

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie
Spécialité/Option : Production et Transformation Laitières
Département : Ecologie et Génie de l'Environnement
Filière : Sciences Alimentaires

Etude de l'effet d'addition de l'ail au fromage frais sur sa qualité physico-chimique et microbiologique

Présenté par :

Boukabou Meriem

Khirouni Djehina

Devant le jury composé de :

Président :	Bousbia A.	M.C.B	Université de Guelma
Encadreur :	Mezroua E.	M.C.B	Université de Guelma
Examineur :	Benhalima L.	M.C.B	Université de Guelma

Juillet 2019

Remerciements

Nous remercions DIEU le tout puissant, de nous avoir donné la force, la volonté et la patience nécessaire pour la réalisation de ce modeste travail, le fruit d'un labeur de longues années d'études.

Nos vifs remerciements s'adressent à Monsieur Bousbia A. d'avoir accepté de présider le jury de notre travail.

Nous tenons à remercier également Madame Benhalima L. d'avoir accepté d'examiner notre mémoire de fin d'étude.

Nos vifs remerciements et profonde gratitude s'adressent à notre encadreur Monsieur Mezroua E. qui a accepté de nous encadrer, nous le remercions infiniment pour sa grande patience, ses encouragements, son aide et ses conseils judicieux, durant la réalisation du présent travail.

Nous tenons particulièrement à remercier Monsieur Djeradi A. de nous avoir aidé durant la réalisation des analyses microbiologiques au niveau du laboratoire de la direction de la santé et de la population de la wilaya de Guelma.

Nos remerciements s'adressent aussi à nos collègues de Master production et transformation laitières et nos amies Yakouta, Djeheina, Manel, Sahra et Amel.

Enfin, nous tenons à remercier tous les gens qui nous ont aidé de près ou de loin afin de réaliser notre travail.

Dédicace

Je dédie ce projet :

A ma chère mère,

A mon cher père,

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de ne soutenir et de m'épauler
pour que je puisse atteindre mes objectifs,

A mes frères, Imad, Ramy,

A ma chère sœur Hadil,

Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études,

A mon cher grand père

A ma grande mère

Qui je souhaite une bonne santé

A mes chères amies Amel, Sahra , Manel ,Yakouta ,

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles

A toute ma famille Boukabou

A tous mes autres amies

A tous ceux qui j'aime et ceux qui j'aime et ceux qui m'aiment

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction..... 1

Chapitre I: Synthèse bibliographique

I.1. Le lait..... 2

I.1.1. Définition 2

I.1.2. Composition du lait..... 2

I.1.3. Propriétés nutritionnelles du lait de vache..... 3

I.1.4. Qualité nutritionnelle du lait de vache par rapport aux autres espèces laitières..... 4

I.2. Le fromage..... 4

I.2.1. Généralités sur les fromages 4

I.2.2. Définition du fromage 4

I.2.3. Valeur nutritionnelle..... 5

I.2.4. Fabrication des fromages..... 5

I.2.4.1. Principales étapes de la fabrication des fromages..... 5

I.3. L'ail (*Allium sativum*) 8

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Matière biologique..... 11

II.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait cru 11

II.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)..... 12

II.2.2. Acidité Titrable 12

II.2.3. Dosage de la matière grasse, de lactose, d'extrait sec total et des protéines 12

II.3. Fabrication du fromage frais 12

II.4. Caractéristiques physico-chimiques des fromages fabriqués 12

II.4.1. Mesure du pH. 12

II.4.2. Acidité titrable 12

II.4.3. Mesure de l'extrait sec total 14

II.4.4. Mesure de taux de cendres 14

II.5. Caractéristiques microbiologiques des fromages fabriqués 14

II.5.1.1. Préparation de TSE..... 14

II .5.1.2. Préparation des solutions mères	15
II .5.2. Dénombrement des coliformes totaux (CT).....	15
II .5.3. Dénombrement de la flore mésophile totale FMT.....	16
II .5.4. Dénombrement des Staphylocoques.....	16
II .5.5. Dénombrement de <i>Listeria</i>	17
II .5.6. Dénombrement de <i>Salmonella</i> et <i>E. coli</i>	18
II .5.7. Recherche des levures et des moisissures.....	18

Chapitre III : Résultats et discussion

III .1. Analyses physico-chimiques du lait	20
III.2. Effet d'addition de l'ail sur les caractéristiques physicochimiques des fromages	20
III .3. Effet d'addition de l'ail sur les caractéristiques physicochimiques des fromages au cours du temps.....	21
III. 3.1. Effet d'addition de l'ail sur le pH des fromages au cours du temps	21
III. 3.2. Effet d'addition de l'ail sur l'acidité titrable des fromages au cours du temps.....	21
III. 3.3. Effet d'addition de l'ail sur le taux de cendres des fromages au cours du temps...	22
III. 3.4. Effet d'addition de l'ail sur l'extrait sec des fromages au cours du temps.....	23
III .4. Effet d'addition de l'ail sur la qualité microbiologique des fromages au cours du temps	24
Conclusion	26
Références bibliographiques	27

Liste des figures

Figure	Page
Figure1 Photos des échantillons du fromage utilisés	11
Figure2 Diagramme de fabrication du fromage frais à différentes doses de l'ail.....	13
Figure3 pH des fromages frais à différentes doses de l'ail en fonction du temps.....	21
Figure4 Acidité titrable des fromages frais à différentes doses de l'ail en fonction du temps.....	22
Figure5 Taux de cendres des fromages frais à différentes doses de l'ail en fonction du temps.....	22
Figure6 Extrait sec des fromages frais à différentes doses de l'ail en fonction du temps.....	23

Liste des tableaux

Tableau	Page
<u>Tableau</u> <i>Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre (Jensen, 1995).....</i>	3
<u>Tableau</u> <i>les résultats des analyses physico-chimiques du lait de vache.....</i>	20
<u>Tableau</u> <i>Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de fromage</i>	20
<u>Tableau</u> <i>analyses bactériologiques du fromage frais à différentes doses de l'ail en fonction du temps.....</i>	24

Résumé

Le fromage frais est fabriqué dans plusieurs régions de l'Algérie y compris la région de Guelma. L'objectif de ce travail est l'étude d'effet d'addition de l'ail sur la qualité physico-chimique et microbiologique du fromage frais de lait de vache. Pour ce faire, 4 doses du l'ail sous forme de poudre (0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2%) a été ajoutées au fromage frais après son égouttage. Les analyses physico-chimiques montrent que l'addition de l'ail n'a pas d'effet sur la qualité physico-chimique du fromage frais. Par contre, les analyses microbiologiques révèlent l'effet ralentissant de l'ail sur la croissance microbienne prolongeant sans doute la date limite de consommation du fromage frais. L'utilisation des substances d'origine naturelle comme bio-conservateurs est de plus en plus appréciée par le consommateur comme alternatives des produits chimiques hautement dangereux sur la santé publique.

Mots clés : fromage frais, l'ail, qualité physico-chimique, qualité microbiologique.

Abstract

The fresh cheese is made in several regions of Algeria including the region of Guelma. The objective of this work is the study of the effect of garlic addition on physicochemical and microbiological quality of fresh cheese from cow's milk. To do this, 4 doses of garlic in the powder form (0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2%) was added to the fresh cheese after water draining. The physicochemical analyzes show that the addition of garlic has no effect on the physicochemical quality of the fresh cheese. On the other hand, microbiological analyzes reveal the slowing effect of garlic on microbial growth, probably prolonging the deadline for the fresh cheese consumption. The use of natural substances as bio-preservatives is appreciated by the consumer as alternative of chemical preservatives.

Keywords : fresh cheese, garlic, physicochemical quality, microbiological quality.

ملخص

يصنع الجبن الطازج في العديد من مناطق الجزائر بما في ذلك منطقة قالمة. يهدف هذا العمل الى دراسة تأثير إضافة الثوم على الجودة الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية للجبن الطازج من حليب البقر. للقيام بذلك ، تمت إضافة 4 جرعات من الثوم في شكل مسحوق (0.3 % ، 0.6 % ، 0.9 % ، 1.2 %) إلى الجبن الطازج بعد تقطيره من الماء. تبين التحليلات الفيزيائية والكيميائية أن إضافة الثوم ليس له أي تأثير على الجودة الفيزيائية للجبن الطازج و من ناحية أخرى ، تكشف التحاليل الميكروبيولوجية عن تأثير الثوم على تباطؤ نمو الميكروبات بما يطيل تاريخ استهلاك الجبن الطازج. يزداد الطلب من قبل المستهلكين على استخدام المواد الطبيعية كمواد حافظة لتكون بدائل للمواد الكيميائية شديدة الخطورة على الصحة العامة.

