

République Algérienne Démocratique et Populaire

*Ministère de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche Scientifique*

Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Microbiologie

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat

En Génie biologique

Thème

Etude de l'impact du type de lait sur la
qualité du fromage frais
aromatisé « Aladin »



Présenté par :

M^{lle}. Hamidouche Nassima

Membres de Jury :

Président : M^r SADOUN B.

Examinatrice : M^{lle} LAINCER F.

Promotrice : M^{lle} TITELI F.

Promotion: 2011/2012



REMERCIEMENTS

- *Al 'issue de ce travail, je tiens à remercier en premier lieu le bon Dieu de m'avoir aidé afin de réaliser ce travail.*
- *J'aimerais exprimer d'abord mes profonds remerciements à ma promotrice **M^{lle} TITELI F** pour avoir accepté de m'encadrer, pour ses orientations et ses conseils qu'elle m'a prodigué tout au long de ce travail. Qu'elle trouve ici mes sentiments de gratitude et de profonde reconnaissance.*
- *J'ai le plaisir d'exprimer ma gratitude a **M^r.SADOUN** de m'avoir honoré en présidant ma soutenance et à **M^{lle}.LAINCER** d'avoir accepté d'examiner mon travail.*
- *Mes remerciements s'adressent également à **M^r. HAMITOUCHE** de m'avoir permit d'effectuer mon stage au sein de son unité.*
- *Je tiens à remercier tout le personnel du laboratoire de contrôle de qualité: « Louiza, Nassim, Karima, Karim, Foudil, Lyes, Hakim, Azzéddine, Foudil, Nadia, Sonia, Hadjira, Fatima, Chabha, Fadila, , Lyes, Achour, Salim, Ibrahim, Farida, Salima, Sakhria, Sabrina, Samia » à leur tête le directeur **M^r HARA**. Sans oublier Nacer, Nadir et Farida du laboratoire R&D pour leur aide technique et scientifique ainsi que pour leurs qualités morales, disponibilité et gentillesse.*
- *Mes remerciements vont plus particulièrement à ma famille qui a su me soutenir, m'encourager, m'aider et me supporter tout au long des années.*
- *Merci également à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à l'élaboration de ce travail, qu'ils trouvent ici ma profonde reconnaissance.*



Mima



Dédicace

Au nom du Dieu le tout puissant

Je dédie ce travail à :

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

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

Et ceux à qui je dois tant

❧ *Mes très chers parents*

❧ *La mémoire de mes grands parents*

❧ *Mon grand père maternel et sa femme Malika*

❧ *Ma sœur : Lydia*

❧ *Mes frères : Lyes, Nabil, Farés et Nouréddine*

❧ *Mes tentes : Samia et ounissa*

❧ *Mon oncle : Hakim, sa femme Sabrina et leur
petit enfants, les adorables Rayane et dylane.*

❧ *Mes cousins, cousine et leurs familles*

❧ *Tous mes amis surtout Nadjet, et Nassim*

❧ *Toute L'équipe de la laiterie Soummam.*

❧ *La promotion 2012 de Génie Biologique qui va vraiment me manquer.*

Mima



Listes des abréviations

ANP: Azote Non Protéique

ASR : les anaérobies sulfito-réducteurs

AP: Azote Protéique

BCP : Gélose lactosée au Pourpre de Bromocrésol

BCPL : Bouillon Lactosé au Bromocresol Pourpre

BLBVB : Bouillon Lactosé Bilié au vert Brilliant

BP: Baird Parker

BPLS: Agar Lactosé et Saccharosé au vert Brillant et au rouge de Phénol

CACQE : Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'emballage

CNIEL : Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière

°D : Degré Dornic

DGCCRF : Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes

DLC : Date Limite de Consommation

DPD: 5 N, N diéthyl p- phénylène

EDTA : Ethylène- diamine tétra acétique

EST : Extrait Sec Total

FAO : Food and Agricultural Organisation of the U.N

FAU: Formazine Attenuation Unit

FT120 : Appareil d'analyse automatique

IANOR : Institut Algérien de Normalisation

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

M17 : Milieu de Terzaghi

Max: Maximum

MAP: Matière Azotée Protéique

MG : Matière Grasse

MGLA : Matière Grasse Laitière Anhydre

MRS : milieu de Man Rogosa et Sharpe

NE: Norme Enterprise

NF: Norme Fournisseur

NEP: Nettoyage En Place

NPP : le Nombre le Plus Probable

NET : Noir Eriochrome T

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

PCA : Plate count Agar

pH: Potentiel Hydrogène

S : Staphylococcus

SARL: Société A Responsabilité limités

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TH : Titre Hydrométrique

TSE : Tryptone sel eau

TACT : Température d'utilisation du produit. Action mécanique. Concentration du produit.
Temps de contact du produit

TTC : Chlorure de Triphenyl 2, 3, 5 Tetrazolium

TP : Taux de Proteines

UFC : Unité formant colonie

VF : Viande foie

VRBL : Gélose Lactosée Biliée au cristal Violet et au Rouge neutre

YGC : Yeast Extract Glucose Chloramphénicol Agar

Liste des figures

<i>Numéro</i>	<i>Titre</i>	<i>Pages</i>
1	La consommation par type de fromage en milliers de tonnes en France	10
2	Schéma technologique de la fabrication du fromage à pate fraiche	18
3	Organigramme de la laiterie Soummam	20
4	Evaluation du pH et de l'acidité du fromage à base de lait en poudre et crème sucrée.	37
5	Evaluation du pH et de l'acidité du fromage à base du lait crû et crème fraiche.	38
6	Résultats de l'analyse microbiologique des poudres de lait 0 et 26%	39
7	Résultats de l'analyse microbiologique du lait crû à la réception	40
8	Résultats de l'analyse microbiologique du lait pasteurisé	41
9	Résultats d'analyse microbiologique du sucre blanc cristallisé	42
10	Résultat de l'analyse microbiologique de l' MGLA	43
11	Résultats de l'analyse microbiologique des aromes utilisés	44
12	Résultats d'analyse microbiologique de la crème sucrée et fraiche	45
13	Résultats d'analyse microbiologique du fromage frais	46
14	Résultats en pourcentage de l'analyse sensorielle faite sur des personnes de différentes catégories d'âge	48

Liste des figures en annexe I

<i>Numéro</i>	<i>Titre</i>
1	La diversité des fabrications fromagères

Liste des tableaux

<i>Numéro</i>	<i>Titre de tableau</i>	<i>Pages</i>
I	Paramètres d'analyses physico-chimiques spécifiques pour chaque prélèvement	22
II	Méthodes d'analyses physico-chimiques	23
III	Analyses microbiologiques des eaux de reconstitution	29
IV	Dénombrement ou recherche des germes spécifique de chaque produit	30
V	Méthodes d'analyses microbiologiques	31
VI	Caractéristiques organoleptiques des poudres de lait 0 et 26%	34

Liste des tableaux en annexe I

<i>Numéro</i>	<i>Titre de tableau</i>
I	Composition biochimique moyenne d'un litre de lait de vache
II	Les diverses facettes de la qualité du lait cru
III	Spécification recommandées par JORA, 1993 concernant le lait
IV	Composition moyenne de la crème fraîche à 30% de matière grasse
V	Composition moyenne pour 100g de fromage frais
VI	Facteurs de conversion en énergie des principaux constituants du fromage frais

Liste des tableaux en annexe II

<i>Numéro</i>	<i>Titre de tableau</i>
I	Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process
II	Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0 et 26% MG
III	Résultat d'analyse physico-chimique du lait crû, Lait écrémé et partiellement écrémé
IV	Résultat d'analyse physico-chimique du sucre blanc cristallisé et de la MGLA
V	Résultat d'analyse physico-chimique des différents arômes
VI	Résultats des taux de protéine des deux types de fromage frais
VII	Résultat d'analyse physico-chimique par FT120 de la crème fraîche et sucrée
VIII	Evolution du pH des trois préparations du fromage frais à base du lait en poudre et de la crème sucrée
IX	Evolution de l'acidité des trois préparations du fromage frais à base du lait en poudre et de la crème sucrée
X	Evolution du pH des trois préparations du fromage frais à base du lait crû et de la crème fraîche

XI	Evolution de l'acidité des trois préparations du fromage frais à base du lait crû et de la crème fraîche
XII	Résultats de l'analyse microbiologique quotidienne de l'eau de process
XIII	Résultats de l'analyse microbiologique complète de l'eau de process
XIV	Résultats de l'analyse microbiologique des poudres de lait 0 et 26%
XV	Résultats de l'analyse microbiologique du lait crû
XVI	Résultats de l'analyse microbiologique du lait crû après première pasteurisation
XVII	Résultats d'analyse microbiologique du sucre blanc cristallisé
XVIII	Résultats d'analyse microbiologique de la MGLA
XIX	Résultats d'analyse microbiologique des arômes
XX	Résultats d'analyse microbiologique du produit semi fini
XXI	Résultats d'analyse microbiologique du fromage frais
XXII	Table de Mac Grady ; Méthode de détermination du nombre le plus probable (De bactéries coliformes)
XXIII	Résultats d'analyses organoleptiques des poudres de lait 0 et 26%
XXIV	Résultats d'analyses organoleptiques du sucre blanc cristallisé
XXV	Résultats d'analyse descriptive concernant les attributs de flaveur des deux préparations du fromage frais

Liste des tableaux en annexe III

<i>Numéro</i>	<i>Titre de tableau</i>
XXVI	Matériel et réactifs utilisés au cours de l'expérimentation

Liste des tableaux en annexe IV

<i>Numéro</i>	<i>Titre de tableau</i>
XXVII	Méthode de préparation des milieux de cultures pour la microbiologie
XXVIII	Méthode de préparation des réactifs et de la présure
XXIV	composition des milieux de culture

Liste des abréviations.
Listes des figures.
Liste des figures de l'annexe.
Liste des tableaux.
Liste des tableaux de l'annexe

SOMMAIRE

Introduction.....1

PARTIE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Généralités sur le lait

I. Le lait.....	3
1. Propriétés physico-chimiques	3
2. Composition biochimique du lait.....	4
3. Qualités organoleptiques	5
4. Composition et valeur énergétique	5
5. Facteurs de variation de la composition du lait de vache	5
6. Qualité du lait cru	6
II. Principaux microorganismes rencontrés dans le lait.....	6
1. La flore indigène ou originelle	7
2. La flore contaminante.....	7
III. Problématique du lait en Algérie.....	8
IV. Lait en poudre.....	8
V. Matière Grasse Laitière Anhydre	9
VI. Crème fraîche	9
1. Définition.....	9
2. Composition nutritionnelle et valeur énergétique.....	9

CHAPITRE II : Fromage frais

I. Généralités sur le fromage.....	10
1. Définition.....	10
2. Fromage au lait cru.....	11
3. Technologie de fabrication fromagère.....	11
II. fromage à pâte fraîche.....	12
1. Définition	12
2. Composition et valeur énergétique	12
3. Valeur nutritionnelle.....	13
4. Technologie de fabrication du fromage à pate fraîche	13
III. Propriétés organoleptiques et analyses sensorielles	17

PARTIE PRATIQUE

PARTIE II : MATERIEL ET METHODES

I. Présentation de la laiterie Soummam.....	18
1. Historique.....	18
2. Organigramme de l'unité	19
3. Produits de l'unité	19
II. Echantillonnage et prélèvement.....	21
III. Analyses physicochimiques	22
III.1. Analyses physico-chimiques des matières premières jusqu'au produit fini.....	22
IV. Analyses microbiologique	29
IV. 1. Analyses microbiologiques des matières premières	29
IV.2. Autres ingrédients de fabrication, produit semi fini et fini	30
V. Caractéristiques organoleptiques du sucre blanc et de la poudre de lait	34
VI. Analyse sensorielle du fromage frais	34

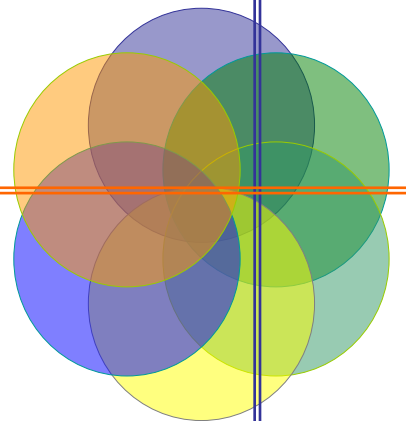
PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION

I. Résultats des Analyses physicochimiques	35
II. Résultats des analyses microbiologiques	39
II.1. Résultats de l'analyse microbiologique des eaux de process.....	39
II.2. Résultats de l'analyse microbiologique des poudres de lait 0 et 26%	39
II.3. Résultats de l'analyse microbiologique du lait crû	40
II.4. Résultats de l'analyse microbiologique du lait crû après première pasteurisation	41
II.5. Résultats d'analyse microbiologique du sucre blanc cristallisé.....	42
II.6. Résultats d'analyse microbiologique de la MGLA	43
II.7. Résultats d'analyse microbiologique des arômes	44
II.8. Résultats d'analyse microbiologique du produit semi fini	45
II.9. Résultats d'analyse microbiologique du fromage frais.....	46
III. Caractéristiques organoleptiques	48
VI. Résultats de l'analyse sensorielle des deux préparations du fromage frais	48
Conclusion	49

Références bibliographiques

Annexes

Introduction



Pendant des millions d'années, l'Homme vécut de chasse et de cueillettes qui lui procuraient, entre autres, de la viande, des œufs, du miel et du poisson. Il y a environ 10 000 ans, la découverte de l'agriculture et de l'élevage lui assurait une certaine sécurité alimentaire, un habitat fixe et ouvrait ainsi l'ère des grandes civilisations. L'élevage des animaux laitiers qui date d'environ 8000 ans a ouvert des perspectives alimentaires chaque jour plus prometteuses (Konte, 1999).

Le lait et les produits laitiers ont longtemps été au centre de l'alimentation dans les pays développés et en voie de développement (Smit, 2003), car c'est un aliment de haute valeur nutritionnelle: très riche en protéines, lipides, glucides et surtout par un apport en oligo-éléments tel que le calcium. De ce fait, il occupe une place incontestable dans la ration alimentaire humaine (Luquet, 1986).

