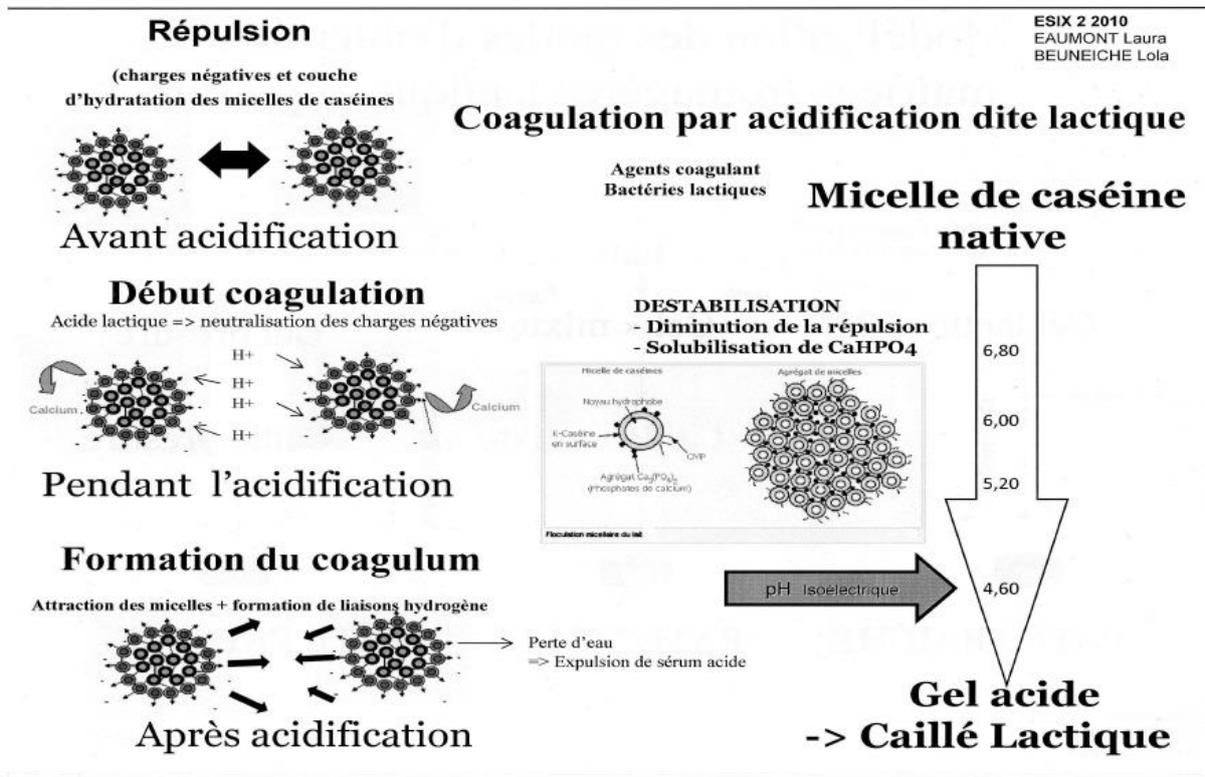
Annexe I: classification du fromage en fonction de la consistance, la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage A-6(FAO/OMS, 1994)

Formule I		Formule II		Formule II
TEFD(%)	Le premier élément de la dénomination sera :	MGES(%)	Le second élément de la dénomination sera :	D'après les principales caractéristiques d'affinage
<51	Pâte extra dure	>60	Extra gras	1 : affiné en levure
49-56	Pâte dure	45-60	Tout gras	A : principalement en surface
54-63	Pâte semi-dure	25-45	Mi- gras	B : Principalement en masse
61-69	Pâte semi-molle	10-25	Quatre-gras	2 : affiné en moisissure
>67	Pâte molle	<10	Maigre	A : principalement en surface
				B : Principalement en masse