الكلمات الدالة: الجبن الطازج ، الثوم، الجودة الفيزيوكيميائية، الجودة الميكروبيولوجية.

Introduction

Le lait est un produit de forte valeur nutritionnelle. C'est l'un des rares aliments à contenir une teneur équilibrée en nutriments de base (glucides, lipides et protéines). C'est aussi l'un des rares à convenir à toutes les tranches d'âge (nourrisson, enfant, adolescent, adulte, personne âgée) qui le consomment tel quel à l'état liquide (lait frais) ou sous forme de produits dérivés. Avec une valeur énergétique de l'ordre de 700 k cal/l, le lait de plusieurs espèces animales constitue une source importante et relativement bon marché d'apport quotidien en acides aminés et acides gras essentiels ainsi qu'en calcium alimentaire. Le lait est aussi riche en d'autres sels minéraux (notamment phosphore et magnésium) et en vitamines du groupe B (B1, B2, B5, B12) et en vitamine A.

Le lait de vache a toujours été un aliment essentiel de notre alimentation occidentale. L'augmentation des échanges commerciaux a rapidement posé des problèmes de qualité de ce lait. En 1905, la première loi de répression des fraudes est mise en place sur le lait. A cette époque, le lait était régulièrement coupé à l'eau et la qualité sanitaire parfois catastrophique de l'eau était responsable de nombreux cas d'intoxication. En 1969, la loi Godefroy a défini le paiement du lait à la qualité ; elle visait à élever la qualité bactériologique du lait et le niveau moyen de la composition en matières grasses et en matières azotées, grâce à un système d'incitation financière (paiement différentiel). Au fil des années, la liste des critères de rémunération du lait à l'éleveur s'est allongée avec notamment l'introduction du comptage des germes totaux.

Le fromage frais est un produit artisanal fabriqué à base de coagulation du lait de vache ou du lait de chèvre suivie par un égouttage simple. Il est reconnu dans l'Algérie et surtout dans la région de l'Est. En fait, ce produit laitier renferme une teneur en humidité très élevée ce qui facilite la prolifération des microorganismes et diminue sa date limite de consommation. L'addition des conservateurs est nécessaire pour allonger ses dates limites de consommation.

Dans ce contexte général l'objectif de notre travail est l'étude de l'effet d'addition de l'ail au fromage frais sur ses caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques. Pour ce faire et afin de cerner le contexte de cette étude, notre mémoire est organisé en trois parties : la première est une synthèse bibliographique donnant un aperçu sur le lait, le fromage et l'ail, la deuxième partie est la synthèse de matériel et méthodes et la dernière partie est dédiée à la présentation des résultats obtenus dans cette étude.

Synthèse bibliographique

I.1. Le lait

I.1.1. Définition

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

Selon **Aboutayeb (2009)**, le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes.

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24 heures (**Fredot, 2006**).

Jeantet et al. (2008) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation .

I.1.2. Composition du lait

Le constituant principal du lait est l'eau avec, au moyenne, 902 g/L tandis que la matière sèche ne représente que 130 g/L (**Majdi, 2008**).

Le lait à une composition complexe, on retrouve principalement (**Dieng, 2001**) :

- Les lipides (triglycérides)
- Les protéines (caséines, albumines, globulines)
- Les glucides, essentiellement le lactose
- Les sels (sels d'acide phosphorique, sels d'acidechlorhydrique etc.)

Synthèse bibliographique

Tableau 1. Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre (Jensen, 1995)

Composants	Vache	Femme	Brebis	Chèvre
Protéines	3.4	1.0	2.9	5.5
Caséines	2.8	0.4	2.5	4.6
Lipides	3.7	3.8	4.5	7.4
Lactose	4.6	7.0	4.1	4.8
Minéraux	0.7	0.2	0.8	1.0

I.1.3. Propriétés nutritionnelles du lait de vache

L'homme a commencé à boire du lait dès qu'il a pu y avoir accès. C'est-à-dire quand il est devenu éleveur et qu'il a su domestiquer des animaux. Cela date de la préhistoire et plus précisément du Néolithique, période de domestication. Vers 8700 avant J.C., les premiers indices d'élevage apparaissent au Proche-Orient et avec eux la consommation de lait. Les données scientifiques de cette consommation et exploitation laitière par les hommes du néolithique sont multiples : traces archéologiques, traces chimiques de résidus laitiers dans des contenants, étude des squelettes des animaux et courbes d'abattage, gravures rupestres représentant des scènes de traite. Des traces archéologiques et écrites (plaquettes) témoignent de l'existence d'une laiterie en 2500 avant J.C. en Mésopotamie. Pendant longtemps le lait et les produits laitiers ont été consommés frais par les éleveurs ou dans leur région de production pour des raisons évidentes de transport et de conservation.

Si l'on saute les siècles et les régions, on retrouve le lait mentionné comme indispensable dans l'alimentation des moines de Cîteaux au début du 12^{ème} siècle. Il est aussi utilisé alors comme médicament, pour les enfants, les malades et les vieillards. On parle même de galactothérapie. Puis vers le 17^{ème}, 18^{ème} siècle sa consommation déborde le cadre des campagnes ; les vaches sont dans les villes et la consommation augmente. Le premier dépôt en gros à Paris date de 1832. Les livres de recettes du 18^{ème} siècle mentionnent de nombreuses préparations incluant lait, beurre ou crème. Du milieu du 18^{ème} siècle à nos jours, la consommation de produits laitiers a été croissante, celle de lait a doublé entre 1900 et 1950.

Pour 6 enfants sur 10, le lait et les produits laitiers font partie des aliments à privilégier pour avoir une bonne alimentation et ils sont 9 sur 10 à affirmer les aimer. Les produits laitiers sont cités par 63% des enfants après les légumes (74%) et les fruits (65%) et avant la viande (58%)

Synthèse bibliographique

et l'eau (52%). Lorsqu'on interroge les mères, le lait, les yaourts et les fromages apparaissent comme le trio laitier incontournable dans l'alimentation des enfants.

I.1.4. Qualité nutritionnelle du lait de vache par rapport aux autres espèces laitières

La vache assure de loin la plus grande part de la production mondiale de lait (90%), même en pays tropicaux (70%). Ce lait est de tous le plus connu et les données qui le caractérisent sont sans doute les plus exactes. Il est logiquement aussi le produit laitier le plus consommé et étudié en nutrition humaine.

Les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes catégories de composants: eau, protéines, lactose, matières grasses (lipides) et minérales.

I.2. Le fromage

I.2.1. Généralités sur les fromages

Le nom fromage dérive du mot latin « formaticus» qui signifie former ou mouler. La première occurrence de l'utilisation du fromage comme aliment est inconnue, les ethnologues tiennent preuve que l'homme connu depuis longtemps le phénomène de coagulation du lait depuis la découverte sur les rives du lac Neuchâtel (en suisse) des moules à caillé datant de 5000 ans av J-C (**Gelais et al. 2002, Katz et Weaver, 2003**). Il est probable que les fromages aient été la première fois produits accidentellement en transportant du lait dans des sacs faits d'estomacs de mammifères. Il s'agissait en effet, d'une pratique courante dans les temps anciens, en Europe de l'Est et en Asie de l'Ouest, pour transporter le lait. Certains facteurs ont été certainement nécessaires à la transformation du lait en fromage comme la chaleur, l'acidité et les sucs de l'estomac. Ainsi, des extraits d'estomac de plusieurs types d'animaux (moutons, chèvres, vaches), mais également des extraits de plantes ont été utilisés pour la préparation de fromages (**Abi Azar, 2007**).

I.2.2. Définition du fromage

Les fromages sont des formes de conservation et de stockage ancestrales de la matière utile de lait dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont très appréciées (**Jeantet et al. 2007**).

Synthèse bibliographique

La définition « fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origines exclusivement laitières suivantes : lait entier, lait partiellement ou totalement écrémé, matière grasse (MG), babeurre, utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse. La teneur minimale en matière sèche (MS) du produit ainsi défini doit être de 23 g pour 100 g de fromage (**Gouedranche et al. 1999 ; Jeantet et al. 2007**).