La consommation algérienne de lait connaît une évolution croissante depuis l'indépendance. La poussée démographique ainsi que l'amélioration du niveau de vie de la population, induit une forte demande en ce produit de base. Par ailleurs, l'insuffisance de la production nationale astreint notre pays à recourir depuis plusieurs années à des importations massives de lait sous forme de poudre, de matière grasse et de produits dérivés (Siboukeur, 2005), qui offrent l'utilité d'assurer une meilleure diversité du choix en production, d'où il s'est traduit l'appariation des industries laitières comme la laiterie Soummam.

La collecte devait avoir un rôle clé dans le cadre de la politique du développement de la production laitière nationale. L'évolution des performances réalisées en matière de collecte du lait cru est un indicateur important de la dynamique de la production nationale et de son articulation à son aval industriel, et par sa contribution à la concrétisation de l'objectif d'intégration de l'économie nationale (Cherfaoui, 2003). L'Algérie ambitionne de porter sa production de lait annuelle à plus de 3 milliards de litres à l'horizon de 2014 (Anonyme I, 2011)

La notion de qualité du lait a évolué au cours des dernières décennies. Il s'agit d'un sujet complexe qui comporte diverses facettes intimement liées les unes aux autres. La qualité du lait a une résonance bien particulière et différente selon qu'on s'adresse à un groupe de producteurs, de transformateurs, ou de consommateurs (Grenon, 2004).

L'industrie laitière est probablement le secteur le plus diversifié et flexible de l'industrie alimentaire. La flexibilité du lait comme matière première réside dans les propriétés physico-chimiques et chimiques de ses constituants. Les principaux constituants du lait peuvent être modifiés par des procédés enzymatiques, chimiques et / ou de méthodes

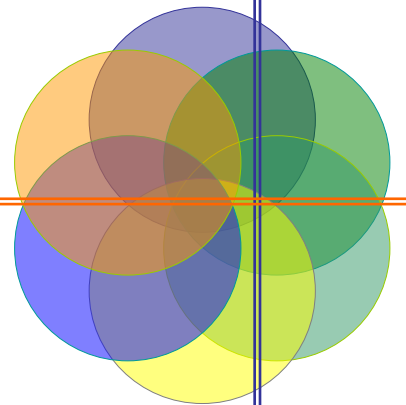
physiques, permettant la production de nouveaux produits (Fox, 2003) tels que les fromages frais.

Le lait est un produit très périssable qui s'altère rapidement par voies microbiologique et enzymatique qui le rendent notamment très propice aux altérations par les microorganismes et les enzymes. Tout cela a incité les producteurs à rechercher des formes de report des éléments essentiels du lait, et c'est dans ce contexte que sont apparues, il y a plusieurs millénaires, les premières transformations fromagères (Mahaut *et al.*, 2000).

Il a été démontré que les caractéristiques du lait utilisé comme matière première ont une grande importance sur les caractéristiques organoleptiques (Bertoni *et al.*, 2001; Coulon *et al.*, 2004; Barcenas *et al.*, 2005), physico-chimiques (Caridi *et al.*, 2003), et aussi sur les propriétés de maturation des fromages (Benfeldt *et al.*, 1997; Beuvier *et al.*, 1997).

Dans la perspective de formulation d'un produit tout en maintenant la valeur nutritionnelle des fromages frais et de prolonger, par la même, la durée de vie de ces derniers, nous nous sommes proposée d'effectuer une étude comparative entre deux types de fromage frais dans l'objectif d'approfondir la différenciation des produits à base de lait frais par rapport à ceux reconstitués à partir de poudre de lait pour voir comment la matière première pourrait évoluer dans les différentes technologies fromagères ?

Chapitre I : Généralités sur le lait



I. Le lait :

Le lait a été défini en 1908 au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant :

« Le produit intégral de la traite totale, ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum. » (Mathieu, 1998). Cette définition a également été reprise par le Journal Officiel de la République Algérienne démocratique et populaire (JORA, 1993).

Selon la réglementation Algérienne, la dénomination « lait » est réservé exclusivement aux produits de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique.

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

Le lait cru est le produit de sécrétion des glandes mammaires des mammifères (Carole, 2002). Aussi appelé lait de ferme, c'est le produit provenant de la traite d'une ou plusieurs vaches, non traité thermiquement au-delà de 40 °C ni soumis à un traitement d'effet équivalent (Anonyme I, 2011). Ce qui a pour conséquence qu'il conserve intégralement sa flore bactérienne et toutes ses propriétés nutritionnelles et gustatives. Il s'agit du lait tel qu'il sort du pis des animaux (Anonyme II, 2011).

I.1- Propriétés physico-chimiques :

Les propriétés physicochimiques du lait sont variables mais les plus utilisées dans l'industrie laitière sont : la masse volumique, le point de congélation, le point d'ébullition, le pH qui est voisin de la neutralité (Luquet, 1985) et l'acidité titrable qui mesure la quantité d'acide présente dans un échantillon de lait.

$$\text{Acidité titrable} = \text{Acidité naturelle} + \text{Acidité développée}$$

Ce paramètre est exprimé en pourcentage d'acide lactique ou en degré Dornic (D°) tel que :
Acidité naturelle: Acidité présentée par le lait lors de sa sortie du pis.
Acidité développée: Acidité provoquée par la fermentation lactique effectuée par les bactéries lactiques du lait en donnant l'acide lactique (Goursaud, 1999; Amiot *et al.*, 2002).

Le lait est un système complexe caractérisé par différentes phases en équilibre instable :

- Une phase aqueuse, nommé aussi Une solution vraie qui est un mélange des substances liquides ou solides solubilisées, appelées soluté, dans un solvant liquide contenant en solution des molécules de sucre, des ions et des composés azotés.
- Une phase colloïdale instable impliquant un mélange constitué d'une phase dispersée solide non solubilisé, présente sous forme de très fines particules ayant beaucoup d'affinité pour la phase aqueuse, elle est constituée de colloïdes micellaires protéiniques.
- Une émulsion de globules gras, dans la phase aqueuse consiste en un mélange d'une phase dispersée liquide non solubilisée, présente sous forme de très fines gouttelettes, dans une phase dispersante liquide (matière grasse) (Debry, 2001).

I.2- Composition biochimique :

Le lait, proche du plasma sanguin, est un sérum comportant une émulsion de matière grasse, une suspension de matière protéique, du lactose, des sels et minéraux, des protéines solubles et des traces d'élément divers. Les principaux constituants du lait sont donc par ordre décroissant :

- ◆ De l'eau, très majoritaire ;
- ◆ Des glucides, principalement représentés par le lactose ;
- ◆ Des lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras ;
- ◆ Des protéines : caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.
- ◆ Des sels et minéraux à l'état ionique et moléculaire ;
- ◆ Des éléments à l'état de traces mais au rôle biologique important : enzymes, vitamines, oligoéléments (Debry, 2001).

La teneur moyenne d'un litre de lait de vache, en ces composés cités ci-dessus, est illustrée dans le tableau I (Annexe I).

I.3- Propriétés organoleptiques :**I.3.1- Couleur :**

L'opacité du lait est due à sa teneur en particules suspendues de matière grasse, de protéines, et de certains minéraux. La couleur varie du blanc au jaune en fonction de la coloration (teneur en carotène) de la matière grasse (Gosta, 1995).

I.3.2- Odeur :

La présence de la matière grasse dans le lait, lui confère une odeur caractéristique. Egalement, au cours de sa conservation, le lait présente une odeur aigue due à l'acide lactique formé (Vierling, 1998).

I.3.3- Saveur :

Il est difficile de définir cette caractéristique du lait car elle provient de l'association d'éléments : On retrouve notamment la saveur douce du lactose, la saveur salée du NaCl, la saveur particulière des lécithines qui s'équilibre et qui est atténuée par la masse des protéines. Leur appréciation varie donc grandement selon l'observateur (Martin, 2000).

I.4- Composition et valeur énergétique :

Le lait est un système colloïdal constitué d'une solution aqueuse de lactose, de matière saline et de plusieurs autres éléments à l'état dissous, dans laquelle se trouvent des protéines à l'état de suspension et des matières grasses en émulsion. L'extrait sec total du lait est en moyenne de 13,1% et l'extrait sec dégraissé (sans matière grasse) est de 9,2% ; ses protéines possèdent une valeur nutritionnelle élevée en particulier la lactoglobuline et la lactalbumine, riche en acides aminés soufrés (Aboutayeb, 2009).

La valeur énergétique du lait est entre 650 et 750 Kcal/litre (Cheftel et Cheftel, 1977).

I.5. Facteurs de variation de la composition du lait:

La composition des différents laits d'animaux varie considérablement d'une espèce à l'autre, mais à l'intérieur d'une même espèce, voir à l'intérieur des types des races d'espèces identiques. Le lait de vache proposé à la consommation est souvent un mélange, obtenu de la traite de plusieurs animaux, mais aussi des fluctuations notables subsistent qui sont sous la dépendance de facteurs d'ordre génétique, physique et zootechnique (Bouvier, 1993 ; Mercier, 1997).

I.6. Qualité du lait cru :

En agroalimentaire, la qualité est définie par les quatre « S » de Main Guy : Satisfaction-Sécurité-Service-Santé + « régularité » (Abiazar, 2007). La qualité du lait cru est représentée par différents aspects qui sont illustrés dans le tableau II (Annexe I). En Algérie, la qualité du lait cru est liée à un certain nombre de spécifications indiquées par le (JORADP, 1993).

Le lait ne doit pas:

- être coloré, malpropre ou malodorant;
- provenir d'une traite opérée moins de sept (07) jours après le part;
- provenir d'animaux atteints de maladies contagieuses ou de mammites;
- contenir notamment des résidus antiseptiques, antibiotiques et pesticides;
- coaguler à l'ébullition;
- provenir d'une traite incomplète;
- subir un écrémage même partiel.

En outre, le lait ne doit pas subir:

- de soustraction ou de substitution de ses composants nutritifs;
- de traitements, autres que le filtrage ou les procédés thermiques d'assainissement susceptibles de modifier la composition physique ou chimique, sauf lorsque ces traitements sont autorisés.

Le lait doit répondre aux spécifications reprises dans le tableau III (Annexe I).

II-Principaux microorganismes rencontrés dans le lait:

II.1- Flore indigène ou originelle :

La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation, la race et d'autres facteurs. Le lait qui sort du pis de la vache est pratiquement stérile. Les genres dominants de la flore indigène sont principalement des microorganismes mésophiles (*Micrococcus sp*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*,...). Lorsque le lait provient d'un animal sain et qu'il est prélevé dans des conditions aseptiques, il devrait contenir moins de 5×10^3 UFC/ml. Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées «les lacténines » mais leur action est de très courte durée (environ 1 heure) (Lamontagne et al., 2002).

II.2- Flore contaminante:

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

- Fèces et téguments de l'animal : *coliformes*, *clostridies*, éventuellement entérobactéries pathogènes (*Salmonella*).
- Sol : Streptocoques, les bactéries sporulées, spores fongiques ...
- Laiterie et aliments : flore banale variée en particulier *Lactobacilles*, *Clostridium butyriques*.
- Air et l'eau : flore diverse
- Équipement de traite et de stockage du lait : flore lactique, microcoques, *lactobacilles*, *streptocoques* et *levures*.
- Manipulateurs : *Staphylocoques* dans le cas de traite manuelle, mais aussi germes acquis lors du transport et de contamination fécale.
- Vecteurs divers (insectes, en particulier) : flore de contamination fécale. Parmi ces micro-organismes, il y a ceux qui sont inoffensifs, d'autres dangereux et nuisibles de point de vue sanitaire, d'autres capables d'entraîner l'altération du lait (Bourgeois, 1991).

La flore contaminante du lait est l'ensemble des microorganismes transférés au lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération et d'une flore pathogène (Lamontagne et *al.*, 2002).

II.2.1- Flore d'altération :

La flore d'altération cause des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et réduit la durée de vie du produit laitier. De plus, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont: Les coliformes, les sporulés telles que *Bacillus sp.*, et *Clostridium sp.*, et certaines levures et moisissures (Lamontagne et *al.*, 1998).

II.2.2- Flore pathogène :

La présence des microorganismes pathogènes dans le lait peut provenir de trois sources: l'animale, l'environnementale et l'Homme. Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*, ... (Lamontagne et *al.*, 1998).

III. Problématique du lait en Algérie:

Le lait est un produit de haute valeur nutritionnelle. C'est l'un des plus rares aliments à contenir une teneur équilibrée en nutriment de base d'où il est considéré comme un produit de base dans le modèle de consommation algérien. Les besoins sont estimés à 3,2 milliard de litres et une consommation moyenne de l'ordre de 100 à 110 l/habitant/an. La production nationale estimée à 1,6 milliard de litres par an, ne couvre que 40% des besoins (Yakhlef et *al.*, 2010). Le reste est importé sous forme de poudre de lait et de matière grasse laitière anhydre (MGLA) auxquels il faut rajouter d'autres ingrédients de fabrication (levains, enzymes coagulantes, arômes, ...).

IV. Lait en poudre (lait totalement déshydraté) :

Le lait en poudre est un produit solide obtenu par élimination de l'eau du lait, du lait entièrement ou partiellement écrémé, de la crème ou d'un mélange de ces produits, et dont la teneur en eau n'excède pas 5 % en poids du produit fini.

IV.1- Classification selon la composition en matière grasse:

- La poudre de lait riche en matière grasse: lait déshydraté contenant, en poids, au moins 42 % de matière grasse.
- Le lait en poudre entier ou poudre de lait entier : lait déshydraté contenant, en poids, au moins 26 % et moins de 42 % de matière grasse.
- Le lait en poudre partiellement écrémé ou poudre de lait partiellement écrémé : lait déshydraté dont la teneur en matières grasses est, en poids, supérieure à 1,5 % et inférieure à 26 %.
- Le lait en poudre écrémé ou poudre de lait écrémé : lait déshydraté contenant, en poids, au maximum 1,5 % de matières grasses (GEM RCN, 2009).