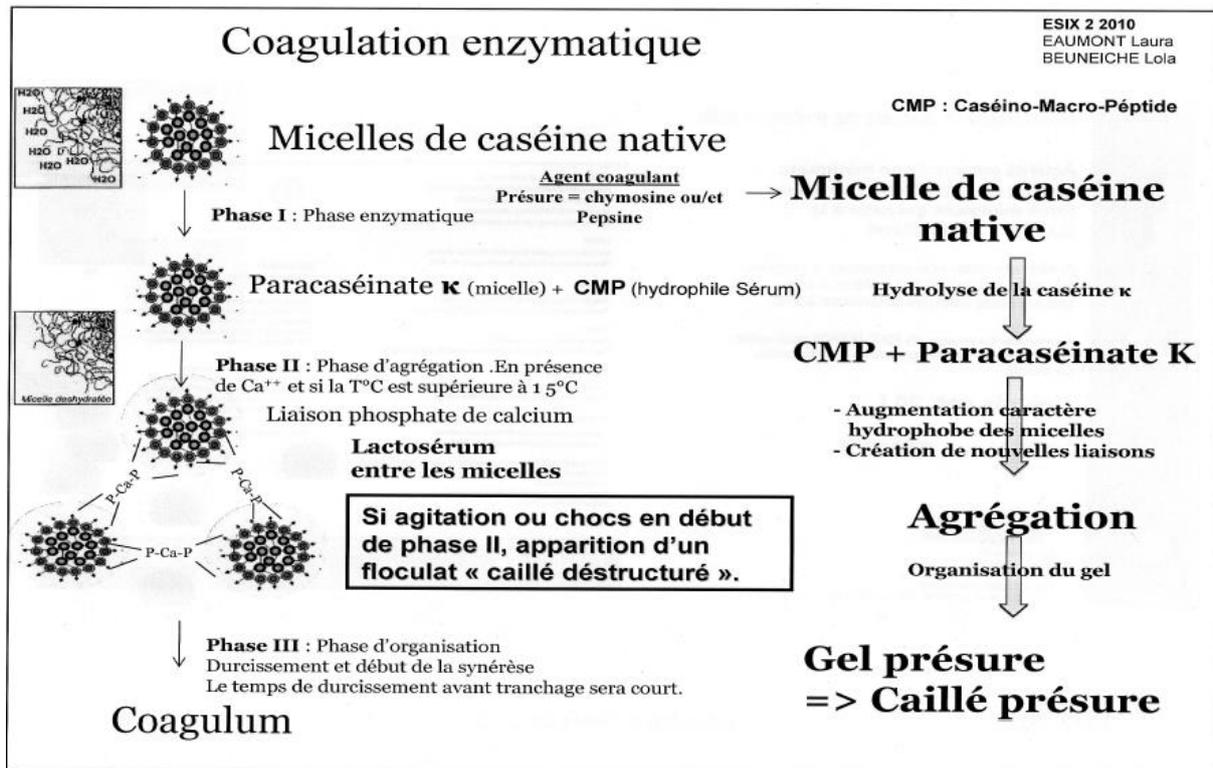
Annexe II: Classification didactique des fromages selon Lenoir et al 1983.



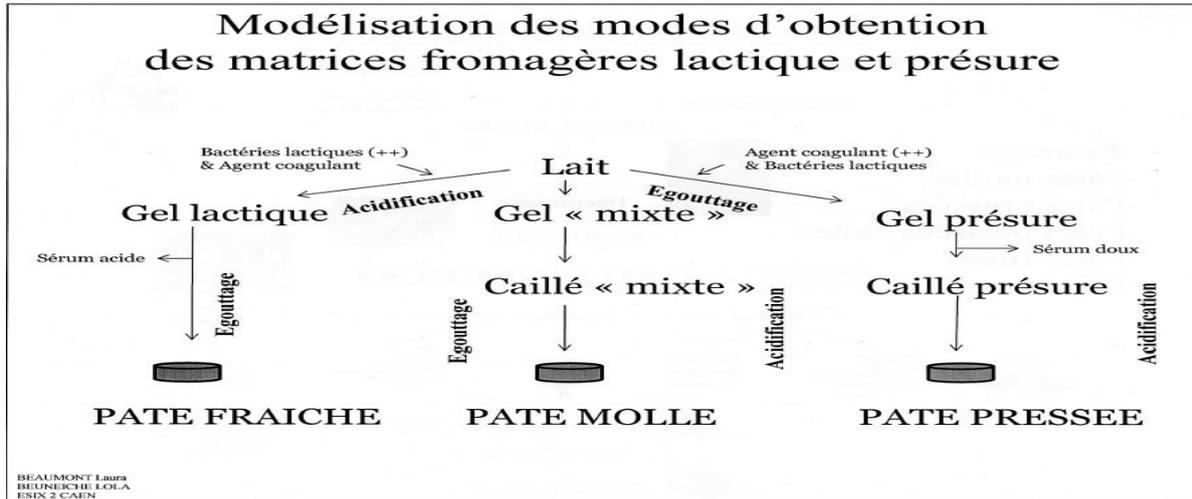
Annexe III : Coagulation par voie acide



Annexe IV: Coagulation par voie enzymatique



Annexe V : Modélisation des modes d'obtention des matrices fromagère lactique et présure (coagulation mixte)



Annexes

Annexe VI : accidents et défauts de fabrication

		Défauts	Origines	Préventifs /Correctifs
Coagulation et égouttage		Défauts de coagulation et d'égouttage	-Facteurs d'inhibition naturelle du lait :(Immunoglobuline, Lactoperoxydase, Lysozyme, Nisine, AG libres, Leucocytes... etc)	-Traitement thermiques (destruction des inhibiteurs et libération des facteurs de croissance)
			-Facteurs exogènes : Bactériophages, Antibiotiques et résidus chimiques -Facteurs affectant la coagulation et l'égouttage : lait de mammite (mamelles infectées), laits réfrigérés -Période de lactation (début ou à la fin)	-Respect des règles générales d'hygiène de la traite
Affinage et maturation du fromage		Défauts de texture et de gonflements	-technologiques (pate sèche, coulante, fromage lainé, sans ouverture ou trop ouvert.	Maitrise du procédé de fabrication
			-microbiologiques : gonflements précoces ou tardifs.	Maitrise des conditions d'affinage (conditions optimales du développement de la flore d'affinage température et humidité principalement
	Défauts d'aspects et du croutage et moisissure indésirables	-Fongiques du surface (bleu, poil de chat, Peau de crapaud) -Bactérienne (surface ou intérieur de la pâte : chancre, taches orangées, crème, rosée, brunâtre, blanchâtre, rouge des tablards...etc	Maitriser les facteurs des causes : -la contamination massive par les microorganismes indésirables -pH et l' A_w et la teneur en eau de la croute (ressuyage) -Température et composition de l'atmosphère des hâloirs	
		Défauts saveur et d'arômes	Saveur et amertume	Accumulation des peptides de petite taille (PM< 6000g/mol) Caséine β , penicillium, plasmine excessive, pH du lait à l'emprésurage ...etc
	Gout de rance	Acide gras libre (C ₄ , C ₁₂) Lait riche en bactéries psychotrophes (lipoprotéine lipase)	Réduire la charge des psychotrophes Par traitement thermique	