I.2.3. Valeur nutritionnelle

La spécialité fromagère comporte toutes les caractéristiques nutritionnelles des produits laitiers qui le composent. Elle apporte à l'organisme la majorité des nutriments essentiels à un bon équilibre alimentaire (Tableau I-4). Ne nécessitant aucune préparation, c'est un excellent moyen d'apporter à notre corps les éléments énergétiques et bâtisseurs nécessaires à son fonctionnement (lipides, glucides, protéines, minéraux, vitamines, etc.) (**Meyer, 1973**).

Du fait de sa conservation et des facilités d'exportation qu'elle permet, elle peut être un aliment de première importance pour les populations de pays non laitiers.

En outre, la présence de la matière grasse sous forme bien émulsionnée et des protéines finement dispersées lui confère une efficacité nutritionnelle (notamment digestibilité) au moins égale à celle des composés de départ.

I.2.4. Fabrication des fromages

I.2.4.1. Principales étapes de la fabrication des fromages

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

Habituellement la fabrication du fromage comprend trois étapes : La formation d'un gel de caséines, c'est la coagulation du lait ; la déshydratation partielle du gel, c'est l'égouttage qui aboutit à un caillé et le salage. Ces étapes concernent les fromages frais. Le reste des

Synthèse bibliographique

fromages subissent en plus une étape d'affinage, ce sont les fromages affinés (Camembert, Roquefort, Gouda, Tulum,...).

- Coagulation du lait

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

L'acidification du lait peut être obtenue par les produits de fermentation de bactéries acidifiantes ou par des composés chimiques d'action acidifiante directe ou indirecte. La diminution concomitante du pH a pour effet de faire régresser l'ionisation des fonctions acides des caséines induisant le déplacement progressif du calcium et du phosphate inorganique de la micelle vers la phase aqueuse. Ceci induit la désorganisation des micelles et une réorganisation des sous unités micellaires (**Brule et al. 1997**). L'acidification microbienne du lait est un processus progressif, lent et uniforme. Il est caractérisé par des difficultés liées à la maîtrise du développement microbien (cinétique de multiplication, état physiologique, facteurs de croissance, produits de métabolismes et autres). Le coagulum édifié est un ensemble de flocons caséiniques emboîtés les uns sur les autres (**Attia et al. 2000**). Le taux et l'importance de l'acidification influencent la texture du gel en contrôlant son taux de déminéralisation (**Mc Sweeny et al. 2004**). Le gel acide obtenu est friable, lisse et homogène.

Dans la coagulation enzymatique, plusieurs enzymes protéolytiques d'origine animale (veau, taurillons, porc et poulets), végétale (artichaut, chardon) et microbienne (*Kluyvermyces*, *Mucor miehi*, *Mucorpusillus* et *Endothia parasitica*) sont utilisés (**Dalgeish, 1982 ; Ramet, 1985 ; Ramet, 1987 et Alais et Linden 1997**). L'enzyme la plus fréquente en fromagerie est la présure, sécrétée dans la caillette des jeunes ruminants nourris au lait. Son mécanisme d'action fait apparaître trois étapes (**Alais et Linden, 1997 ; Brule et al. 1997**) : hydrolyse enzymatique de la liaison peptidique phe105-Met106 de la caséine k, ensuite agrégation des micelles de caséines déstabilisées et puis développement d'un réseau par réticulation et formation d'un gel. Les gels obtenus sont élastiques et peu friables. Leur raffermissement est rapide et important par rapport au gel lactique. Leur porosité est bonne, mais leur imperméabilité est forte (**Ramet, 1985**).

Synthèse bibliographique

- Egouttage

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

Le processus d'égouttage est lié à des facteurs directs correspondant à des traitements de types mécanique et thermique, des facteurs indirects (acidification et coagulation enzymatique) et des facteurs liés à la matière première (richesse en caséine laitière, en protéines solubles et en matière grasse) (**Ramet 1986 et 1997**).

- Salage

En fromagerie, le salage est une phase indispensable de la fabrication des produits affinés. La teneur en sel des fromages varie selon le type de fromage, en moyenne elle est de 0,5-2 g/100 g dans la plupart des fromages, dans certains cas (les fromages bleus et quelques fromages de chèvres), elle peut s'élever à 3-4 g/100g. Par contre, certains fromages orientaux conservés en saumure ont des teneurs assez élevées (8-15 g/100 g). Les modalités de salage sont par saumurages (Emmental, et Camembert), salage à sec et salage en masse (**Alais et Linden, 1997**). Le salage en masse est utilisé dans les fabrications traditionnelles de quelques fromages typiques du bassin méditerranéen. Il permet la préservation du lait, prolonge les phases de coagulation et d'égouttage du fromage (**Ramet, 1986**). Le sel permet d'atteindre l'humidité appropriée du fromage (**Ponce de Leon Gongalez et al. 2000**). Il exerce, selon sa concentration, une action microbienne sélective et un effet inhibiteur sur l'activité des enzymes. A titre d'exemple, la croissance des bactéries lactiques des levains est inhibée à une teneur en sel supérieure à 2,5 g/100 g, est pratiquement nulle au-dessus de 5 g/100 g. P. roqueforti subit une inhibition de la germination des spores pour des taux de 3-6 g/100 g. L'effet du sel sur le développement de la flore microbienne des fromages ne peut toutefois être apprécié pleinement qu'en tenant compte de la tolérance des microorganismes au sel dans le milieu fromage et de la teneur en sel de la pâte fromagère (**CHOISY et al. 1997 b**).

-Affinage des fromages

L'affinage est l'étape la plus complexe de la fabrication des fromages maturés qui dépend de chaque caractéristique physico-chimique ou microbiologique du fromage (**Bennett et Johnston, 2004**). C'est un processus biochimique complexe et long qui correspond à une phase de digestion enzymatique des constituants du caillé par les différents agents (**Jeantet et**

Synthèse bibliographique

al. 2008). Le fromage devient donc le siège de différentes dégradations qui s'effectuent simultanément ou successivement aboutissant à la libération de substances sapides et odorantes en même temps que la modification de la texture (Choisy et al. 1997 a). Le fromage est ainsi comparé à un bioréacteur complexe dont le praticien devra maîtriser l'évolution pour la porter vers les caractéristiques optimales recherchées (RAMET, 1997). La durée d'affinage varie selon le fromage, elle dure quelques semaines à deux ans ou plus à des températures spécifiques pour les différents types de fromages (Fox et al. 1994).

-Agents d'affinage des fromages

Les agents responsables de l'affinage des fromages sont les enzymes. Selon Fox et al. (1993) quatre ou éventuellement cinq agents sont impliqués dans la maturation des fromages :

- 1) la présure ou substitut de présure (la pepsine ou protéases microbiennes).
- 2) les enzymes indigènes du lait, très importants dans les fromages au lait cru.
- 3) les ferments lactiques et leurs enzymes, qui sont libérés après que les cellules sont mortes et lysées.
- 4) les enzymes des ferments secondaires (par exemple des bactéries propénoïque, *Brevibacterium linens*, les levures et les moisissures, comme *Penicillium roqueforti* et *P.candidum*) sont très importantes dans certaines variétés de fromage;
- 5) les autres bactéries outre que ceux des ferments (NSLAB), c'est à dire les microorganismes qui ont survie suite à la pasteurisation du lait de fromagerie ou contaminant le lait ou le caillé après. Ces microorganismes après mort et lyse agissent avec leurs enzymes libérés dans le fromage.

3. L'ail (*Allium sativum*)

Membre de la famille des Liliacées, l'ail (*Allium sativum*) jouit d'une excellente réputation dans le monde entier pour ses vertus médicinales et culinaires. Les premiers hommes de médecine tels qu'Hippocrate, Pline et Aristote encouragèrent un certain nombre d'utilisations thérapeutiques de cette plante. Aujourd'hui, il est couramment utilisé dans de nombreuses cultures comme assaisonnement ou épice. L'ail est également le deuxième supplément le plus utilisé. Avec ses composés soufrés, sa teneur en oligo-éléments et ses enzymes, l'ail a démontré ses capacités antivirale, antibactérienne, antifongique et anti-oxydante. Parmi les

Synthèse bibliographique

maladies pouvant être aidées ou prévenues par les effets médicinaux de l'ail, on peut citer la maladie d'Alzheimer, le cancer, les maladies cardiovasculaires (notamment l'athérosclérose, les accidents vasculaires cérébraux, l'hypertension, la thrombose et l'hyperlipidémie), les affections dermatologiques, le stress et les infections.