IV.2- Classification selon l'indice thermique:

Cette classification prend en considération l'intensité des traitements thermiques subits par le lait au cours du séchage, ainsi on distingue :

- ✓ poudre « haut température » : (high heat) 1,5 mg de protéines solubles/ g
- ✓ poudre « moyenne température » : (medium heat)
- ✓ Poudre « basse température » (low heat) : moins de 6 mg de protéines soluble /g. (Noznick, 1982 ; Modler, 1985).

En plus de l'intensité du traitement thermique suivi, il ya lieu de signaler que la qualité de la poudre du lait peut varier aussi selon le type de séchage subi qui peut être fait sur cylindre (procédé Hatmaker) ou par atomisation. Le chauffage brutal qui se produit dans le premier cas entraine des modifications de la structure physico-chimique du produit conduisant à une faible solubilité et générant un goût de cuit et des réactions de brunissement. Il est admis que la poudre préparée par atomisation (procédé Spray) présente de meilleures caractéristiques et aptitudes technologiques (Gianfrancesco, 2009).

V. Matière Grasse Laitière Anhydre:

La Matière Grasse Laitière Anhydre ou MGLA est produite exclusivement au départ de crème laitière ou de beurre de toute première au moyen de procédés physiques de séparation au cours desquels toute l'eau et les matières sèches non grasses sont extraites par décantation ou par centrifugation. Aucune substance neutralisante n'y a été ajoutée (Luquet, 1990; Mahaut et *al.*, 2000). Elle est conditionnée en fûts métallique d'environ 120 à 200 kg, Stockée et conservée Maximum 12 mois dans un endroit frais (Boutonnier et Durant, 1985).

VI. Crème fraîche :

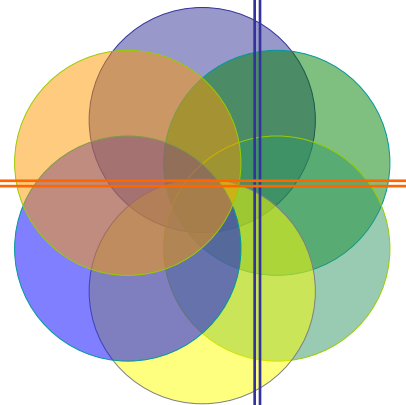
VI.1. Définition :

La dénomination crème légère est réservée au lait contenant entre 12 g inclus et 30 g non inclus de matière grasse provenant exclusivement du lait pour 100 g de poids total (GEM RCN, 2009) et qui subissent un seul traitement thermique autorisé qui est la pasteurisation. Elle doit avoir été conditionnée dans le même endroit où elle a été produite dans un délai maximal de 24 heures. Elle est aussi appelée crème maturée après avoir étéensemencée par une flore lactique spécifique constituée d'une ou d'un mélange d'espèces bactériennes bien définis : *Lactococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus* et *Leuconostoc cremoris* (Boutonnier et Dunant, 1985).

VI.2.Composition nutritionnelle et valeur énergétique :

Les apports essentiels de la crème fraîche sont représentés par les liquides et la vitamine A, comme elle fournit également une quantité intéressante de calcium et de vitamine D (Mahaut et *al.*, 2000). La valeur énergétique de 100g de crème fraîche est de 335Kcal/litre. Le tableau IV (Annexe I) présente la composition moyenne de la crème fraîche à 30% de matière grasse.

Chapitre II : *Le fromage frais*



I. Généralités sur le fromage :

La fabrication du fromage est apparue il y a 8000 ans, peu après la domestication des animaux. A l'origine, l'intérêt majeur de la transformation du lait en fromage était de conserver les principaux constituants du lait. Actuellement, il s'agit plutôt d'un aliment, possédant des qualités nutritionnelles indéniables. En 2003, la production mondiale de fromage était de 17,5.106 tonnes, et plus de la moitié de cette production provenait de l'Europe vu que les français sont les premiers amateurs de fromages, avec une consommation annuelle moyenne de 24,5 kg/habitant en 2004 (CNIEL, 2005). Parmi les fromages au lait de vache, la préférence des français va, en premier, aux fromages frais, puis, par ordre décroissant, aux fromages à pâte molle, aux fromages à pâte pressée cuite, aux fromages à pâte pressée non cuite et aux fromages à pâte persillée (CNIEL, 1999). La figure 1 présente les différents types de fromage et leur consommation en milliers de tonnes en France.

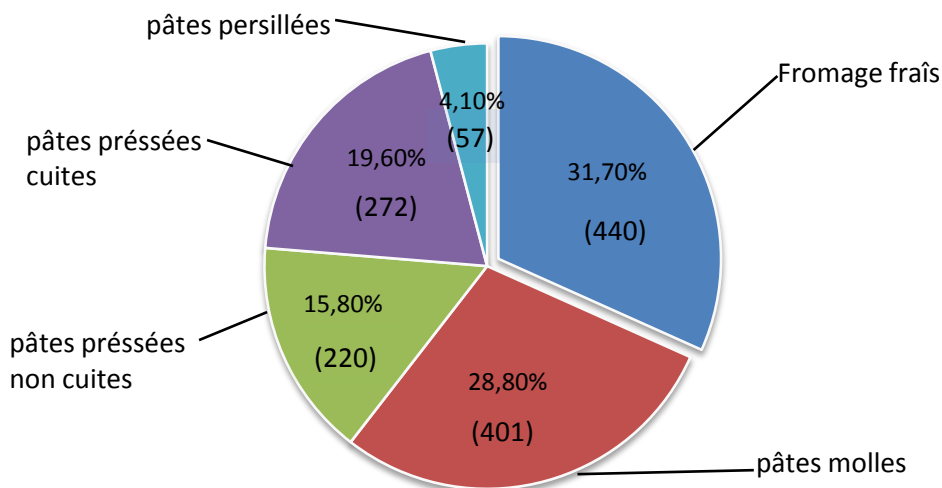


Figure 1 : La consommation par type de fromage en milliers de tonnes en France (CNIEL, 1999).

II. Définition :

II.1- Sur le plan technologique :

La dénomination « fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitière suivantes : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse (MG), utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie

aqueuse (GEM RCN, 2009). La teneur minimale en matière sèche (MS) du produit ainsi défini doit être de 23 g pour 100 g de fromage (DGCERF, 2005).

II.2. Sur le plan alimentaire :

Le fromage est une forme de conservation des deux principaux constituants insolubles du lait (caséine et matière grasse) et d'une partie plus ou moins importante des sels minéraux et des éléments solubles. Seules les proportions entre divers constituants varient ainsi que leur état de dégradation enzymatique (Pointurier, 1985).

II.3. Sur le plan biologique :

L'aspect biologique du fromage est retrouvé à trois niveaux : le domaine végétal (alimentation des animaux), le domaine animal (espèce et race des animaux producteurs de lait) et enfin le domaine microbiologique (flore: fermentation et affinage) (Berard et Marchenay, 2004).

III. Fromage au lait cru :

C'est un produit vivant fabriqué avec du lait de vache, de brebis ou de chèvre, qui n'a pas subi de traitement thermique supérieur à 40 °C. De ce fait, la flore lactique originelle qu'il contient, très diversifiée, est préservée de même que les systèmes enzymatiques qui jouent un rôle complexe à toutes les étapes de la fabrication et de l'affinage. Il en découle une grande variété de goûts revendiquée par nombre de fromages (Primeur, 2011). Selon les paramètres mis en œuvre au niveau des différentes étapes de transformation du lait en fromage, une grande variété de produits peut être obtenue tel que traduit par (Lenoir et *al.*, 1983) à la figure 1 (Annexe I).

IV- Technologie de fabrication fromagère :

Le fromage correspond à une véritable conserve alimentaire, obtenue grâce au jeu croisé de l'élimination plus au moins poussée de l'eau du lait et de la récupération des matières sèches. Selon (Brulé et *al.*, 1997), la transformation du lait en fromage comporte trois étapes principales :

- La coagulation du lait qui correspond à des modifications physicochimiques des micelles de caséines sous l'action d'enzymes protéolytiques et (ou) de

l'acide lactique, entraînant la formation d'un réseau protéique tridimensionnel appelé coagulum ou gel.

- L'égouttage du caillé qui assure une déshydratation partielle du gel, obtenu par séparation d'une partie du lactosérum,
- L'affinage qui se caractérise par des transformations biochimiques des constituants du caillé, essentiellement sous l'action d'enzymes microbiennes.

Dans la plupart des fabrications, entre l'égouttage et l'affinage, se situe l'opération de salage qui représente à la fois un complément d'égouttage et un facteur important de la maîtrise de l'affinage par action sur l'activité de l'eau.

V. Fromage à pâte fraîche :

V.1. Définition :

Les fromages frais résultent de la coagulation du lait, suivie de l'égouttage par centrifugation ou filtration (Ramet, 2006). Ils subissent essentiellement une fermentation lactique (avec souvent une légère action de la présure). Leur humidité est élevée (70% à 75%); ils sont obtenus avec du lait pasteurisé et sont conservés au froid (le petit suisse par exemple). C'est un fromage que l'on doit consommer assez rapidement après sa fabrication. Il est obtenu par simple coagulation du lait, que l'on déclenche par acidification ou par chauffage. Il est peu égoutté et non affiné, il peut être salé, aromatisé ou sucré (Kosilkowski, 1987).

V.2. Composition et valeur énergétique :

La composition du fromage frais dépend de la composition du lait d'origine et de la technologie mise en œuvre (Mahaut et *al.*, 2000). Le tableau V (Annexe I) présente la composition moyenne de 100g de fromage frais. La valeur énergétique d'un fromage frais est due aux taux de lipides, de protides et éventuellement de glucides, d'acide lactique et d'acide citrique. Elle se calcule en appliquant à ces constituants les facteurs de conversions en énergie qui sont représentés dans le tableau VI (Annexe I). Un fromage apporte d'autant plus d'énergie qu'il est mieux égoutté et plus gras (Luquet, 1986).

V.3. Valeur nutritionnelle :

Les fromages frais constituent une forme de conservation des protéines, de matière grasse ainsi que d'une partie de calcium et de phosphore. Les qualités nutritionnelles et organoleptiques du fromage frais sont très appréciées par l'Homme (Mahaut et *al.*, 2000).

V.4. Technologie de fabrication du fromage à pâte fraîche:

Le lait est la matière première destinée à la fabrication fromagère. Une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physico-chimiques est indispensable. Cela aide à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels (Beresford et Williams, 2004). La préparation du lait est une étape importante qui doit précéder les quatre autres étapes : elle consiste en une sélection d'un lait de bonne qualité (Eck, 1987).

V.4.1. Préparation du lait :

La qualité du lait de fromagerie peut être définie comme son aptitude à donner un bon fromage dans les conditions de travail normales avec un rendement satisfaisant. Elle dépend d'un certain nombre de caractéristiques du produit : sa composition chimique notamment sa richesse en caséines, sa charge microbienne, la nature de sa microflore et son aptitude au développement des bactéries lactiques. Elle dépend aussi de son comportement vis-à-vis de la présure (Hermier et *al.*, 1992 ; Thapon, 2005).

V.4.2. Mélange :

La préparation du lait de mélange a pour but d'enrichir le lait cru en extrait sec déshydraté et en matières grasses. Le mélange se fait à différentes proportions selon la disponibilité du lait cru. Le mélange du lait cru avec le lait reconstitué est suivi d'une agitation pendant une demi-heure environ (Thapon, 2005).

V.4.3. Standardisation :

La standardisation consiste à régler la composition du lait de mélange afin d'obtenir une teneur minimale en extrait sec (ES) et en matières grasses (MG) dans le fromage commercialisé. Elle est réalisée par le mélange du lait entier à du lait écrémé ou de la crème à du lait écrémé dans des proportions calculées. Certaines techniques (ultrafiltration ou microfiltration sur membrane) permettent de standardiser le lait en protéines (Thapon, 2005).

❖ Standardisation physico-chimique :

Les « standards » définis par les technologues concernent la composition et les caractéristiques physico-chimiques du lait à mettre en œuvre :

- Standardisation de la matière azotée : L'augmentation de la teneur en matière azotée protéique du lait se fait par plusieurs procédés, la méthode la plus utilisée est l'ajout de poudre de lait écrémé (Mercier, 1997).
- Standardisation de la matière grasse : il est nécessaire pour chaque type de fromage de standardiser en matières grasses le lait mis en œuvre (la crème riche en matière grasse s'avère un bon choix pour y parvenir) (Mercier, 1997).
- Ajustement du pH : L'ajustement du pH peut se faire par :
 - Ajout d'acides organiques tels que l'acide lactique ;
 - Une maturation froide à l'aide de 0,1% de ferments lactiques à 10-12°C pendant 15 heures suivie d'une maturation chaude avec ajout de levains lactiques à température d'emprésurage (30-35°C) pendant 1 à 2 heures et addition de CaCl_2 (80-200 mg/l) (Mahaut, 2000).

❖ Standardisation biologique :

Les bactéries lactiques jouent un rôle essentiel dans les différentes étapes de la transformation du lait en fromage. Par la production d'acide lactique, elles abaissent le pH et contribuent avec les enzymes coagulantes à modifier les caractéristiques physico-chimiques du milieu et contribuent à la texture particulière de chaque type de fromage.

V.4.4. Homogénéisation :

L'homogénéisation mécanique est un traitement industriel employé principalement pour stabiliser l'émulsion de la matière grasse du lait afin d'éviter la séparation de la crème par gravité. Elle a pour but principal de diminuer le diamètre des gouttelettes de la phase dispersée en fractionnant les globules gras en de plus petits globules.

Parce qu'elle présente l'avantage de stabiliser l'émulsion de la matière grasse uniformément dispersée dans tout le liquide, l'homogénéisation possède d'autres effets sur le lait, tel que le blanchiment de sa couleur, l'augmentation de sa tendance à mousser, la réduction de la prédisposition à l'auto oxydation et ainsi à la formation de saveurs non désirées. Enfin, les globules gras perdent leur capacité de s'agglutiner au cours du refroidissement, à la suite de

l'inactivation des agglutinines. Ce traitement donne au lait une saveur et une texture plus douces, plus onctueuses pour la même teneur en matière grasse (Eck, 1997).