Annexes

Annexe VII: Appareillages

Appareillages	Référence	Principe
LactoStar	(FUNKE GERBER)	
pH mètre	HANNA pH 211	Par définition le pH est l'activité des ions H ⁺ dans une solution
Balance de précision	RADWAG.WAS 600/C/2	Une balance à peser a grande précision
Aw mètre	ROTRONIC HYGROPALM AW	C'est un appareil qui accélère la mesure d'activité de l'eau d'un échantillon avec une erreur d'ordre ±0.005
Bec Bunsen	-	Le bec Bunsen se présente sous forme d'un cheminé relié à une arrivée latérale de gaze combustible .une virole permet de régler l'arrivée d'air par des orifices latéraux afin de contrôler la flamme
Dispositif d'acidité titrable	-	Titration de l'acidité par l'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence d'un indicateur coloré (phénol phtaléine)
Dessiccateur à infrarouge	DENVER Instrument IR-100	L'EST est mesuré au moyen d'un dissecateur qui est composé d'un système de chauffage au rayonnement infrarouge la détermination de l'EST est basé sur la dessiccation d'échantillon par rapport à sa surface d'étalement
Nébuliseur électrique	CYCLONE modèle N°2732	diffusion par voie aérienne d'un produit de désinfection, de désinsectisation ou de désodorisation. Cette opération consiste à diffuser, dans le local clos, un brouillard de fines particules de 5 à 40 microns qui vont se déposer sur toutes les surfaces et parois à traiter.

Annexe IIX : Fiche technique DEPTOL MDS disponible sur www.groupeplg.com

Produit : DEPTAL MDS

HYPRED

Date de MAJ : 26/09/11
version 2.9

Code : 0 421 0

DEPTAL MDS

Liquide concentré à usage exclusivement professionnel

HYGIENE DES SURFACES

DÉTERGENT-DÉSINFECTANT

DETERGENT DOUX NON CHLÔRE POUR APPLICATION MOUSSE

PRODUIT BIOCIDE - N° MEDOTL : 7980

Substance(s) active(s) pour 100g de produit : N-(3-aminopropyl)-N-dodécyl-propane-1,3-diamine 2,4g

GRUPE 1 : Désinfectants et produits biocides gazeux; Type de produits 4 : Désinfectants pour les surfaces en contact
avec les denrées alimentaires et les aliments pour animaux.

Homologation bactéricide n° 0700481 délivrée par le Ministère de l'Écologie : Locaux de stockage (P.O.A), Matériel de
transport (P.O.A), Matériel de literie, Locaux de stockage (P.O.V), Matériel de stockage (P.O.V), Matériel de transport
(P.O.V), à la concentration de 2 % pour 5 min de temps de contact

PRÉSENTATION

- . Liquide limpide, incolore
- . pH pur : 13 +/- 0,3
- . pH à 10 g/l : 10,9 +/- 0,5
- . Masse volumique à 20° C : 1,05 +/- 0,01 g/cm³
- . Point de gel : 0 °C

PROPRIÉTÉS

- . Détergent moyennement alcalin

Annexe IX : Fiche technique DEPTOL MDS



DEPTAL OC

DATE DE MISE A JOUR : 30/11/18

**INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES
DETERGENT ALCALIN MOUSSANT
EN APPLICATIONS MOUSSE ET PULVERISATION SUR LES SURFACES ET
MATERIELS**

Caractéristiques physico-chimiques :

Aspect	Liquide limpide
Couleur	Jaunâtre
pH pur	13,4±0,3
pH à 10g/l	11,5±0,5
Masse volumique	1,14±0,01 g/cm ³
Point de gel :	-10 °C
Solubilité dans l'eau	Soluble dans l'eau en toutes proportions

Critères environnementaux :

Phosphore	0%
Azote	1,2%
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	200 grammes de dioxygène par kilogramme

Propriétés :

Détergent
Moussant



HYPRED SAS
55, Boulevard Jules Verger B.P. 10180, 35803 DINARD Cedex - FRANCE
Tél : +33 (0)2 99 16 50 00 Fax : +33 (0)2 99 16 50 20 - e-mail : hypred@hypred.com

Annexe X : Fiche technique aseptanios-oxy <http://www.aedes.fr>



FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ

(Règlement REACH (CE) n° 1907/2006 - n° 453/2010)

SECTION 1 : IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE/DU MÉLANGE ET DE LA SOCIÉTÉ/L'ENTREPRISE

1.1. Identificateur de produit

Nom du produit : ASEPTANIOS OXY +
Code du produit : 2121000

1.2. Utilisations identifiées pertinentes de la substance ou du mélange et utilisations déconseillées

Désinfection par voie adrienne.