A. Histoire de l'ail dans les civilisations

Les premières traces de l'utilisation de l'ail remontent à plus de 5000 ans, et sont localisées au bord de la mer Caspienne, dans les plaines des pays qui la bordent à l'Est (Kazakhstan, Ouzbékistan actuels). Ce sont ensuite les marchands, les marins, les explorateurs ou encore les nomades qui ont permis à l'ail d'être répandu dans le reste du monde. **(Krčmár, 2008)(Senninger, 2009)**

Les croyances des différents peuples sur ses vertus sont nombreuses. Au Moyen Age, des colliers d'ail tressé étaient portés par les enfants afin d'éloigner les sorcières. L'ail était réputé pour protéger contre les mauvais sorts et contre les épidémies de peste. **(Krčmár, 2008)(Senninger, 2009)**

En Egypte, au temps des pharaons, les ouvriers travaillant à la construction des pyramides recevaient une ration quotidienne d'ail. Cela permettait d'augmenter leur endurance et maintenir leur santé. Hérodote, historien grec du Vème siècle avant Jésus-Christ, rapporte que les Egyptiens avaient gravé sur la pyramide du roi Kheops la quantité d'ail reçue chaque jour. Selon lui, la première grève ouvrière enregistrée daterait de cette époque, suite à la suppression d'une ration d'ail **(Krčmár, 2008) (Schou, 2000) (Clébert, 1987)**. Toujours en Egypte Ancienne, des gousses d'ail ont été retrouvées dans certains tombeaux **(Senninger, 2009) (Schou, 2000)**. Il existe également un papyrus médical égyptien datant de plusieurs milliers d'années, où l'ail est prescrit dans le traitement de 22 maladies **(Schou, 2000) (Minker, 2012)**.

En Grèce antique, l'ail était appelé « **la rose puante** ». L'accès des temples était interdit par les prêtres grecs à quiconque avait une haleine d'ail. Les athlètes grecs consommaient une gousse d'ail pour accroître leur force et se donner du courage avant les épreuves des Jeux Olympiques. Dans l'Odyssée, l'ail donné par Hermès permis à Ulysse d'éviter d'être transformé en pourceaux par Circée. **(Krčmár, 2008)(Schou, 2000)(Clébert, 1987)**

Synthèse bibliographique

Hippocrate, médecin grec et père de la médecine (460-377 avant J.-C), disait que l'ail est « **chaud, laxatif et diurétique** ». Il utilisait également l'ail pour pratiquer des tests de fertilité sur les femmes.

II. Matériel et méthodes

II.1. Matière biologique

Dans cette étude, l'ail (*Allium sativum*) a été utilisé pour évaluer son effet sur la qualité physico-chimique et microbiologique du fromage frais du lait de vache. L'ail a été ajouté sous forme de poudre à différentes doses 0.9 g, 1.8 g, 2.7 g et 3.6 g à la pâte du fromage lors du malaxage du caillé, c'est l'équivalent de 0.3%, 0.6%, 0.9% et 1.2 % respectivement. Le lait utilisé pour la fabrication du fromage frais a été collecté d'un éleveur local de la région de Guelma.



Figure 1 : Photos des échantillons du fromage utilisés

II.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait cru

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées selon les normes algériennes publiées dans le journal officiel de la république Algérienne (JORA ,1998).

Matériel et méthodes

II.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

La mesure a été réalisée à l'aide d'un pH-mètre après le réglage de la température. Une électrode de mesure a été introduite dans un bécher contenant une prise d'essai de quelques millilitres de lait. La valeur du pH a été directement lue sur le pH-mètre.

II.2.2. Acidité Titrable

L'acidité a été titrée à l'aide de la soude caustique (N/9) contenue dans une burette et versée goutte à goutte en agitant constamment jusqu'au virage de la couleur de l'indicateur coloré (phénophtaléine à 1 %) vers une couleur rose pâle.

II.2.3. Dosage de la matière grasse, de lactose, d'extrait sec total et des protéines

Le dosage des différents paramètres physico-chimiques a été réalisé à l'aide d'un lactoscan (MCC50) au niveau du laboratoire pédagogique. Le lactoscan est utilisé pour mesurer la teneur en matière grasse, les protéines, le lactose et les minéraux. Cet appareil permet de mesurer aussi le point de congélation, l'eau ajoutée, l'extrait sec, l'eau ajoutée, la conductivité, la densité et la température du lait.

II.3. Fabrication du fromage frais

La fabrication du fromage frais a été à partir du lait de vache locale. Une quantité de 6.5 litres du lait a été utilisée pour assurer la préparation d'une quantité de 1.5 kg du fromage frais, selon le diagramme de fabrication (Figure 2).

II.4. Caractéristiques physico-chimiques des fromages fabriqués

II.4.1. Mesure du pH

Une quantité de 10g de fromage frais broyée dans 90 ml de l'eau distillée puis homogénéisée a été utilisée pour mesurer le pH à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné par des solutions tampons.

II.4.2. Acidité titrable

L'acidité titrable des échantillons est déterminée par le titrage de la solution du fromage, préparée à partir de 10 g de fromage et 90 ml de l'eau distillée stérile à 40°C, par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0.1N en présence d'un indicateur coloré, le phénophtaléine à 1 %. L'acidité est exprimée en degré Dornic °D ($1^{\circ}\text{D} = 0,1 \text{ g d'acide}$

Matériel et méthodes

lactique/litre). Pour 100 ml de l'échantillon à analyser, on ajoute 3 gouttes de phénophtaléine à 1 %.

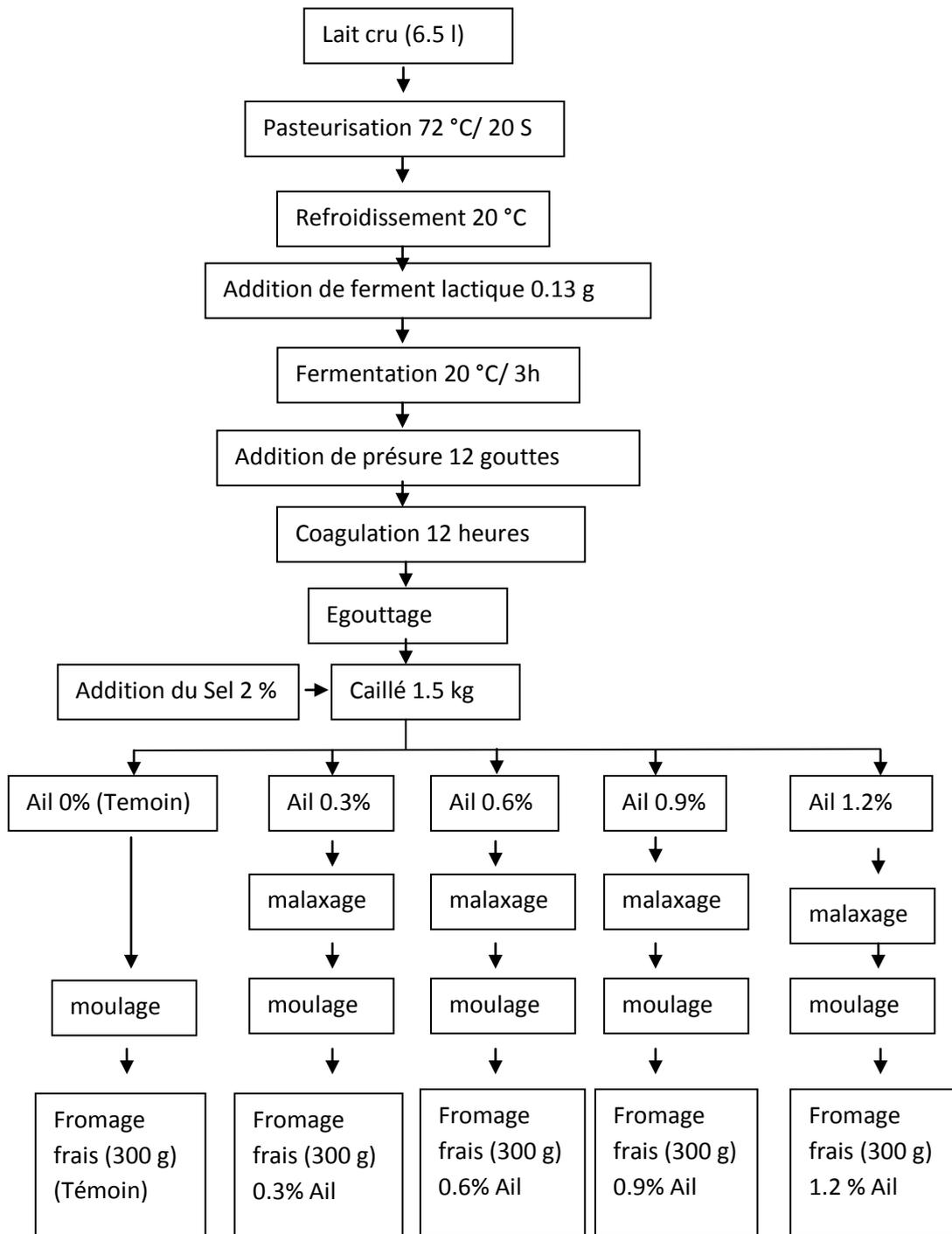


Figure 2 : Diagramme de fabrication du fromage frais à différentes doses de l'ail