V.4.5. Traitement thermique :

La pasteurisation est un chauffage suffisant pour détruire avec certitude tous les germes pathogènes. La température de la pasteurisation la plus fréquente est comprise entre 65 à 75°C et parfois 80°C pendant 15 à 20 secondes. Ensuite, le lait pasteurisé est conduit vers des tanks de stockage où la température est de 10 à 12°C (Veisseyre, 1975).

V.4.6. Prématuration :

La prématuration a pour objectif d'enrichir le lait en phosphate mono calcique, chlorures de calcium et d'autres ingrédients, afin de renforcer la coagulation et la cohésion du caillé et de rétablir l'équilibre chimique des composants du lait (Lenoir et *al.*, 1983). L'ajout, par exemple, de chlorure de sodium favorise la solubilisation du calcium micellaire. Il est préféré en fromagerie pour faciliter la coagulation des laits traités thermiquement et donc l'augmentation du taux de calcium ionique, l'ajout de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ qui apporte au lait pasteurisé de fromagerie des ions Ca^{2+} indispensables à sa coagulation enzymatique (Goursaud, 1999).

V.4.7. Maturation :

L'addition des levains lactiques en maturation chaude (30 – 35°C) pendant 1 à 2 heures a pour rôle d'acidifier le lait au pH d'emprésurage désiré et de diriger l'acidification pendant la phase d'égouttage. La microflore lactique doit être présente dans le lait avant l'emprésurage (Lenoir et *al.*, 1983). Les espèces du genre *Lactococcus* et *Leuconostoc* sont prédominantes dans le fromage frais. Les *Lactobacillus spp.* sont présents à de faibles nombres. Les espèces dominantes sont *Lactococcus lactis subsp. lactis et subsp. lactis biovar diacetylactis*, et *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris et subsp. lactis*. Celles-ci influencent les caractéristiques sensorielles du produit fini (Randazzo et *al.*, 2009).

V.4.8. Emprésurage :

Après maturation, le lait est additionné de présure qui est la substance permettant de faire cailler le lait. C'est une enzyme coagulante d'origine animale, nommée aussi « chymosine ». Elle est obtenue à partir du suc gastrique de la quatrième poche de l'estomac des

jeunes veaux abattus non sevrés (Eck, 1987). Son activité protéolytique modifiera la texture du lait (Eck, 1990). C'est une opération extrêmement importante puisqu'elle détermine la réussite de la fabrication. Après maturation, le lait est additionné de 19 à 23 ml de présure pour 100 litres de lait. Le caillage est obtenu au bout de 10 à 15 min (Pointurier et *al.*, 1985).

V.4.9. Coagulation :

La coagulation du lait, qui se traduit par la formation d'un gel, résulte des modifications physico-chimiques intervenant au niveau des micelles de caséine. Les mécanismes proposés dans la formation du coagulum diffèrent totalement suivant que ces modifications sont induites par acidification et /ou action d'enzymes coagulantes (Ramet, 2006). Cette étape est caractérisée par le temps de prise et le temps de durcissement. Les caractéristiques physico-chimiques du gel conditionnent l'aptitude à l'égouttage et les caractéristiques finales du fromage (Matoub, 2000; Ramet, 2006).

❖ La coagulation acide:

Elle consiste à précipiter les caséines à leur point isoélectrique ($pH_i = 4,6$) par acidification biologique à l'aide de ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique. L'acidification entraîne une diminution des charges négatives des micelles et donc de la couche d'hydratation et des répulsions électrostatiques ainsi qu'une solubilisation du calcium et du phosphore minéral, entraînant une destruction des micelles de caséines avec réorganisation protéique, pour former un réseau puis un gel qui présente une perméabilité satisfaisante, mais une friabilité élevée avec une élasticité et plasticité pratiquement nulles dues au manque de structuration du réseau (Brule et Lenoir, 1987; Eck et Gillis, 2006 ; Ramet, 2006).

❖ La coagulation enzymatique :

Elle consiste à transformer le lait de l'état liquide à l'état de gel par l'action d'enzymes protéolytiques. On distingue trois phases : Phase primaire ou enzymatique, phase secondaire ou d'agrégation des micelles déstabilisées et phase tertiaire ou phase de réticulation (Brule et Lenoir, 1987 ; Eck et Gillis, 2006 ; Ramet, 2006).

V.4.10. Egouttage :

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

V.4.11. Incorporation de la purée de fruit :

L'addition de la purée de fruit intervient, pour les fromages frais à base de fruit après la fermentation par l'addition de préparation de fruits (Beal et Sodini, 2003) et enfin, conditionnement à 12°C et Stockage à 6°C pendant 24h avant la commercialisation (Anonyme IV, 2011).

V.4.12. Nettoyage et désinfection :

Il se fait selon le système NEP qui est très utilisé en industrie laitière pour nettoyer les surfaces internes et la tuyauterie sans démontage. L'action mécanique étant assurée par la vitesse de circulation des solutions de nettoyage et par la force d'impact sur les parois. Pour une efficacité optimale de nettoyage, il faut procéder avec « TACT » (Carole, 2002).

VI. Propriétés organoleptiques et analyses sensorielles :

L'analyse sensorielle constitue une approche indispensable à l'évaluation de la qualité organoleptique d'un produit alimentaire. Etroitement associée à la caractérisation des propriétés physico-chimiques, elle peut être un outil d'aide à la maîtrise de la qualité et la formulation des produits transformés. Cette analyse met en œuvre le sujet comme « instrument de mesure » afin de donner le maximum d'informations sur le produit analysé. Son but est de décrire la nature des perceptions et quantifier leur intensité. Ainsi construire le profil du produit et le conférer une pièce d'identité précise, reproductible et compréhensible par tous (Barthelemy, 1998).

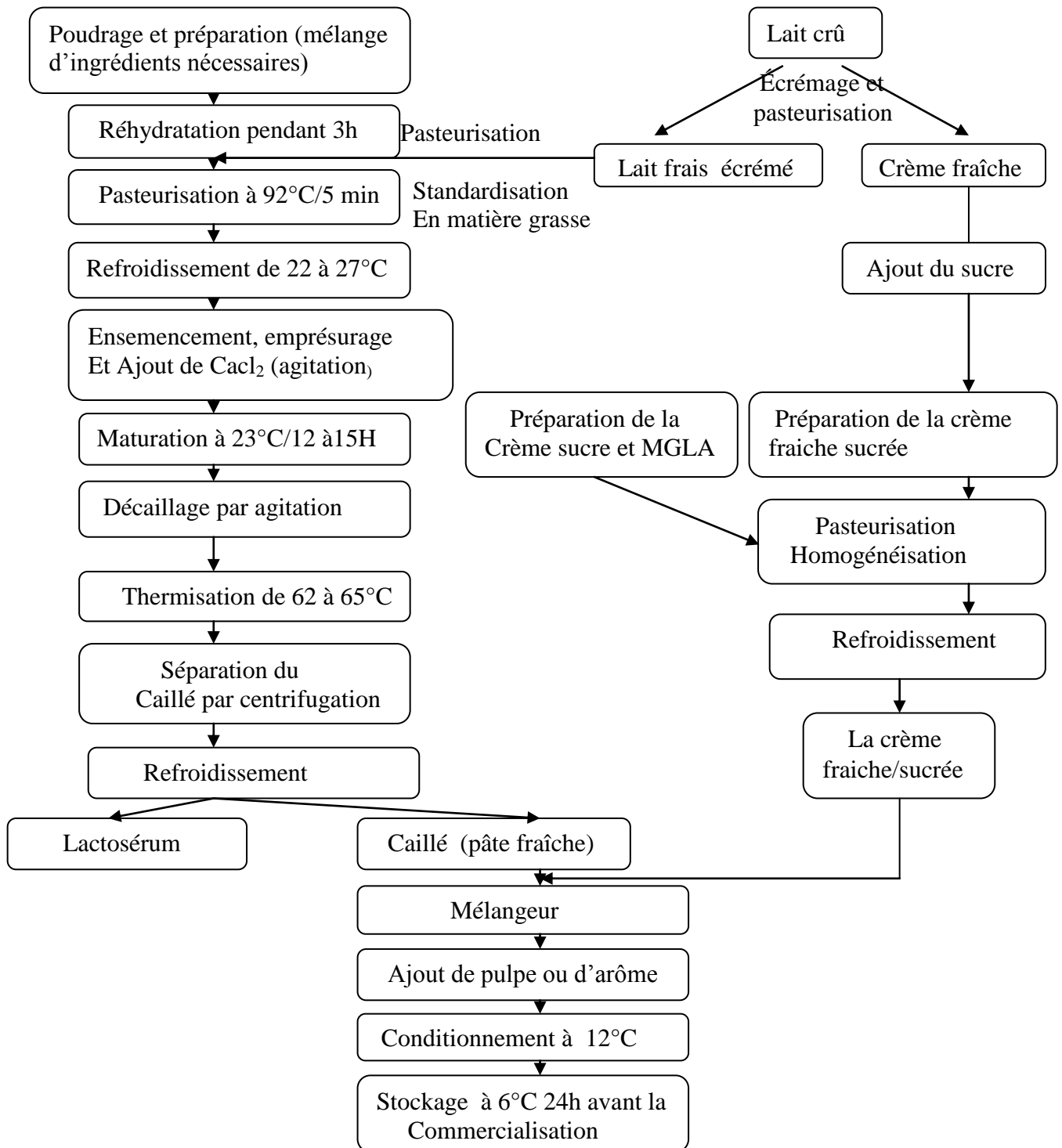
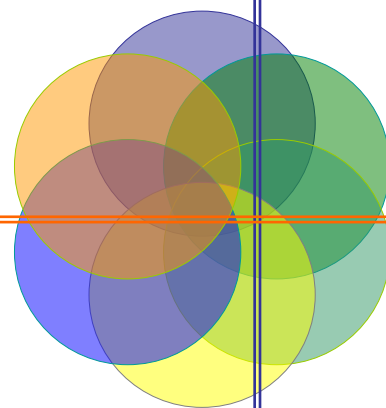
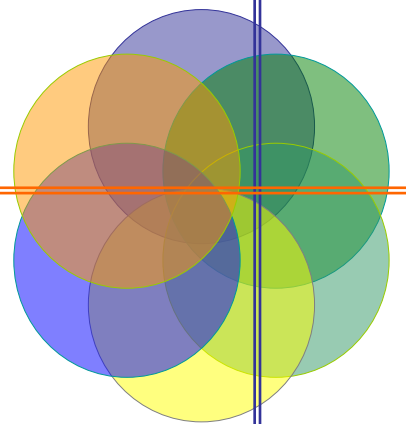


Figure 2 : Schéma technologique de fabrication du fromage frais aromatisé « Aladin » (Anonyme IV, 2011).

Partie
Pratique



Présentation de l'unité



1. Historique :

Face aux changements qui ont marqué l'économie mondiale, l'Algérie s'est engagé dans un vaste programme de reformes visant à assurer le passage de son économie vers une économie de marché plus libérale.

Dans le domaine de l'agroalimentaire et pour ce qui est des produits de consommation de masse, la faiblesse de la production nationale a pour conséquence une forte dépendance vis-à-vis de l'extérieur, à la suite de cette défaillance, plusieurs entreprises privées ont investit afin de redynamiser l'économie du pays en général et le secteur de l'agroalimentaire en particulier. Parmi ces entreprise, figure la SARL « Soummam ».

Sarl Soummam est une usine implantée dans une zone industrielle, véritable carrefour économique de Bejaia, unités de production agroalimentaire en cours d'expansion. A sa création en 1993, l'unité disposait d'une seule ligne de production d'une capacité de 4000 pots/heurs et employait 20 personnes. En1999, la production s'ait augmentée et passait à 12000 pots/heurs avec trois lignes de production et 60 employés.

C'est en 2000 que l'usine, baptisée alors Soummam 1, s'est installée dans la zone industrielle Taharacht d'Akbou, dans la wilaya da Bejaia (Algérie) où la capacité de production s'est progressée pour atteindre 600000 pots/heurs grâce à six lignes de production entre lait gélifié et yaourt étuvé aromatisé.

La laiterie Soummam exporte depuis 2001 ses différents produits à la Libye et compte conquérir, dans les années à venir, d'autres marchés étrangers.

En 2002, une deuxième extension est entreprise sur un terrain mitoyen sous le nom de Soummam2. Celle-ci entre en production une année après.

Aujourd'hui, Soummam emploie 900 salariés et génère plus de 2 000 emplois indirects. Son potentiel de production a atteint les 4 000 000 pots de yaourt par jour avec un capitale sociale de 15 000 000.00 DA. L'organigramme de l'entreprise est illustré dans la figure 3.

Elle jouit d'une notoriété importante grâce à la qualité de ses produits assurée par la haute importance accordée aux normes d'hygiène et de sécurité alimentaire d'où l'obtention en 2007 de la certification **ISO 9001 version 2000**. Elle est la marque la plus innovante du marché avec plus de 35 références de produits et pour asseoir davantage son leadership sur la filière. La laiterie Soummam investit dans la production de lait cru et opte une stratégie qui consiste à financer l'importation de 1000 génisses (race Holstein Importées des Pays-Bas) au profit des éleveurs. .