Pour plus d'information sur l'indication du produit, se référer à l'étiquette.

1.3. Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité

Raison Sociale : Laboratoires ANIOS.

Adresse : PAVE DU MOULIN .59260.LILLE - HELLEMES.FRANCE.

Téléphone : + 33 (0)3 20 67 67 67. Fax : + 33 (0)3 20 67 67 68.

e-mail : fds@anios.com

www.anios.com

1.4. Numéro d'appel d'urgence : + 33(0)1 45 42 59 59.

Société/Organisme : INRS.

SECTION 2 : IDENTIFICATION DES DANGERS

2.1. Classification de la substance ou du mélange

Conformément au règlement (CE) n° 1272/2008 et ses adaptations.

Irritation cutanée, Catégorie 2 (Skin Irrit. 2, H315).

Irritation oculaire, Catégorie 2 (Eye Irrit. 2, H319).

Ce mélange ne présente pas de danger physique. Voir les préconisations concernant les autres produits présents dans le local.

Ce mélange ne présente pas de danger pour l'environnement. Aucune atteinte à l'environnement n'est connue ou prévisible dans les conditions normales d'utilisation.

Conformément aux directives 67/548/CEE, 1999/45/CE et leurs adaptations.

Irritation cutanée (Xi, R 38).

Irritation oculaire (Xi, R 36).

Ce mélange ne présente pas de danger physique. Voir les préconisations concernant les autres produits présents dans le local.

Ce mélange ne présente pas de danger pour l'environnement. Aucune atteinte à l'environnement n'est connue ou prévisible dans les conditions normales d'utilisation.

2.2. Éléments d'étiquetage

Conformément au règlement (CE) n° 1272/2008 et ses adaptations.

Pictogrammes de danger :



GHS07

Mention d'avertissement :

ATTENTION

Mentions de danger et informations additionnelles sur les dangers :

H315 Provoque une irritation cutanée.

H319 Provoque une sévère irritation des yeux.

Conseils de prudence - Généraux :

P102 Tenir hors de portée des enfants.

Conseils de prudence - Prévention :

Annexe XI : Fiche technique Présure

BICHSEL KÄSEREIBEDARF / EQUIPEMENT LAITIER 3506 GROSSHÖCHSTETTEN 031 711 11 11

Natur-Käse-Lab in Pulver
extrahiert aus Kälbermagen

Présure naturelle en poudre
de caillettes de veau

Chymosin: Stärke/force
Pepsin IMCU/g Internat.

«Hansen» standard 1400+
4010.08 Dose/boîte 500 g

60 l Milch/lait = 1 g
80:20 % 1400 1:150'000

«Clerici» standard
4010.04 Dose/boîte 100 g
4013.02 Dose/boîte 500 g

60 l Milch/lait = 1 g
80:20 % 1400 1:150'000
96:4 % 1400 1:150'000

«Renco» standard
4010.10 Dose/boîte 500 g

60 l Milch/lait = 1 g
96:4 % 1400 1:142'500

«NA-LA»
4010.12 NA-LA 25 g
4010.14 NA-LA 100 g
4010.18 NA-LA 500 g

40 l Milch/lait = 1 g
75:25 % 900 1:100'000
75:25 % 900 1:100'000
75:25 % 900 1:100'000



Annexe XII: Fiche technique Ferment lactique MA

PRODUCT DESCRIPTION - PD 205505-4.3FR

No. de produit 50411

CHOOZIT™ MA 14 LYO 50 DCU

CHOOZIT™ Cheese Cultures

Description

Ferment lactique lyophilisé concentré pour l'ensemencement direct du lait et des bases lactées.

Dosages d'utilisation

Produit	Dose
fromage à pâte molle	6.25 DCU / 100 l de lait
Emmental	6.25 DCU / 100 l de lait
Raclette, Fontine	6.25 DCU / 100 l de lait
Saint Paulin	6.25 DCU / 100 l de lait
Tomme, Comté	6.25 DCU / 100 l de lait
fromage frais	3.75 - 6.25 DCU / 100 l de lait
Tvarog	4 - 6 DCU / 100 l de lait
type quark	4 - 6 DCU / 100 l de lait
crème acide	4 - 6 DCU / 100 l de lait

Les doses d'ensemencement préconisées sont données à titre indicatif. Des ferments supplémentaires peuvent être rajoutés en fonction de la technologie, du taux de matières grasses et des caractéristiques produits recherchées.

Notre responsabilité ne serait être engagée dans le cas d'une utilisation autre que celle recommandée.