II.4.3. Mesure de l'extrait sec total

La matière sèche est le résidu sec obtenu après dessiccation à l'étuve à 103°C à ± 2°C de la prise d'essai de 3 g du fromage jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Elle est exprimée en pourcentage de la masse fraîche selon la formule suivante :

$$\text{Matière sèche (\%)} = [(m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)] \times 100$$

dont :

m₀ : poids de la capsule

m₁ : poids de la prise d'essai avant dessiccation

m₂ : poids de la prise d'essai après dessiccation

II.4.4. Mesure de taux de cendres

Le taux de cendres se mesure après l'incinération d'une prise d'essai de 5 g dans un four à moufle à 550 °C pendant 4 heures. Le résultat est exprimé en pourcentage de la prise d'essai après le calcul du taux de la matière organique :

$$\text{TC} = 100 - \text{MO} \%$$

Dont :

$$\text{MO} \% = [(M_1 - M_2) / P] \times 100$$

MO : matière organique

M₁ : poids de la capsule + prise d'essai avant incinération

M₂ : poids de la capsule + prise d'essai après incinération

P : poids de la prise d'essai

II.5. Caractéristiques microbiologiques des fromages fabriqués

II.5.1. Préparation des solutions mères

Le bouillon Tryptone-sel (TSE) est un diluant destiné à la préparation des solutions mères de laits en poudre et concentrés, de produits laitiers et d'autres produits alimentaires en vue de leur analyse microbiologique. Il est également utilisé pour effectuer les dilutions décimales.

II.5.1.1. Préparation de TSE

- Mettre en solution 9,5 g de milieu déshydraté (BK014) dans un litre d'eau distillée ou déminéralisée.
- Agiter lentement jusqu'à dissolution complète.
- Répartir en tubes ou en flacons.
- Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.
- Refroidir le milieu à 25°C.

II.5.1.2. Préparation des solutions mères

Une quantité de 25 g de fromage a été ajoutée à une bouteille de TSE de 225 ml et homogénéisée parfaitement et préservée dans un réfrigérateur 24 heures avant l'utilisation. C'est la solution mère (dilution 10^{-1}) qu'on l'utilisera pour la préparation des dilutions décimales.

II.5.2. Dénombrement des coliformes totaux (CT)

Le bouillon lactose bilié au vert brillant (VBL) est utilisé pour rechercher et dénombrer les coliformes dans le lait et les produits alimentaires. On l'utilise aussi pour dénombrer *E. coli* au moyen du test de Mackenzie, dans les mêmes produits et au cours de l'analyse bactériologique des eaux.

- **Préparation**

Pour chaque échantillon (fromage plus TSE) on a besoin de 9 tubes de VBL, chaque 3 tubes ont la même dilution, alors (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) on rajoute 1 ml gouttes pour chaque tube.

- **L'incubation**

Introduire dans les tubes 1 ml du produit de chacune des différentes dilutions. Incuber à 30°C de préférence (ou à 37°C) pendant 24 heures puis 48 heures.

- **Lecture**

L'apparition de gaz dans les cloches (volume au moins égal au 1/10 du volume total de la cloche). En 48 heures, ceci se traduit par la fermentation du lactose par les coliformes. Cette

Matériel et méthodes

recherche peut être confirmée par l'isolement et l'identification des germes producteurs de gaz. A cet effet, on pratique une subculture du contenu des tubes gazogènes sur un milieu solide approprié, tel que la gélose lactosée à l'éosine et au bleu de méthylène (E.M.B.) ou la gélose lactosée au bromocrésol-pourpre (B.C.P.).

II.5.3. Dénombrement de la flore mésophile totale FMT

La gélose nutritive est un milieu qui convient à la culture des germes ne présentant pas d'exigences particulières (flore mésophile totale).

- **Préparation**

Une bouteille de gélose nutritive solide déjà préparé a été mise dans un bain marie pendant quelques heures jusqu'à devenir liquide. On a besoin d'une bouteille de gélose nutritive pour 10 boîtes de pétries. On attend quelques minutes pour devenir encore gélose solide et on utilise trois dilutions à partir de la solution mère 10^{-1} (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-5}) en ajoutant 1 ml de chaque dilution dans chaque boîte (5 boîtes pour chaque dilution).

- **L'incubation**

La lecture des résultats est effectuée après 4 jours d'incubation à 37 °C.

- **Lecture**

De façon générale quand la boîte de pétri ou bien le milieu qui Ou le milieu à l'intérieur contient une quantité énorme de bactéries en divise la boîte a quatre et prend une partie et dénombrer après avoir multiplié le nombre en quatre, et exprimer le résultat en unités formant des colonies (UFC) par 100 g d'échantillon.

II.5.4. Recherche des staphylocoques

Le milieu de Chapman mannite est un milieu sélectif pour la culture des staphylocoques mais, exceptionnellement, d'autre germes peuvent y végéter ; la mise en évidence des staphylocoques devra toujours être confirmée par un examen microscopique.

- **Préparation**

Une bouteille de chapman solide déjà préparé a été mise dans un bain marie pendant quelques heures jusqu'à devenir liquide. On a besoin d'une bouteille de chapman pour 10 boîtes de pétries. On attend quelques minutes pour devenir encore gélose solide et on utilise

Matériel et méthodes

deux dilutions (10^{-1} , 10^{-2}) en ajoutant 1 ml de chaque dilution dans chaque boîte (5 boîtes pour chaque dilution).

- **L'incubation**

La lecture des résultats est effectuée après 24 à 48 heures d'incubation à 37 °C.

- **Lecture**

. De façon générale quand la boîte de pétri ou bien le milieu qui Ou le milieu à l'intérieur contient une quantité énorme de bactéries en divise la boîte a quatre et prend une partie et dénombrer après avoir multiplié le nombre en quatre, et exprimer le résultat en unités formant des colonies (UFC) par 100 g d'échantillon.

II.5.5. Recherche de *Listeria*

Le milieu de base pour gélose au sang est un milieu qui permet l'enrichissement des germes exigeants, sans interférer avec leurs réactions d'hémolyse, il favorise également la formation des pigments. Ce milieu est en général utilisé sous forme de gélose au sang. A la gélose stérile fondue, puis refroidie à 45°C, on ajoute 5 à 10% de sang stérile. Après agitation ménagée, en évitant d'inclure des bulles d'air dans la gélose, le mélange est coulé en boîte de pétri, après ensemencement.

- Préparation

Le milieu et en général utilisé sous forme de gélose au sang. A la gélose fondue stérile puis refroidie à 45°C. On ajoute 5 à 10 % de sang stérile. Après agitation ménagé, en évitant d'inclure des bulles d'air dans la gélose. Le mélange à coulé en boîtes de pétri après ensemencement.

- **L'incubation**

Il est incubé à 37°C pendant 18 à 24 heures avant d'être examiner.

- **Lecture**

Par la coagulation du sang c'est ya pas donc absente

II.5.6. Recherche et dénombrement de *Salmonella* et *E. coli*

La gélose Hektoen est un milieu utilisé pour l'enrichissement des Entérobactéries, il permet la différenciation des Entérobactéries pathogènes. Ce milieu, neutralise l'effet inhibiteur des sels biliaires vis-à-vis de certains germes délicats, permet une bonne culture des Shigella. Le pouvoir inhibiteur du milieu principalement sur *E. coli*.

- **Préparation du milieu de culture**

-Verser 75 g de poudre dans un litre d'eau distillée.