2. Organigramme de l'unité :

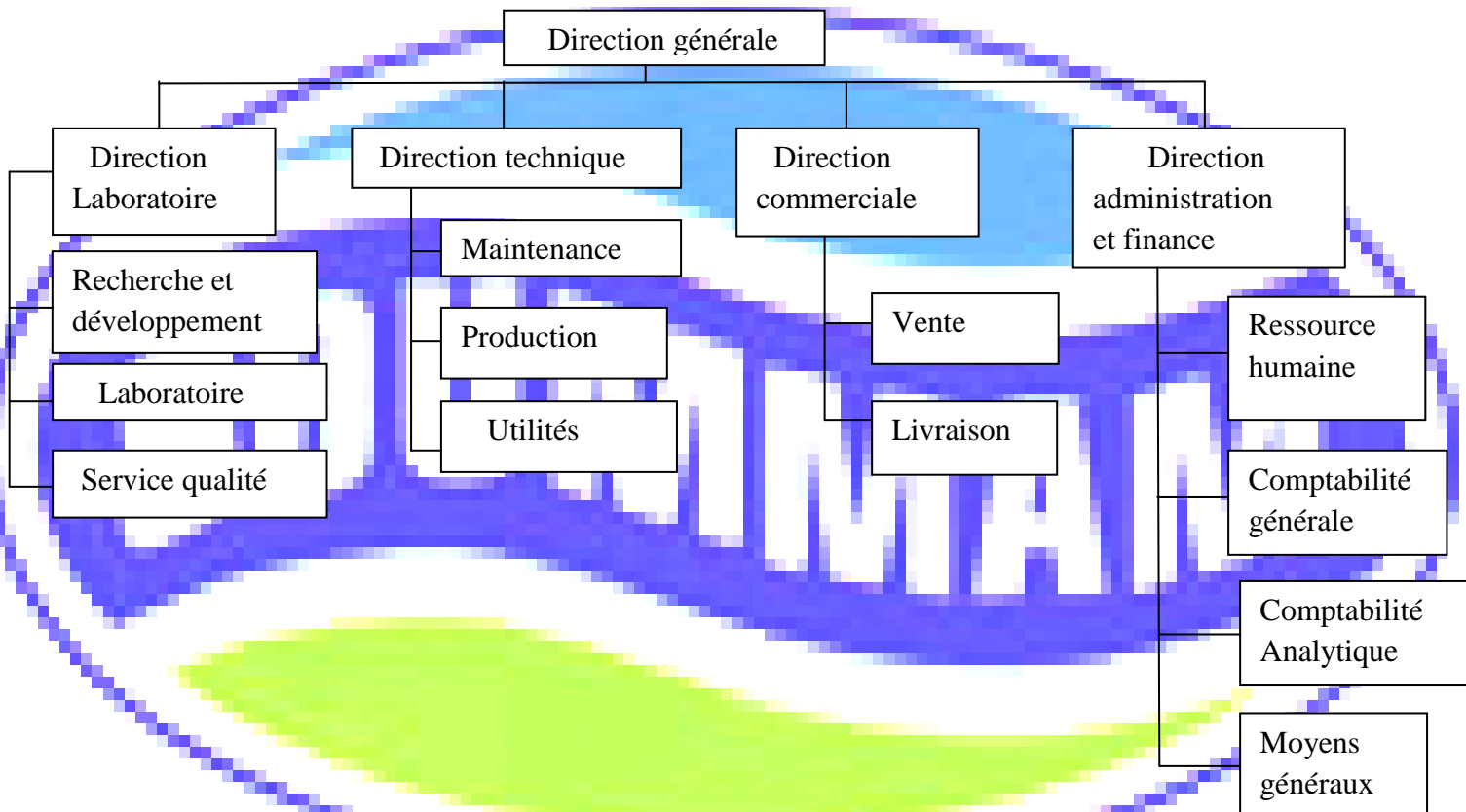


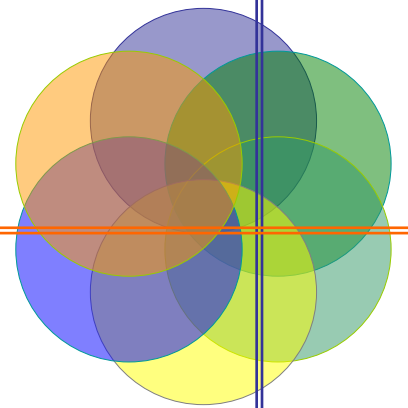
Figure 3 : Organigramme de la laiterie Soummam

3. Produits de l'unité : l'unité met sur le marché la gamme des produits suivants :

- **Yaourt étuvé aromatisé** : produit avec les arômes (banane, fraise, cerise, ananas, framboise, miel, kiwi, pêche, mangue, orange, citron, abricot et grenadine).
- **Yaourt nature** : constitué de base lacté et des ferments lactiques.
- **Crème dessert** : lait gélifié non acide commercialisé au caramel et au chocolat. Mousse au chocolat, liégeois chocolat ou tri couche, bnina.
- **Fromage à pâte fraîche** : fromage frais, blanc, aromatisé ou pulpé, plus ou moins égoutté commercialisé sous l'appellation « **Aladin** »; et aussi le fromage frais nature.
- **Yaourt Acti+** : lait fermenté au bifidobacterium et *Lactobacillus acidophilus*.
- **Olé** : c'est un jus lacté (olé orange-mangue; olé pêche-abricot).
- **Brassé aux fruits** : yaourt fruité à caillé brassé, commercialisé à la banane, fraise.
- **Yaourt brassé aromatisé** : yaourt aromatisé à caillé brassé.
- **Raïb et l'ben**.

Actuellement, production et mise en marché du lait crû pasteurisé partiellement écrémé.

Matériel et méthodes



Ce travail a été réalisé au niveau du « Laboratoire de contrôle et d'analyse » de la laiterie Soummam, Akbou – Bejaia, durant 98 jours (du 17 Février au 24 Mai 2012). Il consiste à une étude comparative entre deux types de fromage frais, l'un à base de lait crû et l'autre à base de lait en poudre. Cette étude a pour objectif de déterminer l'effet de la nature de la matière première sur la qualité physico-chimique, microbiologique et sensorielle du produit fini.

II. Echantillonnage et prélèvement :

Considérée comme une étape primordiale et souvent délicate, les ouvrages consacrés à l'échantillonnage sont nombreux et des règles précises par produit ou milieu ont été édictées par l'IANOR (Institut Algérien de Normalisation) et la CACQE (Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'emballage). Si les échantillons ne sont pas représentatifs d'un lot ou d'une production, les résultats d'analyse n'auront aucune signification (Cuq, 2005).

Pour mener notre étude depuis la reconstitution du lait jusqu'au produit fini à savoir le fromage frais Aladin aromatisé à base de poudre de lait ou lait crû, des échantillons ont été prélevés à plusieurs niveaux et différentes étapes de la chaîne de production :

- Prélèvement des eaux de process.
- Prélèvement de la matière première et des ingrédients.
- Prélèvement du produit à différentes étapes de production.
- Prélèvement du produit fini.

Pour se faire, 06 productions ont été réalisées. Just après la production (à la sortie de la machine conditionneuse), le produit fini est analysé afin de vérifier son extrait sec et la matière grasse. Subséquemment 5 pas (1 pas = 12 pots) seront pris de chaque production de différent DLC et conservés dans la chambre froide à 6°C.

Les échantillons du produit fini à analyser proviennent du même lot pour chacune des 6 productions (3 productions 100 % lait crû et crème fraîche dont les DLC sont comme suit : 26/04, 01, 19/05/2012, et 3 productions 100% poudre de lait et MGLA dont les DLC sont comme suit : 19, 24/04, 22/05/2012).

L'analyse physico-chimique est effectuée chaque cinq jours (c'est dans cette intervalle qu'on peut constater une variation), tandis que l'analyse microbiologique est réalisée chaque

10 jours (période minimale pour une éventuelle prolifération bactérienne) jusqu' à DLC propre à chaque production.

N.B : Tous les prélèvements ont été menés en double.

III. Analyses physicochimiques :

III.1. Analyses physico-chimiques des matières premières, produit semi fini et fini :

Les analyses physico-chimiques d'un produit sont réalisées afin de garantir ses caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques. Elles sont dans certains cas, communes aussi bien pour la matière première que pour le produit fini (Scriban, 1999). Le tableau I représente les différents paramètres physico-chimiques étudiés

Tableau I : Paramètres d'analyses physico-chimiques spécifiques pour chaque prélèvement

Prélèvement Paramètres	Eaux	Poudre de lait	Lait crû	Sucre	MGLA	Arôme	Produit semi fini	Produit fini
pH	X	X			X	X	X	X
TH	X							
TA	X							
TAC	X							
Cl ₂ (chlore)	X							
Cl (chlorure)	X							
Conductivité	X							
Turbidité	X							
Acidité		X					X	X
Matière grasse		X					X	X
Masse volumique		X						
Degrés d'insolubilité		X						
Taux protéique (méthode de DJELDAL)		X	X					X
Taux d'humidité		X		X	X			
Densité					X	X		
Extrait sec							X	X
Analyse FT120		X	X				X	X
Epreuve de stabilité à l'ébullition			X					
Test à l'alcool			X					
Recherche des antibiotiques			X					

X : Test effectué.

Produit semi fini : Crème sucrée et crème fraîche

Le principe et mode opératoire de ces tests sont détaillés dans le tableau II.

Tableau II : Méthodes d'analyses physico-chimiques.

Paramètres	Objet	Principe	Expression des résultats	Références
pH	La présente méthode a pour objet de mesurer l'activité des ions H ⁺ contenus dans une solution à l'aide d'un pH mètre.	Il consiste à la mesure de la différence de potentiel, à une température déterminée, entre une électrode de mesure et une électrode de référence, toutes deux étant introduites dans le produit.	Lecture directe sur le pH mètre.	(Jaques, 1998). (Mescle et Zoucca, 1988).
TH	Le titre hydrotimétrique (TH) mesure la teneur de l'eau en calcium et magnésium $TH = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$.	C'est une méthode qui effectue une détermination par complexométrie sur un échantillon d'eau avec le sel di sodique d'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) en présence du Noir EriochromeT (NET) comme indicateur coloré avec une solution tampon, qui permet d'augmenter l'alcalinité de la solution dans laquelle se passe la réaction.	Le résultat est exprimé selon la formule suivante : OÙ, V : volume d'EDTA en ml. TH = V.	(Amiot et al., 2002). (NF T90-003).
TA	Le titre alcalimétrique mesure la teneur de l'eau en alcalins libres et en carbonates TA = [OH⁻] + 1/2 [CO₃].	La détermination du TA est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau (100 ml) par une solution d'acide fort (H ₂ SO ₄ , HCl) en présence de Phénophtaléine comme indicateur coloré.	La valeur du TA est calculée selon la formule suivante : Où, V : volume en ml de H ₂ SO ₄ versé. Le résultat est exprimé en degré français (°F) TA = V.10.	(NF T90-036).
TAC	Le titre alcalimétrique complet (TAC) mesure la teneur de l'eau en alcalins libres, en carbonates (CO ₃) et en bicarbonates (HCO ₃). $TAC = [OH^{-}] + [CO_3^{2-}] + [HCO_3^{-}]$.	Il consiste en une neutralisation d'un volume d'eau à l'aide d'une solution d'acide en présence du méthyle orange comme indicateur coloré.	Le résultat est exprimé sous la formule suivante : TAC= V.10 OÙ, V : volume en ml de H ₂ SO ₄ versé. Le virage de la couleur du jaune à l'orange, indique qu'il y a présence d'un acide fort libre à l'état de trace dans la solution.	(NF T90-036).
Chlore	Cette méthode a pour objet le dosage du chlore actif. Elle est applicable pour déterminer la concentration en Cl ₂ dans l'eau sur le terrain.	Le chlore actif libre réagit instantanément avec la DPD pour donner une coloration rouge stable.	Apparition d'une teinte rougeâtre.	(NF T 90-036).

Chlorures	La présente méthode a pour objet la détermination du taux de chlorures dans les eaux.	La réaction des ions chlorures avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions d'argent et formation du chromate d'argent brun rouge avec des ions chromate qui ont été ajoutés comme indicateur.	Cl^- en mg/l = $(V_s - V_b) \times 0.02 \times 35453 / 100$ V_s : Volume supérieur. V_b : Volume bas	(ISO9297 Février 2000).
Conductivité et salinité	La présente méthode sert à mesurer la conductivité de l'eau et d'autre solution à l'aide d'un conductimètre.	Plonger la sonde dans l'échantillon puis attendre que l'équilibre s'établisse et faire une lecture.	Lecture directe sur le conductimètre en ms/cm	(AFNOR, 1980).
Turbidité	Cette méthode spectrophotométrique a pour objet la détermination de la turbidité dans tout type d'eau.	Remplir une éprouvette de 25ml d'eau distillé (blanc). Placer le blanc dans le puis de mesure. Presser ZERO. Remplir une autre cuvette avec 25ml de l'échantillon et placer la dans le puis de mesure.	Le résultat en FAU s'affiche	(Rodier et Bazin ; 1997).
Acidité titrable	Cette méthode permet le dosage de l'acidité d'une poudre de lait par titrimétrie. Méthode permettant aussi le dosage de l'acidité du lait, fromage par titrimétrie.	Titration avec de la soude 0,1N jusqu'au pH : 8,4, relève la chute de la burette et calcul du taux d'acidité (cas de lait en poudre)	L'acidité titrable est égale à : $2xV$ (cas de lait en poudre), où ; V est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisé pour le titrage. L'acidité du lait s'exprime en équivalent d'acide lactique. Le degré Dornic (°D) correspond à 0,01g d'acide lactique par litre de produit	(MOLAB 014 ISO6091- 1980). (CACQE, 1997).
Taux de matière grasse	cette méthode permet le dosage du taux de matière grasse par la méthode acido-butyrométrique de GERBER.	Cas de fromage et crèmes : Peser dans deux godets 03 g de fromage, Ajoûter de l'acide sulfurique 1,522g/l Placer les butyromètres dans un bain marie entre 65 à 70°C pendant 01 heure. Ajouter 1ml d'alcool iso-amylque et compléter jusqu'à l'échelle de lecture avec de l'acide sulfurique à 1,522g/l. Centrifuger à 1200 tours /min pendant 10min, et en les récupérant faire une lecture rapide. Cas de lait en poudre : Mettre dans un butyromètre de lait 10 ml d'acide sulfurique H ₂ SO ₄ à 1, 82, ajouter 11 ml d'eau distillée, ensuite 2,5 g de la poudre de lait et à la fin ajouter	$X'-X$, représente le taux de matière grasse dans 100g de fromage, d'où : X : Graduation inférieure du butyromètre. X' : Graduation supérieure du butyromètre	(MOLAB01 3 Méthode de Gerber). (AFNOR, 1999).