Conseils d'utilisation

Conserver à une température < 4°C dans un endroit sec. Lorsque le produit est conservé à une température négative, laisser le sachet pendant 30 à 60 minutes, à température ambiante, avant de l'ouvrir. Dans le cas contraire, les propriétés de la culture en seront affectées. Prolonger l'exposition à température ambiante diminuera également les performances. Vérifier avant utilisation que la culture utilisée est sous forme de poudre. Ajouter directement au lait de fabrication dès que les pâles d'agitation de la cuve sont recouvertes de lait. Eviter la formation de mousse et d'air dans le lait.

Recommandations importantes :

Si le produit forme une masse compacte, il doit être mis au rebut. Afin de garder la contamination bactériophagique sous contrôle, s'assurer que l'environnement et les équipements soient nettoyés avec des produits appropriés, à intervalles réguliers. Supprimer tout système qui pourrait recycler une partie du produit fini au début de la chaîne de fabrication afin de limiter la propagation phagique. Notre responsabilité ne serait être engagée en cas d'une utilisation autre que celle recommandée.

Composition

Lactococcus lactis subsp. lactis
Lactococcus lactis subsp. cremoris

Propriétés

- Ferment mésophile homofermentaire.
- Ensemencement direct.
- Activité standardisée

Une rotation phagique est disponible sur demande.

Annexe XIII: Fiche technique Ferment lactique TA

PRODUCT DESCRIPTION - PD 205530-5.2FR

No. de produit 50504

CHOOZIT™ TA 54 LYO 50 DCU

CHOOZIT™ Cheese Cultures

Description

Ferment lactique lyophilisé concentré pour l'ensemencement direct du lait et des bases lactées.

Dosages d'utilisation

Produit	Dose
fromage à pâte molle	5 - 10 DCU / 100 l de lait
Fromage à pâte demi-dure	1.25 - 5 DCU / 100 l de lait
type quark	4 - 6 DCU / 100 l de lait
crème acide	4 - 6 DCU / 100 l de lait

Les doses d'ensemencement préconisées sont données à titre indicatif. Des ferments supplémentaires peuvent être rajoutés en fonction de la technologie, du taux de matières grasses et des caractéristiques produits recherchés.

Notre responsabilité ne serait être engagée dans le cas d'une utilisation autre que celle recommandée.

Conseils d'utilisation

Conserver à une température < 4°C dans un endroit sec. Lorsque le produit est conservé à une température négative, laisser le sachet pendant 30 à 60 minutes, à température ambiante, avant de l'ouvrir. Dans le cas contraire, les propriétés de la culture en seront affectées. Prolonger l'exposition à température ambiante diminuera également les performances. Vérifier avant utilisation que la culture utilisée est sous forme de poudre. Ajouter directement au lait de fabrication dès que les pâles d'agitation de la cuve sont recouvertes de lait. Eviter la formation de mousse et d'air dans le lait.

Recommandations importantes :

Si le produit forme une masse compacte, il doit être mis au rebut. Afin de garder la contamination bactériophagique sous contrôle, s'assurer que l'environnement et les équipements soient nettoyés avec des produits appropriés, à intervalles réguliers. Supprimer tout système qui pourrait recycler une partie du produit fini au début de la chaîne de fabrication afin de limiter la propagation phagique. Notre responsabilité ne serait être engagée en cas d'une utilisation autre que celle recommandée.

Composition

Streptococcus thermophilus

Propriétés

- Souches thermophiles lentes
- Ensemencement direct

Une rotation phagique est disponible sur demande.

Spécifications physiques/chimiques

Normes d'activité acidifiante

Milieu test :

Lait stérilisé reconstitué (10% matières sèches)

Chauffé 20 min à 110°C. Standardisé à un pH 6,60

Température : 37 °C

Taux d'ensemencement : 6.25 DCU / 100 l

Delta pH : 1.1

Temps pour atteindre le delta pH : <= 5.25 heures

Spécifications microbiologiques

Normes bactériologiques (données standard et méthodes de référence)

Coliformes	< 10 / g [1]
Enterococci	< 20 / g [2]
Levures	< 10 / g [3]
Moisissures	< 10 / g [3]
Staphylococci coagulase positive	< 10 / g [4]
Listeria monocytogenes	neg. / 25 g [5]
Salmonella	neg. / 25 g [6]

[1] NF V08-015, IDF 73A-1985

[2] Gélose bile esculine azide de sodium / 48 h à 37 °C

[3] NF V08-022, IDF 94B-1991

[4] NF V08-057, IDF 145A-1997

[5] NF V08-055, IDF 143A-1990

[6] NF V08-052, IDF 93B-1995

Stockage

18 mois à compter de la date de production à <= 4°C

Annexe XIV: Fiche technique Ferment fongique GEO 17

PRODUCT DESCRIPTION - PD 206750-5.2FR

No. de produit 50303

GEO 17 LYO 10 D

CHOOZIT™ Cheese Cultures

Description

Agent important dans l'affinage des fromages, le *Geotrichum* s'installe très rapidement à la surface des fromages (le premier) facilitant ainsi (avec les levures) l'implantation du *Penicillium candidum*.