- Chauffer légèrement et laisser bouillir quelques secondes,

-Refroidir à 60 °C et couler en boites de pétri.

- Préparation

Une bouteille d' HeKtoen solide déjà préparé a été mise dans un bain marie pendant quelques heures jusqu'à devenir liquide. On a besoin d'une bouteille d' HeKtoen pour 10 boites de pétries. On attend quelques minutes pour devenir encore gélose solide et on utilise deux dilutions (10^{-1} , 10^{-2}) en ajoutant 1 ml de chaque dilution de E.coli et salmonelle l'application par l'étalement avec pipette pasteur, dans chaque boite (5 boites pour chaque dilution).donc 10 boites pour salmonelle, et 5 boites pour E. coli.

- **L'incubation**

La durée d'incubation est de 24 heures.

- **Lecture**

. De façon générale quand la boite de pétri ou bien le milieu qui Ou le milieu à l'intérieur contient une quantité énorme de bactéries on divise la boite a quatre et prend une partie et dénombre après avoir multiplié le nombre en quatre, et exprimer le résultat en unités formant des colonies (UFC) par 100 ml d'échantillon.

II.5.7. dénombrement des levures et les moisissures

La gélose de sabouraud est un milieu solide utilisé pour l'isolement, l'identification et la culture des levures et des moisissures. Son utilisation est recommandée par le codex de la

Matériel et méthodes

pharmacopée française pour les contrôles de stérilité des produits pharmaceutique. Ce milieu est réparti en tubes ou en boîtes de pétri, il est recommandé pour :

- 1) L'isolement de champignons à partir de produits pathologiques non souillés par des bactéries ou des champignons saprophytes , les dans le cas de prélèvement contaminés , il est préférable d'utiliser les milieux de sabouraud +chloramphénicol , sabouraud + actidione + chloramphénicol ou sabouraud + Gentamicine .
- 2) La culture des champignons en vue de leur identification.
- 3) Les contrôles de stérilité (moisissures) des produits pharmaceutiques ou alimentaires. Dans ce cas il faut laisser les tubes à l'étuve ou à la température du laboratoire pendant 15 jours.

- **Préparation**

Une bouteille de sabouraud solide déjà préparé a été mise dans un bain marie pendant quelques heures jusqu'à devenir liquide. On a besoin d'une bouteille de sabouraud pour 10 boîtes de pétries. On attend quelques minutes pour devenir encore gélose solide et on utilise deux dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) en ajoutant 4 gouttes de la solution mère (TSE plus fromage)

- **L'incubation**

Elle est de 3 à 4 jours à une température de 25 à 37 °C.

- **Lecture**

Pour la levure et la moisissure, ils sont faciles à rechercher et dénombrer mais comme toujours il faut qu'utilise la coloration de gram et le microscope pour confirmer.

Résultats et discussion

III. Résultats et discussion

III.1. Analyses physico-chimiques du lait

Les résultats des analyses physicochimiques sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 2: Résultats des analyses physico-chimiques du lait de vache

Paramètres physicochimiques	Valeur
Matière grasse (%)	3
Protéines (%)	4,32
Lactose (%)	4,97
Minéraux (%)	0,79
Extrait sec dégraissé (%)	10,11
Point de congélation (°C)	-0,575
pH	6,45

L'analyse des résultats présentés dans le tableau ci-dessus montre que le lait de vache utilisé présente des caractéristiques physicochimiques ordinaires.

III.2. Effet d'addition de l'ail sur les caractéristiques physicochimiques des fromages

Les résultats des analyses physico-chimiques des différents échantillons de fromage fabriqués à différentes doses de l'ail sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de fromage au jour 0

Fromages	pH	Acidité titrable (°D)	Taux de cendre (%)	Extrait sec total (%)
Témoin	4.52	38	1.31	24.1836
0.3 % ail	4.21	38	1.27	24.8185
0.6 % ail	4.28	36	1.23	26.0733
0.9 % ail	4.30	38	1.49	26.3256
1.2 % ail	4.40	42	1.39	25.9907

Selon le tableau 3, l'addition de l'ail au fromage à différentes doses 0.3 %, 0.6 %, 0.9%, 1.2 % ne fait pas de différence sur les paramètres physico-chimiques des fromages.

Résultats et discussion

Donc, l'addition de l'ail à petites doses ne pose aucun problème sur le plan physico-chimique du fromage, c'est une opération admissible et valable pour la qualité physico-chimique du fromage frais.

III.3. Effet d'addition de l'ail sur les caractéristiques physicochimiques des fromages au cours du temps

III.3.1. Effet d'addition de l'ail sur le pH des fromages au cours du temps

Selon la figure ci-dessous, le pH des fromages frais pendant la période de 13 jours ne connaît aucun changement sensible. Nous pouvons constater la stabilité du pH durant cette période de conservation. Donc, l'addition de l'ail peut stabiliser le pH des fromages frais.

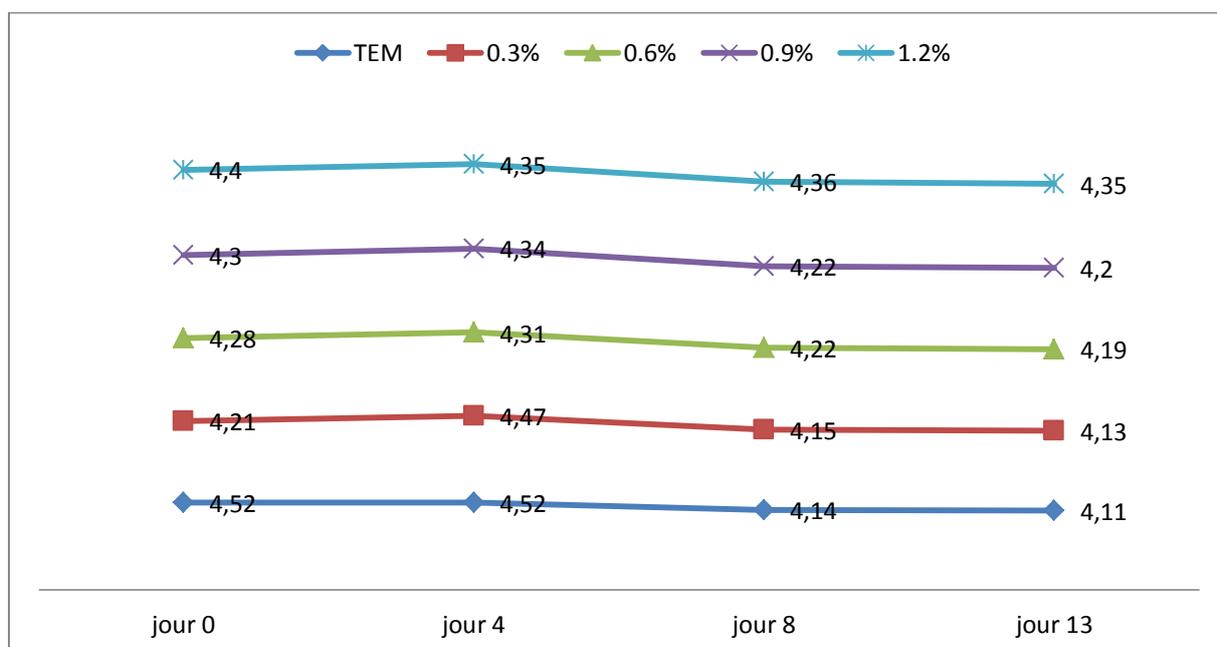


Figure 3: pH des fromages frais à différentes doses de l'ail en fonction du temps

III.3.2. Effet d'addition de l'ail sur l'acidité titrable des fromages au cours du temps

L'analyse de la figure 4 montre que l'acidité titrable des fromages frais au l'ail augmente sensiblement avec le temps surtout entre le 4^{ème} et le 8^{ème} jour. Cette augmentation continue après le 8^{ème} jour mais à faible degré. Le lait est une solution tampon avec une faible concentration d'ions d'hydrogène (H) libre donc les petits changements détectés dans les valeurs de pH sont accompagnés par des augmentations considérables de l'acidité titrable.