		1 ml d'alcool iso-amylique. Fermer le butyromètre, puis centrifuger entre 1100 et 1200 tr/ 5 minutes.		
Taux d'humidité	Cette méthode a pour objet la détermination du taux d'humidité (teneur en eau) de la poudre de lait et du sucre.	Sécher la capsule découverte et son couvercle dans une étuve ventilée pendant 1h à 103°C, introduire environ 2g du produit dans la capsule. Découvrir la capsule et la placer dans l'étuve à 103°C pendant 3h, ensuite, effectuer deux déterminations de pesé sur le même échantillon.	La teneur en eau, exprimé en pourcentage en masse de produit, est donnée par la formule suivante : $TH\% = \frac{m1 - m2}{m1 - m0} \times 100$ Où : m 0, m 1, m 2 : est la masse, en gramme, de la capsule vide et son couvercle, de la capsule, du couvercle et de la prise d'essai, avant dessiccation et après dessiccation.	(MOLAB.N FV04-348-1978).
Masse volumique	Cette méthode a pour objet la détermination de la masse volumique du lait sec partiellement écrémé et du lait sec écrémé.	Tapotement d'une prise d'essai de produit séché dans une éprouvette. Après un nombre spécifié de tapotements, enregistrement du volume de produit et calcul de sa masse volumique.	La masse volumique est : $\rho = m/V625$; m est la masse en gramme de la prise d'essai. V625 est le volume après transfert et après 625 tapotements.	(ISO8967-1992).
Degré d'insolubilité	Cette méthode permet de mesurer le degré de solubilité d'un lait sec dans l'eau distillé à froid.	Peser 10 g de la poudre de lait dans un bécher de 250 ml et ajouter 100 ml d'eau distillé, puis mélanger à l'aide du mixer pendant 10min. Remplir deux tubes de centrifugation de 50 ml et centrifuger à 1200 tr/min pendant 5min, ensuite éliminer 45ml de chaque tube. Ajouter au ml restantes 25ml d'eau distillée, agiter et compléter jusqu'à 50ml, puis centrifuger à 1200tr/5min.	Le taux de matières insolubles est le volume du dépôt obtenu après la deuxième centrifugation.	(MOLAB016).
Taux protéique (méthode de KDJELDAL)	Cette méthode de référence indique le protocole pour la détermination de l'azote dans le lait en poudre, lait crû et le fromage frais.	L'échantillon est minéralisé par un mélange d'acide sulfurique et d'un catalyseur. Le minéralisât est distillé à la vapeur après un ajout en excès de soude, afin de libérer l'ammoniac. Le dosage de l'azote est réalisé par réaction acide fort-base faible. On distingue 03 étapes pour le dosage des protéines ; 1. La minéralisation : La réaction est entre la	Le taux d'azote est déterminé comme suit : $\%N = (T - B) \cdot N \cdot 14,007 \cdot 100/W$ avec ; T : Volume titrant (ml) pour l'échantillon. B : Volume titrant (ml) pour le blanc. N : Normalité de l'acide titrant. W : Masse de l'échantillon en mg. Calcul du pourcentage de protéine : $\%P = \%N \cdot F$ tel que F = 6,38 pour les produits laitiers. (On considère que la teneur en azote dans une protéine est de 15,67% d'où $100/15,67 = 6,38$) $P_{\text{azote total}} (AT) = AP + ANP$	Harding et Marschall ; 1998)

		<p>fraction protéique et l'acide sulfurique produit essentiellement du sulfate d'ammonium ;</p> $\text{Protéines} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow (\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ <p>2. La distillation : L'addition de soude provoque une réaction avec production d'ammoniac :</p> $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$ <p>L'ammoniac est entraîné avec la vapeur d'eau, condensé et incorporé dans une solution d'acide borique contenant un indicateur coloré. Il se forme du borate d'ammonium donnant une couleur verte à la solution qui devient basique :</p> $2\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{BO}_3 \longrightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{HBO}_3^-$ <p>3. La titration: La quantité de sel formé est proportionnelle aux protéines de départ, elle est dosée par HCl à 0,1N. Le virage au rose violet est observé à pH= 4,6.</p>	<p>Pour ne doser que l'ANP (azote non protéique), on réalise un filtrat, après précipitation des protéines du lait avec de l'acide trichloroacétique à 12% et on applique ensuite la méthode de Kjeldahl, pour apprécier la teneur en ANP.</p> <p>Le taux protéique (TP) qui est une caractéristique essentielle de la valeur marchande du lait peut ainsi être calculée :</p> $\text{TP} = (\text{AT} - \text{ANP}) \times 6,38$	
Densité	Cette méthode permet la mesure de la densité des liquides.	Verser le produit dans une éprouvette de 500 ml. Ensuite, enfoncer le lactodensimètre à 5mm en dessus de la valeur cible de la densité du produit. Laisser stabiliser et lire la valeur sur le lactodensimètre correspondante à la surface du produit.	La valeur obtenue correspond à la densité du produit	(NE).
EST	Cette instruction, décrit les différentes étapes de la mesure du taux d'extrait sec total par un analyseur d'humidité électronique à 120°C.	Ouvrir la chambre à échantillon et poser une coupelle puis la tarer. Répartir environ 4g de l'échantillon sur la coupelle, jusqu'à affichage d'une mention « démarrer analyse ». Fermer la chambre et démarrer le programme de dessiccation qui va s'arrêter automatiquement lorsque aucune perte de poids n'est plus détectable, ensuite l'extrait sec obtenu est affiché.	Lecture du résultat affiché sur l'écran du dessiccateur IR. Il est exprimé en pourcentage en masse.	(NE).

<p>Analyse automatique FT120</p>	<p>Cette méthode permet la mesure rapide du taux de protéines et de matière grasse dans la poudre de lait.</p>	<p>Après homogénéisation du contenu du sac de poudre de lait par des retournements, Préparer une solution à 10% (peser 20g de poudre de lait et lui ajouter 180ml d'eau distillée), ensuite chauffer la solution au bain marie à 40°C pendant 05min, puis homogénéiser avec un mixeur pendant 02minutes. Chauffer une autre fois à 40°C. Analyser la solution par le FT120 avec le programme lait crû. Relever les valeurs correspondantes au taux, de matière grasse et de protéine.</p>	<p>Le taux de matière grasse ou de protéines obtenu dans 100g de produit est comme suit : Si X : est le taux de matière grasse contenu dans la solution à 10% de poudre de lait, le taux de matière grasse dans 100g de poudre de lait est égale à : MG(%)=X. 100/10=X.10 Si Z : est le taux de protéines contenant dans la solution a 10% de poudre de lait, la taux de protéine dans 100g de poudre de lait est égale à : MAP(%)= Z x 100/10= Z x10 Les taux de matière grasse, protéine et de l'EST correspondent aux lectures sur le FT120 multipliées par 02 (cas de fromage).</p>	<p>(NE)</p>	
<p>Epreuve de stabilité à l'ébullition</p>	<p>Ce test permet l'évaluation de la stabilité du lait crû au traitement thermique.</p>	<p>Transférer 5 ml du lait dans un tube à essai et le placer au bain d'eau bouillant pendant 10 min puis le refroidir sous un courant d'eau froide pendant 2min.</p>	<p>Le lait est instable au traitement thermique, lorsqu'on observe la présence de floculations ou de précipitation, ou la formation d'un coagulum.</p>	<p>(JORA, 1993).</p>	
<p>Test à l'alcool</p>	<p>Ce test permet l'évaluation de la stabilité du lait crû au traitement thermique.</p>	<p>L'alcool peut dénaturer la structure moléculaire des protéines du lait si elles sont instables.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le lait est dit normal : lorsque le mélange s'écoule le long des parois sans laisser de traces. - Le lait est contaminé : Lorsque le mélange laisse des grumeaux sur les parois, ou forme un coagulum. 	<p>(Anonyme III, 2012).</p>	
<p>Recherche des antibiotiques</p>	<p>Delvost</p>	<p>Cette méthode permet la recherche des antibiotiques dans les laits secs et les laits à la collecte.</p>	<p>Addition de l'échantillon de lait et du mélange nutritif dans une gélose contenant un indicateur de pH et des spores de <i>Bacillus stearothermophilus</i>. Une croissance normale provoque un changement de couleur de l'indicateur de pH (pourpre de bromocrésol) qui vire du pourpre au jaune. Lorsque le lait contient des substances inhibitrices, la couleur de l'indicateur de pH reste pourpre.</p>	<p>Regarder la couleur des deux tiers inférieurs de l'ampoule</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si la couleur est jaune : Absence d'antibiotiques. • Si la couleur est violette : Présence d'antibiotiques 	<p>(Althaus et al., 2003).</p>

	<p>Par le Penzym test</p>	<p>Le Penzym est un test colorimétrique enzymatique utilisé pour la détermination rapide des antibiotiques de type beta-lactame (pénicilline, ampicilline), dans le lait crû et en poudre.</p>	<p>L'enzyme DD-carboxypeptidase hydrolyse les substrats de type R-D-Ala-D-Ala en libérant une quantité de D-Alanine (en fonction de la quantité d'enzyme active encore présente dans le milieu). La D-Alanine est oxydée en acide pyruvique par une D-amino oxydase avec formation d'eau oxygénée, qui est utilisée pour oxyder un indicateur organique redox non coloré qui évoluera en un composé de couleur rose-orange.</p> <p>En présence d'antibiotiques de type beta-lactame, cette enzyme réagi rapidement avec eux, pour former un complexe stable, l'échantillon aura une couleur jaune.</p>	<p>La lecture se fait par comparaison avec la carte de couleurs</p> <p>✓ Après la première incubation : à température ambiante pendant 3heures :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si la couleur est pêche ou comprise entre la couleur rose-orange et pêche, l'échantillon sera considéré comme négatif. • Si la couleur est comprise entre la couleur pêche et jaune, l'échantillon contient probablement des antibiotiques. <p>✓ Après la deuxième incubation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lorsque la couleur est rose- orange, l'échantillon est considéré comme négatif. • Lorsque la couleur est pêche, l'échantillon est considéré comme douteux. • Lorsque la couleur est entre pêche et jaune ou jaune, l'échantillon est considéré comme positif. 	<p>(Anonyme III, 2012).</p>
--	----------------------------------	--	--	---	-----------------------------

IV. Analyses microbiologique :

La composition microbiologique du fromage dépend de celle du lait de départ, du processus de fabrication qu'il a subi et de l'âge du fromage (Ercolini *et al.*, 2009). Les bactéries contaminent de nombreux produits alimentaires et peuvent constituer un grave danger pour leur qualité et leur conservation, présentant ainsi un danger du point de vue sanitaire (Guiraud, 2003).

IV. 1. Analyses microbiologiques des matières premières :

Les différentes flores dénombrées dans les eaux de reconstitution sont présentées dans le tableau III.

Tableau III : Analyses microbiologiques des eaux de reconstitution.

Eaux de reconstitution	Principe	Résultats	Référence
Dénombrement des coliformes	méthode pour la recherche et le dénombrement des <i>Escherichia coli</i> et des bactéries coliformes présents dans l'eau. L'essai standard consiste en une filtration sur membrane, suivie d'une mise en culture dans une gélose lactosée au TTC à 30 et 44°C/24h.	Après 24h d'incubation, les coliformes totaux et fécaux apparaissent sous forme de petites colonies jaunes ou orangées ; lisses, légèrement bombées Toutes les colonies caractéristiques sont dénombrées et leur nombre est rapporté à 100 ml d'eau analysée.	(ISO 9308).
Dénombrement des germes revivifiables	Cette méthode a pour objet le dénombrement des germes revivifiables dans les eaux. Celle-ci repose sur l'incorporation d'un volume d'échantillon d'eau avec de la PCA à 22 et 37°C/72h.	Les germes revivifiables se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse. Il s'agit de dénombrer toutes les colonies, en tenant compte des deux remarques suivantes : Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies. Le résultat sera exprimé par nombre de germes par millilitre d'eau à analyser à 22° et à 37°C, et ceux en calculant la moyenne des deux boîtes.	(Guiraud, 2003).
Dénombrement des clostridium sulfite-réducteurs	La présente méthode a pour objet la recherche et le dénombrement des spores de bactéries anaérobie-sulfite-réductrices et de clostridium sulfite-réducteurs par incorporation en gélose viande foie en tubes profonds puis, incubation à 46°C/48h. La méthode peut être appliquée à tous types d'eaux	La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouve en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10 ⁻¹ voire 10 ⁻² . La deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et dernière à 48 heures. Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse. Le résultat est rapporté à 20 ml d'eau analysée.	(NE)

Dénombrement des entérocoques	Le dénombrement des entérocoques intestinaux est fondé sur la filtration d'un volume spécifié d'un échantillon d'eau à travers une membrane filtrante ayant une grandeur de pore (0,45 µm) suffisante pour retenir les bactéries. Le filtre est placé sur un milieu sélectif solide (milieu de Slanetz et Barteley) contenant de l'azoture de sodium (pour supprimer la croissance des bactéries Gram négatives) et du chlorure de 2,3,5-triphényltétrazolium, un colorant incolore qui est réduit en formazan rouge par les entérocoques intestinaux.	On considère comme typiques toutes les colonies bombées montrant une couleur rouge, marron ou rose, soit au centre soit sur l'ensemble de la colonie. S'il y a des colonies typiques, transférer la membrane et les colonies, au moyen de pinces stériles, sans retournement, sur une boîte de gélose bile-esculine-azoture. Faire incuber à 44 °C pendant 24 h. Les Entérocoques intestinaux hydrolysent l'esculine sur ce milieu en 2 h. Le produit de la réaction, la 6,7dihydroxycoumarine se combine aux ions ferriques pour donner un composé brun à noir qui diffuse dans le milieu. Considérer toutes les colonies typiques montrant une couleur brune à noire, les compter comme entérocoques intestinaux et rapporter ce nombre à 100 ml d'eau analysée.	(l'ISO, 7899)
--------------------------------------	--	--	---------------

IV.2. Autres ingrédients de fabrication, produit semi fini et fini :

Les flores recherchées et dénombrées dans les ingrédients de fabrication, produit semi-fini et fini sont indiquées dans le tableau IV et le détail des méthodes est donné dans le tableau V.