Dosages d'utilisation

Produit

Type Brie	2 doses / 1000 l de lait
Type Camembert	2 doses / 1000 l de lait
Fromage ultra filtré	1 - 2 doses / 1000 l de lait
Fromage à pâte persillée croûte fleurie	1 - 2 doses / 1000 l de lait

Les doses d'ensemencement préconisées sont données à titre indicatif. Des ferments supplémentaires peuvent être rajoutés en fonction de la technologie, du taux de matières grasses et des caractéristiques produits recherchées.

Notre responsabilité ne serait être engagée dans le cas d'une utilisation autre que celle recommandée.

Conseils d'utilisation

L'incorporation dans le lait favorise l'activité du *Geotrichum*. L'apport dans le lait peut être fait sans réhydratation du lyophilisat. Les *Geotrichum* lyophilisés doivent être réactivés (16H à +4°C) avant emploi en pulvérisation ou en solution de soins en cave.

Notre responsabilité ne serait être engagée dans le cas d'une utilisation autre que celle recommandée.

Composition

Geotrichum candidum

Propriétés

GEO 17 LYO 10 D : forme moisissure.

- Il est préférable d'utiliser GEO 17 LYO 10 D en association avec *Penicillium Candidum*.

- Une des manières de réduire l'épaisseur de la croûte du fromage est d'augmenter le dosage de GEO 17 LYO 10 D au détriment de celui du *Penicillium Candidum*.

Rapide désacidification du caillé par consommation de l'acide lactique grâce à l'implantation en 24-48 heures d'une flore sélectionnée facilement maîtrisable. L'activité enzymatique est faible par rapport au *Penicillium Candidum*, mais ayant un rôle considérable sur l'arôme et le goût du fromage.

Favorise l'implantation des *Corynebactéries* par neutralisation du pH et par l'introduction de facteurs de croissance. Améliore l'aspect final du fromage : protéolyse limitée (moins d'amoniac) et contrôle des polluants.

Spécifications microbiologiques

Normes bactériologiques (données standard et méthodes de référence)

Population 8.0E+07 CFU / dose
Tolérance : from 7.2E+7 to 16.0E+7 CFU

Enterobacteria	< 10 / g [8]
Enterococci	< 10 / g [2]
Staphylococci coagulase positive	< 10 / g [12]
Anaérobies sulfite-réducteurs	< 10 / g [9]
Levures	< 10 / g [10]
Moisissures contaminantes	< 10 / g [10]
Flore aérobie mésophile totale	< 100 / g [11]
<i>Listeria monocytogenes</i>	neg. / 25 g [13]
<i>Salmonella</i>	neg. / 25 g [14]

[8] V08-054 Fev. 1999 (lecture 48 heures)

[2] Gélose bile esculine azide de sodium / 48 h à 37 °C

[12] NF V08-057 Nov. 1994 partie 1

[9] V08-061 Oct. 1996 (With Meat Leaver SR medium)

[10] V08-059 Nov. 1995

[11] V08-051 Fev. 1999 (PCA + 9 % lait + 0,02 % pimaricin)

[13] NF V08-055, Août 1997

[14] NF V08-052, Mai 1997

Annexes

Annexe XV : Plan de nettoyage et de désinfection

	Quoi	avec	quand	comment
nettoyage et désinfection des surfaces	sol	Détergent et désinfectant MDS	1 fois par jour	brosser avec le détergent
		brosse et serviette		laisser agir 20 min
		eau		Rinçage (eau)
				Essuyer (serviette)
	payasse	Détergent et désinfectant MDS	2 fois par jour (nettoyage)	appliquer le détergent
		brosse et serviette		laisser agir 20 min
		eau	avant utilisation désinfection	Rinçage (eau)
		eau de javel		essuyer (serviette)
	armoires d'affinage	Détergent et désinfectant MDS	3 fois par jour	appliquer le détergent
		serviette		laisser agir 20 min
		eau		Rinçage (eau)
				essuyer (serviette)
	plaque de moulage	Détergent et désinfectant MDS	avant utilisation	trempage avec le détergent
		brosse et serviette		laisser agir 20 min
		eau pasteurisé		Rinçage (eau bouillante)
				Essuyer (serviette)
	extensibles	Détergent et désinfectant MDS	avant utilisation	appliquer le détergent
		brosse et serviette		laisser agir 20 min
		eau pasteurisé		Rinçage (eau bouillante)
				essuyer (serviette)

Annexes

Plan de nettoyage et de désinfection (suite)

	Quoi ?	Avec ?	Quand ?	Comment ?
nettoyage et désinfection des surfaces	bac de coagulation	Détergent et désinfectant MDS	avant utilisation	appliquer le détergent
		brosse et serviette		laisser agir 20 min
		eau pasteurisé		Rinçage (eau bouillante)
				essuyer (serviette)
	sac d'égouttage	Détergent et désinfectant MDS	avant utilisation	dégrossir avec de l'eau chaude
		eau de javel		trempage avec le détergent (20 min)
		eau bouillante		rinçage (eau) et désinfection(eau de javel)
				rinçage (eau bouillante)et séchage(étuve)
	grilles d'affinage	Détergent et désinfectant MDS	avant utilisation	appliquer le détergent
		brosse et serviette		laisser agir 20 min
		eau pasteurisé		rinçage (eau bouillante)
				essuyer (serviette)
désinfection d'ambiance	l'air	désinfectant Aseptanios	1 fois par semaine	fermeture de la salle
		turbofort		pulvérisation du désinfectant
		laisser agir 30 min		
		évacuation et régénérations d'air (haute)		
hygiène corporelle	lavage et désinfection des mains	savon	avant et après chaque manipulation	lavage des mains (savon)
		éthanol		désinfection (éthanol [70%])
		eau pasteurisé		rinçage (eau pasteurisé)
		serviette		essuyer (serviette)