Résultats et discussion

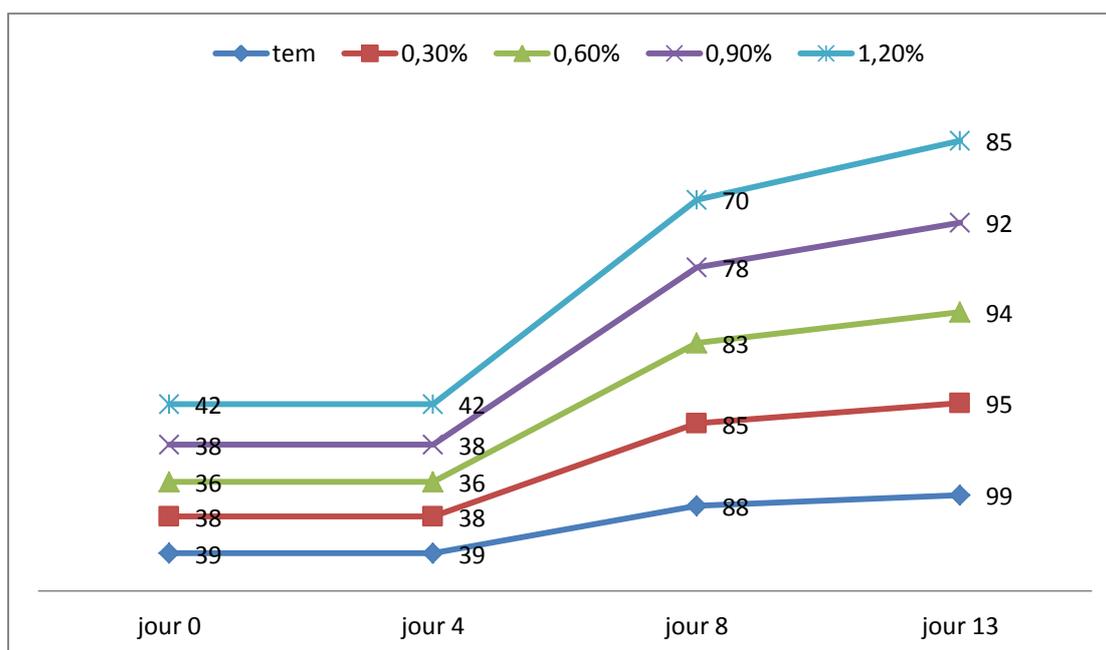


Figure 4: Acidité titrable des fromages frais à différentes doses de l'ail en fonction du temps.

III.3.3. Effet d'addition de l'ail sur le taux de cendres des fromages au cours du temps

Selon la figure ci-dessous, le taux de cendres diminue notamment après le 4^{ème} jour. Cette diminution est remarquée dans tous les échantillons ce qui montre que l'addition de l'ail au fromage frais à petites doses 0.3 %, 0.6 %, 0.9 % et 1.2 % n'a pas d'effet sur le taux de cendres au cours du temps.

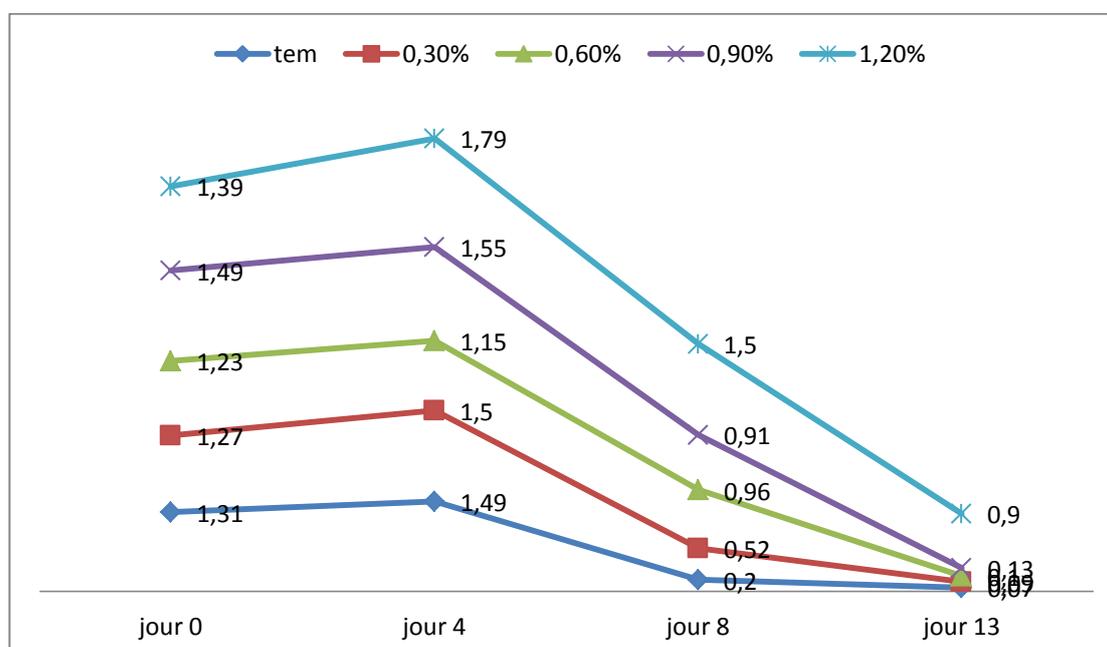


Figure 5: Taux de cendres des fromages frais à différentes doses de l'ail en fonction du temps

Résultats et discussion

III.3.4. Effet d'addition de l'ail sur l'extrait sec des fromages au cours du temps

La figure ci-dessous montre que l'extrait sec des fromages varie en fonction du temps mais cette variation est moins significative que celle de taux de cendres. Cette variation est remarquée dans tous les échantillons ce qui montre que l'addition de l'ail au fromage frais à petites doses 0.3 %, 0.6 %, 0.9 % et 1.2 % n'a pas d'effet sur l'extrait sec du fromage frais au cours du temps.

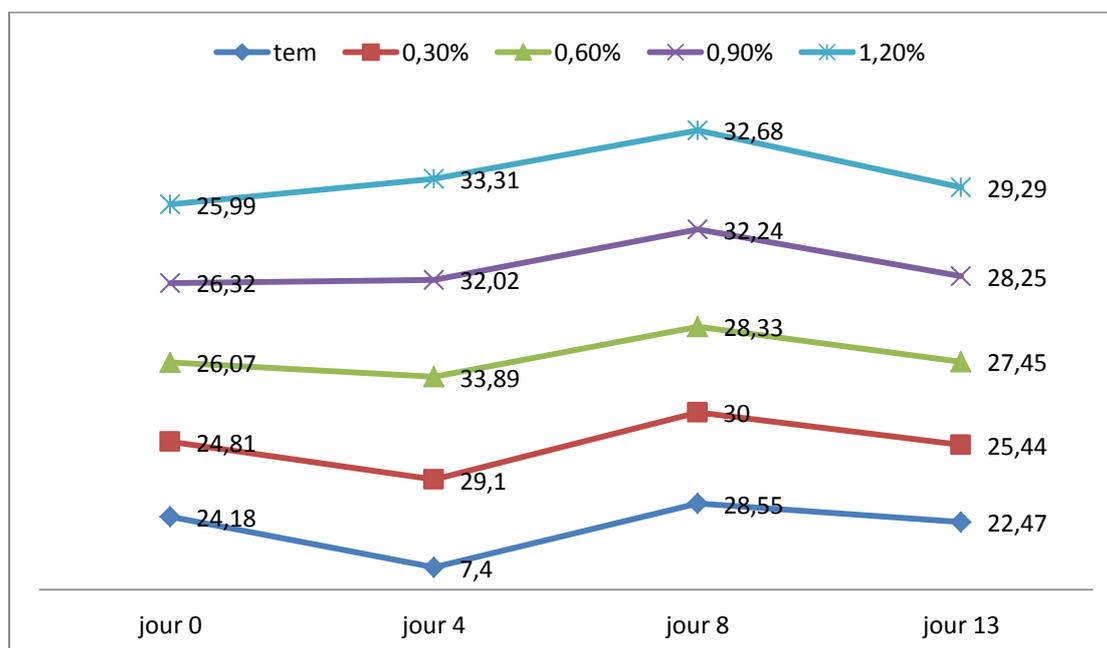


Figure 6: Extrait sec des fromages frais à différentes doses de l'ail en fonction du temps

Résultats et discussion

III.4. Effet d'addition de l'ail sur la qualité microbiologique des fromages au cours du temps

Tableau 4: analyses bactériologiques du fromage frais à différentes doses de l'ail en fonction du temps