Tableau IV : Dénombrement ou recherche des germes spécifiques de chaque produit.

Déterminations	Poudre de lait	Lait crû	Sucre blanc cristallisé	MGLA	Arôme	produit semi-fini	Produit fini
Dénombrement des germes totaux	X	X	X	X	X	X	X
Dénombrement des coliformes fécaux		X			X	X	X
Dénombrement des coliformes totaux		X			X	X	X
Dénombrement des germes acidifiants			X				
Recherche des levures et moisissures			X		X	X	X
Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>		X		X			X
Recherche de <i>Clostridium sulfito-réducteur</i>	X	X	X	X			
Recherche des <i>Stréptocoques fécaux</i>		X					
Recherche des <i>Salmonelles</i>	X			X			X
Recherche de <i>Listeria monocytogenes</i>							X
Flore lactique mésophile							X

X : Analyse effectuée.

Tableau V: Méthodes d'analyses microbiologiques.

Déterminations	Principe	Résultats	Références
Préparations des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'analyse microbiologique (ingrédients et produits laitiers) :	Ce mode opératoire définit les règles générales pour la préparation de la suspension mère et des dilutions décimales, réalisées en anaérobiose en vue des examens microbiologiques.	Préparation de la suspension mère de façon à obtenir une répartition aussi uniforme que possible des micro-organismes obtenus dans la prise d'essai. <ul style="list-style-type: none"> préparation, si nécessaire, de dilutions décimales en vue de réduire le nombre de micro-organismes par unité de volume pour permettre, après incubation, d'observer leur éventuel développement (cas de tubes) ou d'effectuer le dénombrement des colonies (cas de boîtes). 	(Luquet, 1987). (Anonyme III, 2012).
Dénombrement des germes totaux	Cette méthode décrit le dénombrement des micro-organismes sur milieu solide (PCA) après incubation en aérobiose à 30°C/72h.	Le calcul de nombre N, de bactéries présentes dans l'échantillon pour essai, en tant que moyenne pondérée à partir de deux dilutions successives, se fait à l'aide de l'équation suivante : $N = \frac{\sum C}{(n1 + 0,1n2)d}$ <p>$\sum C$ est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - n1 est le nombre de boîtes retenues à la première dilution ; - n2 est le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution ; - d est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue. <ul style="list-style-type: none"> Estimation des petits nombres : Si les boîtes contiennent moins de 15 colonies, la moyenne arithmétique m des colonies comptées sur les deux boîtes est calculé. le résultat est exprimé sous la forme : $N_E = \frac{m}{d}$; d étant le taux de dilution de la suspension mère. Si les boîtes ne contiennent aucune colonie, le résultat est donné sous la forme : Moins de : $\frac{1}{d}$ d'entérobactériaceae par gramme de produit. 	(ISO 7218 ; ISO 4833 :1991(F) ; NF EN ISO 6987-1).
Dénombrement des coliformes fécaux	cette méthode décrit une méthode de dénombrement des thermo-tolérants sur	Après 24H d'incubation, les colonies caractéristiques des coliformes thermo-tolérants sont violacées d'un diamètre de 0,5 mm ou plus et parfois entourées	(Guiraud et Rosec, 2004).

	milieu solide VRBL par l'utilisation des sels biliaires et du lactose. Et après incubation en aéro-anaérobiose à 44°C/24h	d'une zone rougeâtre dû à la précipitation de la bile. Incubation pendant 24H à 44°C pour les coliformes thermo-tolérants. Le nombre de coliformes totaux par gramme de produit correspond au nombre de colonies comptées sur la boîteensemencées multiplié par deux.	
Dénombrement des coliformes totaux	Cas de lait en poudre : trois séries de dilutions obtenues à partir de l'échantillon pour essai, sontensemencées sur un milieu sélectif (BLBVB) à 37°C/24h contenu dans des tubes à essai contenant des cloches de Durham. A partir des tubes positif (production de gaz dans les cloches de Durham), on détermine le nombre le plus probable de bactéries coliformes par gramme de produit est déterminé en se référant à la table da Mac Grady (NPP ;nombre le plus probable) (tableau XXIII annexe II) pour trois séries parallèles. Cas du fromage : dénombrement des coliformes totaux sur milieu solide VRBL par l'utilisation des sels biliaires et du lactose, et après incubation en aéro-anaérobiose à 37°C/24h.	Cas de lait en poudre : Le test est considéré comme positif, dans le cas ou les tubes présentent une croissance (un trouble, virage d'indicateur coloré,...) et la présence du gaz dans la cloche de Durham. Cas du fromage : Après 24H d'incubation, les colonies caractéristiques des coliformes totaux sont violacées d'un diamètre de 0,5 mm ou plus et parfois entourées d'une zone rougeâtre dû à la précipitation de la bile. Incubation pendant 24H à 37°C pour les coliformes totaux. Le nombre de coliformes totaux par gramme de produit correspond au nombre de colonies comptées sur la boîteensemencées multiplié par deux.	(ISO 7218 :1996(F) ;NF EN ISO 6887-1 ;Bourgeois, 1991).
Dénombrement des germes acidifiants	Cette méthode consiste au dénombrement des germes acidifiants par comptage de colonies sur milieu solide à 37°C/72h.	Sont comptés germes acidifiants les colonies présentant une coloration jaune sur la gélose au BCP. Leur nombre par gramme de produit correspond à la somme des colonies obtenus dans les cinq boites divisé par deux (on cherche le résultat dans 01ml et dans les tubes, on introduit 02ml).	(NF EN ISO 6887-1 ; ISO 7218)
Recherche des levures et moisissures	Cette méthode consiste en la recherche et le dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies sur milieu solide YGC après incubation à 25°C/5jours.	La présence de levures est indiquée par la formation de colonies arrondies, lisses, convexes, plates, parfois pigmentées en jaune, orange ou blanche, tandis que les moisissures se présentent sous forme de grandes colonies de couleurs variables .Compter séparément les colonies caractéristiques des levures et celles des moisissures et multiplié par 2(vu que la solution mère est la dilution 50% dans le cas des pates fraiches).	(Leveau et Bouix ; 1993).

Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	Cette méthode décrit le dénombrement des <i>staphylocoques</i> à coagulase positive par comptage de colonies obtenues sur milieu solide BP après incubation en aérobiose à 37°C/48h. En cas de présence, ces colonies seront soumises à l'épreuve de la catalase et coagulase.	Après incubation les colonies caractéristiques de <i>staphylocoques</i> à coagulase positive sont noires ou grises, brillantes et convexes avec un diamètre de 1,5 à 2,5 mm, et entourées d'une auréole d'éclaircissement. Après au moins 24H d'incubation peut apparaître dans cette zone clair un anneau opalescent immédiatement au contact des colonies. Après confirmation, calculer le nombre N, de <i>staphylocoques</i> à coagulase positive en tant que moyenne pondérée.	(Anonyme III, 2012).
Recherche de <i>Clostridium sulfito-réducteur</i>	Cette méthode consiste au dénombrement des clostridium sulfito-réducteur par comptage des colonies sur la gélose VF, après incubation à 46°C/48h. Leur mise en évidence est basée sur le pouvoir des clostridium à réduire le sulfite dans un milieu contenant des sulfites et un sel métallique et leur production d'H ₂ S.	Sont comptées positives les colonies caractéristiques de couleur noir due à la formation de sulfite de fer (II), résultat de la réaction entre les ions sulfure et les ions trivalent ferriques [Fe(III)]présents dans le milieu. Afin d'éviter toute contrainte lors de la réalisation des lectures, due aux colonies envahissantes des sulfito-réducteurs, faire une première lecture après 24h et après 48h d'incubation, s'il y'a noircissement total de la gélose, prendre en considération la lecture après 24h d'incubation. Le nombre de <i>clostridium</i> sulfito-réducteur dans un gramme de produit est obtenu comme étant la somme des colonies dans les 5 tubesensemencés.	(NF EN ISO 6887-1 ; NF ISO 7402).
Recherche des <i>Salmonelles</i>	cette méthode consiste en la recherche des <i>salmonelles</i> thermophiles dans les ingrédients, passant par 3 étapes : Pré enrichissement, enrichissement et isolement puis incubation à 37°C/72h	sont suspectées positives : <ul style="list-style-type: none"> • Les colonies roses entourées d'un halo rouge sur la gélose BPLS. • Les colonies grises bleues à centre noir sur la gélose Hektoen. Ces colonies suspectées positives feront l'objet d'une identification biochimique dans un laboratoire externe. Vu qu'il n'y a pas de tolérance quand à la présence de Salmonelles, chaque colonie identifiée positive, indique une présence de salmonelles dans le produit.	(JORA, 1998).
Recherche de <i>Listeria monocytogenes</i>	❖ Analyse faite dans un laboratoire externe.		(Anonyme III, 2012).
Flore lactique mésophile	Cette méthode décrit le dénombrement des bactéries lactiques du fromage par comptage des colonies sur milieu solide gélose (MRS) après incubation à 37°C/72h.	A l'aide d'un compteur de colonies, compter les colonies de la taille d'une pointe d'épingle sur les boites contenant entre 15 et 300 puis, calculer le nombre N, de bactéries lactiques mésophiles présentes dans l'échantillon pour essai, en tant que moyenne pondérée à partir de deux dilutions successives.	(Anonyme III, 2012).

V. Caractéristiques organoleptiques du sucre blanc et de la poudre de lait :

L'analyse organoleptique du sucre blanc cristallisé et des poudres de lait est réalisée afin d'apprécier leur qualité en terme d'aspect, couleur, odeur et goût. Le tableau IV décrit les caractéristiques organoleptiques des deux poudres de lait (0 et 26%).

Tableau VI : Caractéristiques organoleptiques des poudres de lait 0 et 26%.

Poudres de lait	Détermination	Normes(NE)
0%	Aspect	Pulvérulent, homogène
26%		
0%	Couleur	Blanchâtre à crème
26%		Crème à jaune clair
0%	Odeur	Franc du lait écrémé
26%		Franc du lait entier
0%	Goût	Franc du lait écrémé
26%		Franc du lait entier

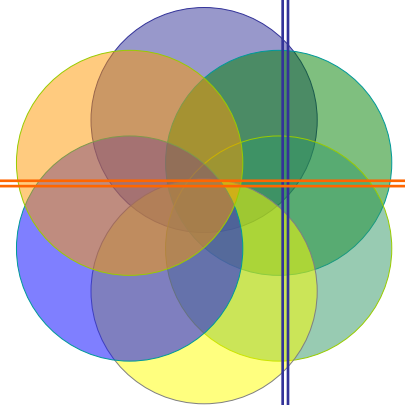
VI. Analyse sensorielle du fromage frais :

La qualité organoleptique des aliments regroupe les propriétés d'un produit perceptible par les organes des sens (norme ISO 5492,1992). Les aspects liés aux sensations en bouche lors de la consommation du produit à savoir : le goût et la texture, l'odeur et l'arome sont perceptibles par l'organe olfactif et sont entraînés par les composants aromatiques contenant dans le fromage frais.

Les tests sensoriels peuvent être divisés en deux catégories : affectifs et analytiques (Meilgaard et *al.*, 1999). Les tests affectifs impliquent des consommateurs et leurs perceptions d'acceptabilité. Les tests analytiques impliquent le recours à des panélistes dans le domaine dont les réponses sont traitées comme des données instrumentales. Un groupe d'individus (généralement de 8 à 12) est utilisé pour l'analyse sensorielle descriptive afin d'avoir des résultats cohérents et représentatifs (Drake et *al.*, 2004).

Lors de cette mesure, l'impact de la matière première (poudre de lait ou de lait crû) sur la qualité organoleptique du fromage frais est recherché. Pour cela, huit panélistes âgés de 25 à 40 ans, essentiellement des membres du personnel de laboratoire, dont cinq sont du sexe féminin et trois du sexe masculin ont été sélectionnés. Les deux préparations « 3 » (à base de poudre de lait) et « 6 » (à base du lait crû) ont été dégustées pour mener à bien cette évaluation sensorielle en suivant la procédure décrite par Meilgaard et *al.*, (1999). En parallèle, la dégustation a été faite sur un nombre de 144 panélistes renfermant des adultes (universitaires, hommes, femmes, vieux, vieilles) et petits enfant (de 4 à 10 ans).

Résultats et discussion



I. Résultats des Analyses physicochimiques de la matière première:

I.1.1. Eau de process :

Les résultats de l'analyse physico-chimique des échantillons de l'eau de process sont présentés dans le tableau I (Annexe II).

D'après les résultats obtenus, les différents paramètres de qualité de l'eau sont conformes aux normes appliquées par le service de traitement des eaux. Par conséquent, l'eau utilisée pour la reconstitution du lait peut être considérée comme étant de bonne qualité.

I.1.2. Poudre de lait (0 et 26% MG) :

Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0 et 26% MG utilisée dans la fabrication du fromage sont récapitulés dans le tableau II (Annexe II) et montrent que les valeurs obtenus pour les différents paramètres sont conformes aux normes en vigueur, ce qui prouve que la poudre utilisée lors de la reconstitution du lait est de bonne qualité physico-chimiques.

I.1.3. Lait crû, lait écrémé et partiellement écrémé:

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau III (Annexe II) et confirment l'absence d'antibiotiques dans tous les échantillons des laits analysés. Ces résultats indiquent que ces derniers ne proviennent pas de vaches traitées aux antibiotiques. En effet, Selon (Diao, 2000), la présence de résidus d'antibiotiques dans le lait cru s'explique par la traite des vaches ayant subi un traitement antibiotique et donc leur présence est due à une contamination volontaire.