Annexes

Annexe XVI : les milieux de culture

Milieu BCPL

Ingrédients	Quantités (g /L)
Peptone	5
Extrait de viande	3
Lactose	10
Pourpre de bromocrésol	10.25
Gélose	15

pH=7, Autoclave a 120°C/20 min.

Milieu PCA

Ingrédients	Quantités (g /L)
Peptone	5
Extrait de levure	2.25
Glucose	1
Agar	15

pH=7.2, Autoclaver a 120°C/15 min.

Milieu Chapman

Ingrédients	Quantités (g /L)
Extrait de viande	1
Peptone	10
Na Cl	75
Mannitol	10
Rouge de phénol	0.025
Gélose	15

pH=7.4, Autoclave a 120°C/15 min.

Milieu Sabouraud

Ingrédients	Quantités (g /L)
Extrait de levure	5
glucose	20
chloramphénicol	0.1
Agar	11

pH=6.4, Autoclave à 120°C/15 min.

Annexes

Annex XVII: table MAC GRADY NPP

TABLE DE MAC GRADY À TROIS ESSAIS				
		limites de confiance à 95%		
	NPP	Inf	sup	catégorie
000	< 0,30	0	0,94	
001	0,30	0,01	0,95	3
010	0,30	0,01	1,0	2
011	0,61	0,12	1,7	0
020	0,62	0,12	1,7	3
030	0,94	0,35	3,5	0
100	0,36	0,02	1,7	1
101	0,72	0,12	1,7	2
102	1,10	0,4	3,5	0
110	0,74	0,1	2,0	1
111	1,10	0,4	3,5	3
120	1,10	0,4	3,5	2
121	1,50	0,5	3,8	3
130	1,60	0,5	3,8	3
200	0,92	0,2	3,5	1
201	1,40	0,4	3,5	2
202	2,0	0,5	3,8	0
210	1,5	0,4	3,8	1
211	2,0	0,5	3,8	2
212	2,7	0,9	9,4	0
220	2,1	0,5	4,0	1
221	2,8	0,9	9,4	3
222	3,5	0,9	9,4	0
230	2,9	0,9	9,4	3
231	3,6	0,9	9,4	0
300	2,3	0,5	9,4	1
301	3,8	0,9	10,4	1
302	6,4	1,6	18,1	3
310	4,3	0,9	18,1	1
311	7,5	1,7	19,9	1
312	12,0	3,0	36	3
313	16,0	3,0	38	0
320	9,3	1,8	36	1
321	15	3,0	38	1
322	21	3,0	40	2
323	29	9,0	99	3
330	24	4,0	99	1
331	46	9,0	198	1
332	110	20	400	1
333	> 100			

Annexes

Annexe XIIX: Questionnaire devaluation sensorielles

Analyse sensorielle des fromages

bulletin N°01

Nom et prénom : Date :

Sexe: masculin féminin Identifiant :

Sept (07) échantillons de fromages affinés préparés à base de lait de chèvre codé : A, B, C, D, E, F et G.

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

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

Vous n'êtes pas obligé de suivre l'ordre des caractéristiques à évaluées

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	A	B	C	D	E	F	G
Note attribuée							

2) Déformabilité (en bouche):

- 1- absente
- 2- Faible
- 3- moyenne

Annexes

- 4- élevé
- 5- très élevé

Echantillons	A	B	C	D	E	F	G
Note attribuée							

3) Friabilité (en bouche):

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

Echantillons	A	B	C	D	E	F	G
Note attribuée							

III. Saveur :

1) Gout aromatisé :

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

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							

Annexes

3) Amertume :

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

Echantillons	A	B	C	D	E	F	G
Note attribuée							

4) Arrière-gout :

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

Echantillons	A	B	C	D	E	F	G
Note correspondante							

5) Salinité :

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

Echantillons	A	B	C	D	E	F	G
Note attribuée							

IV. Arome identifiée (parfum) :

- 1- Non identifiée
- 2- coriandre قسبر
- 3- Cumin كمون
- 4- Anis vert
- 5- Fenouil بسباس

Echantillons	A	B	C	D	E	F	G
Note attribuée							

Annexes

V. Préférence :

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							

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 correspondante							

Bulletin N°02

Sept (07) échantillons de fromages affinés préparés à base de lait de chèvre codé : A', B', C', D', E', F' et G'.