	échantillons	CT	CF	E. coli	Salm	lesteria	staph	L.M	F M T UFC/g
Jour 0	TEM	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	6×10^5
	0,3%	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	18×10^3
	0,6%	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	15×10^3
	0,9%	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	13×10^3
	1,2%	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	11×10^3
Jour 4	TEM	20	absence	absence	absence	absence	absence	absence	8×10^5
	0,3%	9	absence	absence	absence	absence	absence	absence	23×10^3
	0,6%	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	20×10^3
	0,9%	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	16×10^3
	1,2%	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	14×10^3
Jour 8	TEM	30	absence	absence	absence	absence	absence	absence	12×10^5
	0,3%	15	absence	absence	absence	absence	absence	absence	29×10^3
	0,6%	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	25×10^3
	0,9%	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	20×10^3
	1,2%	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	17×10^3
Jour 13	TEM	40	absence	absence	absence	absence	absence	1800	25×10^5
	0,3%	35	absence	absence	absence	absence	absence	600	47×10^3
	0,6%	14	absence	absence	absence	absence	absence	400	38×10^3
	0,9%	négatif	absence	absence	absence	absence	absence	200	32×10^3
	1,2%	négatif	absence	absence	absence	absence	absence	150	27×10^3

La flore mésophile totales est présente dans tous les échantillons et pendant les 13 jours de l'étude. L'échantillon témoin possède la charge microbienne la plus élevée par rapport aux échantillons des fromages à différentes doses de l'ail et surtout au dernier jour 25×10^5 UFC/g (jour 13) contrairement à l'échantillon à 1.2% de l'ail qui possède la charge la plus faible et surtout en premier jour 11×10^3 UFC/g (jour 0). Cependant, les autres germes microbiens tels

Résultats et discussion

qu'E. Coli, salmonelle, listeria, staphylocoques et coliformes fécaux sont absents dans les différents échantillons de fromage frais utilisés dans cette étude.

La présence des coliformes totaux dans le fromage frais montre le manque d'hygiène au niveau de l'environnement des animaux, pendant la traite et au cours du stockage et de la conservation du lait (Magnusson *et al.* 2007). La présence des coliformes fécaux indique une forte contamination fécale d'origine animale ou humaine (Benkerroum *et al.* 2004) heureusement ils sont absents. Par ailleurs, les levures et les moisissures apparaissent uniquement durant le 13^{ème} jour dans tous les échantillons et notamment le témoin.

L'effet d'addition de l'ail au fromage frais à différentes doses 0.3%, 0.6%, 0.9% et 1.2% est évident principalement sur les coliformes totaux et la flore mésophile totale en ralentissant leur croissance. L'effet d'addition de l'ail sur les autres germes n'apparaît pas car ils sont absents dans tous les échantillons.

Conclusion

Conclusion

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet d'incorporation de l'ail au fromage frais sur la qualité physicochimique et microbiologique du fromage. L'ail a été incorporé à différentes concentrations 0.3%,0.6%,0.9%,1.2% aux fromages frais, leur effet a été évalué par le suivi des paramètres physicochimiques et microbiologiques pendant 2 semaines à 6 °C.

Cette étude a montré que l'addition de l'ail à 0,3%, 0,6 %, 0,9%, 1,2% au fromage frais de vache n'a pas d'effet significatif sur les caractéristiques physico-chimiques du fromage frais. Ce résultat encourage les fabricants du fromage à utiliser de l'ail à petites doses pour aromatiser ce produit.

Sur le plan microbiologique, l'addition de l'ail même à petites doses peut ralentir la croissance des microorganismes surtout la flore mésophile totale, les coliformes totaux, les levures et les moisissures, ce qui augmente sans doute la date limite de consommation (DLC) du fromage frais qui présente déjà un taux d'humidité élevé, ce qui favorise la prolifération microbienne. Ce résultat revient à l'effet antimicrobien de l'ail qui peut être utilisé comme un conservateur pour quelques produits alimentaires qui tolèrent le goût marqué de l'ail.

Ce travail a donné des résultats préliminaires qui nécessitent d'autres études approfondies pour les confirmer. La qualité organoleptique du fromage à l'ail est intéressante et mérite d'être étudiée pour fixer les doses admissibles pour le consommateur.

Références Bibliographiques

1. **Alais C. , Linden G., 1997.** Abrégé de biochimie alimentaire. 4^{ème} Ed. Masson, 248 p.
2. **Attia H., Kheronatou N., Ayadi J., 2000.** Acidification chimique directe du lait. Corrélations entre la mobilité du matériel micellaire et micro et macrostructure des laits acidifiant. Sci. Des aliments, 20 : 289-307.
3. **Bennett R.J., Johnston K.A., 2004.** General Aspects of Cheese Technology. Pp 23-50. In Cheese Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2 Major Cheese Groups. Third edition, Ed. P.F. FOX, P.L.H. MCSWEENEY, T M. COGAN and T.P. GUINEE. AMSTERDAM. 434p.
4. **Brule G. Lenoir J, Remeuf F .1997 .** La micelle de caséine et la coagulation du lait en fromage. 3^{ème} Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
5. **Choisy C, Desmazeaud M, Gueguen M, Lenoir J, Schmidt J-L, Tourneur C. 1997.** La biochimie de l'affinage. In « le fromage ». Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
6. **Choisy C., Desmaeaud M., Gueguen M., Lenoir J., Schmidt J., et Tourneur C., 1997 (b).** Les phénomènes microbiens, Dans Le fromage (Coord. ECK A. et GILLIS J.C.), 3^{ème} Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
7. **Dalgleishd .G., 1982.** The enzymatique coagulation of milk. In developments in dairy chemistry - 1- Proteins (Coord. FOX P.F.) A.S. Publishers, 410 p.
8. **Dieng M, 2001.** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché Dakarais. Thèse docteur vétérinaire, Université de Dakar Sénégal.
9. **Elaachi M, Kelouche H., 2018.** Etude comparative des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques des différents laits (chamelle, chèvre, brebis, vache), Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 48p.
10. **FAO, 2007.**le lait nutrition et santé, Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
11. **Fox P.F MC Sweeney P.L.H., 2004.** Cheese chemistry, physics and microbiology. Fox (ed), London vol 1: 389-438.
12. **Fox P.F., Snigh T.R., Sweney M.C., 1994.** Proteolysis in cheese during ripening. In: Biochemistry of milk products. (ed. FOX P.F.) p. 1-31, The Royal Society of chemistry.
13. **Fredot E., 2006.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 25p.

14. **Gastaldi-Bouabid E., 1994.** Etude de l'évolution des micelles de caséine au cours de l'acidification : mise en évidence d'un état de transition entre pH 5.5 et pH 5.0, Thèse Doctorat Académie de Montpellier. Université de Montpellier II.
15. **Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P., Brule G., 2008.** Les produits laitiers. 2^{ème} Edition. Tec & Doc. Lavoisier, paris.
16. **Jeantet R., Croguennec T., Schucke P., Brulé G., 2007.** Science des aliments ; volume 2. Technologie des produits alimentaires, chapitre 1 du lait aux produits Laitier. Ed. Tec & Doc. 183 p.
17. **Luquet F.M. (1990).** Lait et produits laitiers : vache, brebis chèvre. Tome II, Ed. Tec & Doc., Lavoisier. Paris.
18. **Meyer A., 1973.** Processed Cheese Manufacture, Food Trade Press Ltd., London, 201p.
19. **Mulonda K., 2016.** Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait caillé produit dans le groupement de miti et commercialisé dans la ville de Bukavu, Université Evangélique en Afrique. 30p.
20. **Ponce de Leon-Gonzalez L., Wendorff W. L., Ingham B. H., Jaeggi. J., Houck K. B., 2000.** Influence of Salting Procedure on the Composition of Muenster-Type Cheese . J. Dairy Sci. 83 (6):1396–1401.
21. **Ramet J.P., 1985.** La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéens. Ed. Etude FAO. Production et santé animale, 187 P.
22. **Ramet J.P., 1987.** La préparation du caillée: La présure et les enzymes coagulantes. Dans Le fromage (Coord. ECK A.), Ed. Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 539 p.
23. **Ramet J.P., 1997.** L'égouttage du coagulum. Dans Le fromage (Coord. ECK A. et GILLIS J.C.). Ed. Tec & Doc, Lavoisier, p 43.
24. **Taleb A, 2017.** Contrôle et qualité d'un lait déshydraté, Mémoire de master, Université Aboubekr Belkaid de Tlemcen, 59p.