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

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

Vous n'êtes pas obligé de suivre l'ordre des caractéristiques à évaluées

Annexes

VI. Odeur :

- 6- absente
- 7- Faible
- 8- Moyenne
- 9- Forte
- 10- Très forte

Echantillons	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'
Note attribuée							

VII. Texture

4) Dureté

- 6- Mou
- 7- Faiblement dur
- 8- Dur
- 9- Très dur
- 10- Extra dur

Echantillons	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'
Note attribuée							

5) Déformabilité (en bouche):

- 6- absente
- 7- Faible
- 8- moyenne
- 9- élevé
- 10- très élevé

Echantillons	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'
Note attribuée							

6) Friabilité (en bouche):

- 6- absente
- 7- Faible
- 8- moyenne
- 9- élevé
- 10- très élevé

Echantillons	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'
Note attribuée							

VIII. Saveur :

6) Gout aromatisé :

- 6- absente
- 7- Faible
- 8- Moyenne
- 9- Forte
- 10- Très forte

Echantillons	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'
Note attribuée							

7) Acidité :

- 6- absente
- 7- Faible
- 8- Moyenne
- 9- Forte
- 10- Très forte

Echantillons	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'
Note attribuée							

8) Amertume :

- 6- absente
- 7- Faible
- 8- Moyenne
- 9- Forte
- 10- Très forte

Echantillons	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'
Note attribuée							

9) Arrière-gout :

- 6- absente
- 7- Faible
- 8- Moyenne
- 9- Forte
- 10- Très forte
- 11-

Annexes

Echantillons	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'
Note attribuée							

10) Salinité :

- 6- absente
- 7- Faible
- 8- Moyenne
- 9- Forte
- 10- Très forte

Echantillons	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'
Note attribuée							

IX. Arome identifiée (parfum) :

- 6- Non identifiée
- 7- coriandre قسبر
- 8- Cumin كمون
- 9- Anis vert
- 10- Fenouil بسباس

Echantillons	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'
Note attribuée							

X. Préférence :

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							

Annexes

Quels sont les caractéristiques qui ont motivé votre préférence ?

- 6- Odeur
- 7- Couleur
- 8- Gout aromatisé
- 9- Texture en bouche
- 10- L'ensemble des caractéristiques évaluées

Echantillons	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'
Note correspondante							

Bulletin N° : 03

Trois échantillons de fromage affiné préparé à base du lait de chèvre et des graines de plantes aromatiques codés par H, I et J.

Il vous est demandé d'attribuer une note de 1 à 5 selon l'échelle donnée pour chaque caractéristique évaluée

I- Appréciation visuelle :

- 1- Non apprécié
- 2- Faiblement apprécié
- 3- Peu apprécié
- 4- Moyennement Apprécier
- 5- Apprécier

Echantillons	H	I	J
Note attribué			

II- Texture

7) Dureté

- 11- Mou
- 12- Faiblement dur
- 13- Dur
- 14- Très dur
- 15- Extra dur

Annexes

Echantillons	H	I	J
Note attribué			

8) Déformabilité (en bouche):

- 11- absente
- 12- Faible
- 13- moyenne
- 14- élevé
- 15- très élevé

Echantillons	H	I	J
Note attribué			

9) Friabilité (en bouche):

- 11- absente
- 12- Faible
- 13- moyenne
- 14- élevé
- 15- très élevé

Echantillons	H	I	J
Note attribué			

III- Préférence :

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

Taux de satisfaction	H	I	J
(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			

Annexes

Quels sont les caractéristiques qui ont motivé votre préférence ?

11- Odeur

12- Couleur

13- Gout aromatisé

14- Texture en bouche

15- L'ensemble des caractéristiques évalué

Echantillons	H	I	J
Note attribuée			

Résumé

Le présent travail consiste à formuler un fromage au lait crû de chèvre par des plantes aromatiques de deux espèces différentes (le fenouil et le cumin)

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par la méthode d'hydrodistillation assistée par micro-onde qui nous a permis d'avoir un rendement de 0.35 pour le fenouil et de 0.8 pour le cumin.

Des différentes doses des huiles essentielles ont été introduites dans le fromage dans son état frais, afin de suivre l'activité biologique de ces HE au cours de l'affinage.

Les résultats obtenus à l'issue de ce travail nous ont permis de constater que l'activité biologique de l'huile du cumin est d'autant plus élevée que celle du fenouil.

L'ajout de ces plantes aromatiques dans le fromage de chèvre nous a permis d'améliorer les qualités gustatives validées par une analyse sensorielle.

Mots clés : fromage de chèvre, lait crû, plante aromatique, huile essentielle, affinage, extraction, analyse sensorielle.

Abstract

The present work consists of formulating a raw goat milk cheese by aromatic plants of two different species (fennel and cumin)

The extraction of essential oils was carried out by the microwave-assisted hydrodistillation method which allowed us to have a yield of 0.35 for fennel and 0.8 for cumin.

Different doses of essential oils were introduced into the cheese in its fresh state, in order to monitor the biological activity of these HEs during ripening.

The results obtained at the end of this work allowed us to observe that the biological activity of the cumin oil is ending higher than that of fennel.

The addition of these aromatic plants in goat cheese has allowed us to improve the taste qualities validated by a sensory analysis.

Key words: goat cheese, raw milk, aromatic plant, essential oil, ripening, extraction, sensory analysis.