La baisse remarquable en taux de protéines et de lipides ainsi influençant sur l'extrait sec du lait peut être dû à l'alimentation donnée pour les vaches qui joue un rôle important dans la composition du lait et sa qualité nutritionnelle (Adrian et *al.*, 1995). D'après (Mahieu, 1985), la traite possède un effet sur la composition du lait. En effet, le lait du début de la traite tend à être plus riche en protéines que le lait de la fin de la traite. Ce dernier est ainsi 4 à 5 fois plus riche en matières grasses que celui du début de la traite. Mais les résultats du tableau montrent une diminution simultanée des taux de protéines et de lipides ce qui est compatible à la suggestion de Adrian et *al.*, (2003), en affirmant que le facteur saison joue également un rôle dans la composition du lait. En effet, les laits d'été sont plus pauvres en protéines et en lipides que les laits des productions hivernales. Le lactose suit par contre une évolution inverse.

I.1.4. Sucre blanc cristallisé et MGLA:

Selon les résultats figurant dans le Tableau IV (Annexe II) et en comparant aux normes en vigueur, on peut conclure que ces ingrédients entrant dans la fabrication du fromage frais sont conformes et de bonne qualité physico-chimique.

I.1.5. Arômes:

Les résultats d'analyse physico-chimique des différents arômes sont présentés dans le tableau V (annexe II). En se fiant aux résultats obtenus, on peut conclure que les valeurs obtenues dans le cas de la mesure de densité sont conformes aux normes établies par le fournisseur or qu'on ne note pas d'exigences à-propos du pH et du Brix.

I.2. Détermination de taux protéique des deux types de fromage:

D'après les résultats obtenus dans le tableau VI (Annexe II), on remarque des valeurs légèrement inférieures en taux de protéine du fromage à base du lait crû comparé à celui à base de poudre de lait. Cela peut être expliqué par le fait que les poudres de lait sont standardisées en matière protéique. Alors que le taux protéique dans le lait crû est variable ; conditionnée par le traitement thermique effectué sur le lait qui a l'avantage de détruire et d'inhiber la croissance des bactéries pathogènes. Cependant, il a pour inconvénient la modification des constituants du lait.

En effet, le degré de dénaturation dépend du type de traitement (Lubun, 1998). La chaleur modifie la configuration spatiale des protéines sans léser la séquence polypeptidique (structure primaire). La caséine résiste aux effets thermiques, elle coagule seulement après un chauffage d'une heure à 125 °C. Des chauffages moins intenses et couramment pratiqués peuvent ouvrir et déplier l'arrangement spatial des chaînes peptidiques (Cayot et Lorient, 1998).

Des valeurs similaires sont obtenues pour la matière grasse dans toutes les productions du fromage frais. Les travaux de (Lubun, 1998) explique que le traitement thermique ne semble pas modifier la qualité de la matière grasse du lait. La pasteurisation n'altère pas les graisses polyinsaturées et donc les acides gras essentiels; l'acide linoléique est stable à haute température et sa décomposition ne survient qu'après un chauffage d'une heure à 180 °C.

Les valeurs de l'extrait sec obtenues se maintiennent dans les normes internes établies par la laiterie Soummam.

I.3. Crème fraîche et sucrée:

Les Résultats d'analyse physico- chimique par FT120 de la crème fraîche et sucrée montrés dans le tableau VII (Annexe II) sont conformes aux normes internes mises par l'entreprise, d'où ils exigent un taux précis en matière grasse vu que la majeure proportion en cette dernière dans le fromage est apportée par la crème fraîche et/ou sucrée

I.4. Produit fini (fromage à base du lait crû et fromage à base de la poudre du lait) :

I.4.1.Fromage à base de la poudre du lait et de la crème sucrée :

Les résultats de l'évolution du pH et de l'acidité au cours de conservation à 6°C jusqu'à la DLC (19,24/04 et 22/05/2012, préparation 1,2 et 3 successivement) des différentes productions à base de la poudre et crème sucrée sont présentés sur la figure ci- dessous :

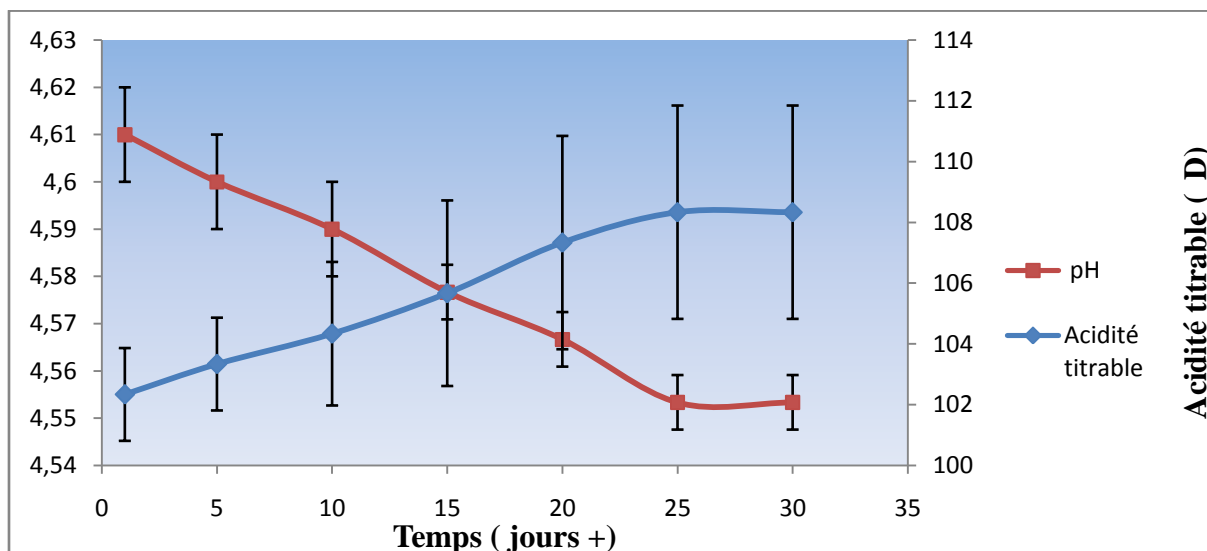


Figure 4 : Evaluation du pH et de l'acidité du fromage à base de lait en poudre et crème sucrée.

L'évolution des valeurs du pH et de l'acidité du fromage frais à base de poudre de lait est caractérisé par : une diminution du pH (4,61 à 4,55) qui reste dans la norme (4,3- 4,8) et une augmentation de l'acidité(108 °D) Dornic dépassant la norme (105°D max). Ces variations sont dues principalement à l'activité de bactéries lactiques résiduelles restantes après traitement thermique qui tendent à acidifier de plus en plus le fromage par la production d'acide lactique même à une température de 6°C qui est censée ralentir l'activité de ces dernières alors qu'elle est favorisée par la disponibilité des nutriments.

I.4.2. Fromage à base du lait crû et de la crème fraîche :

Les résultats de l'évolution du pH et de l'acidité à cours de conservation à 6°C jusqu'à la DLC (26/04 et 01,19/05/2012, préparation 4,5 et 6 successivement) des différentes productions à base du lait crû et de la crème fraîche sont présentés sur la figure ci- dessous :

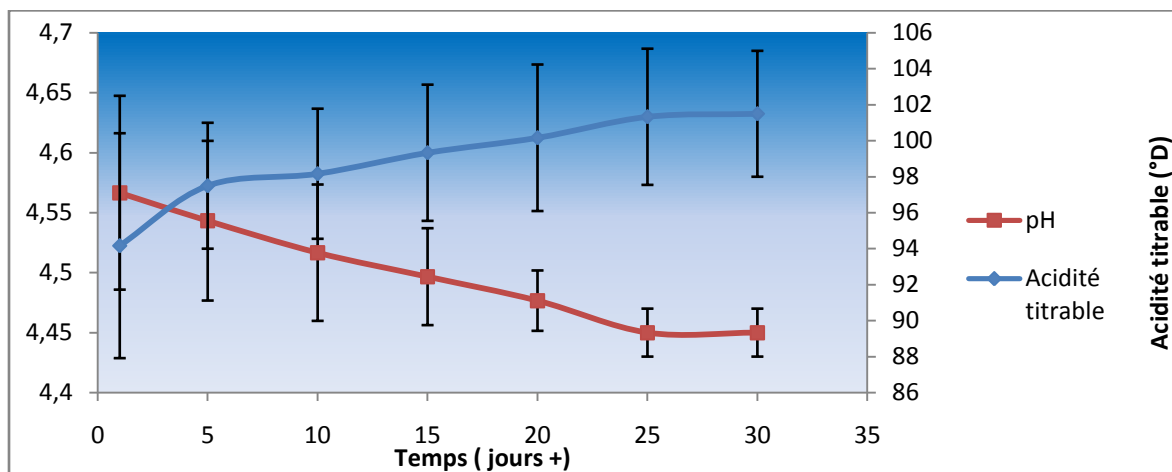
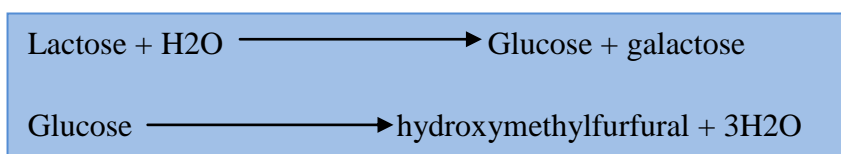


Figure 5 : Evaluation du pH et de l'acidité du fromage à base du lait crû et crème fraîche.

Selon la norme de l'entreprise, les valeurs d'évolution de l'acidité doivent être incluses dans un intervalle allant de 85 °D à 105 °D à la DLC. De ce fait, les échantillons analysés pour les productions (DLC : 26/04 et 01,19/05/2012) représentés dans le figure 5 sont conformes (acidité = 101,5 °D) et ceci indique la bonne standardisation de l'agent acidifiant ajouté (flore lactique) et l'absence de développement d'agents microbiens acidifiants.

D'après les figures 4 et 5, on constate un abaissement du pH dû à la production d'acide lactique mais tout en persistant dans la norme. Par contre à l'acidité Dornic enregistré une différence significative entre le fromage à base de lait en poudre (108°D) et celui à base du lait crû (101,5°D), cela peut être expliqué par le comportement des bactéries lactiques vis-à-vis du lait crû et de poudre de lait, vu qu'elles sont plus fonctionnelles dans la préparation à base de poudre de lait. Cette suggestion est confirmée par les travaux de (Alais, 1975) affirmant que pour des températures plus élevées, le lactose se décompose et donne naissance à l'hydroxyméthylfurfural et à des composés acides (lévulique et formique), des alcools et des composés carbonylés très souvent réactifs vis-à-vis des protéines.



Tous ces produits modifient le profil sensoriel du lait et manifestent certaines activités biologiques telles que l'activation de la croissance des bactéries lactiques (Cayot et Lorient ; 1998).

II. Résultats des analyses microbiologiques :

II.1. Résultats de l'analyse microbiologique des eaux de process :

L'analyse quotidienne de l'eau de process au début de notre étude en vue de l'évaluation de la qualité microbiologique a donnée les résultats rapportés dans le tableau XII (Annexe II). Les résultats de l'analyse microbiologique effectuée mensuellement sur l'eau de process sont rapportés dans le tableau XIII (Annexe II).

D'après les résultats obtenus, on remarque l'absence totale des germes de contamination ainsi que de pathogènes. Ceci montre que l'eau est de bonne qualité microbiologique, ce qui reflète une bonne station d'épuration des eaux, l'efficacité des filtres et aussi la bonne désinfection par le chlore.

Selon (Luquet, 1990), l'eau de reconstitution représente une grande proportion dans la composition du lait. Elle doit être : De bonne qualité bactériologique, débarrassée des sels de chaux et de magnésium afin d'éviter l'entartrage des appareils et des conduites et d'une pureté chimique satisfaisante et dépourvue de pesticides et de métaux.

II.2. Résultats de l'analyse microbiologique des poudres de lait 0 et 26% :

Les résultats du dénombrement ou de la recherche des différents germes obtenus pour les poudres de lait sont illustrés dans la figure ci-dessous :

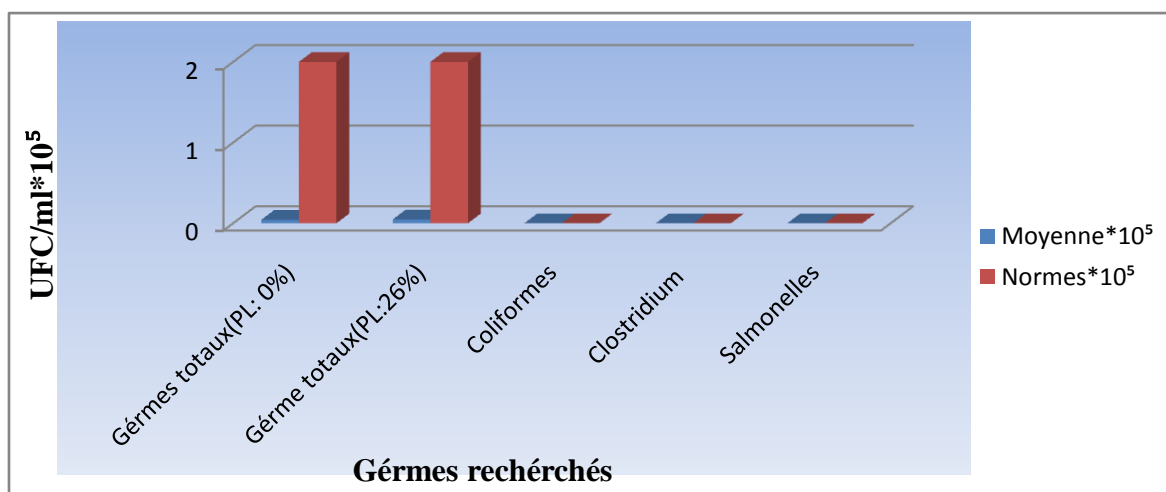


Figure 6 : Résultats de l'analyse microbiologique des poudres de lait 0 et 26%.

Les résultats d'analyse microbiologique obtenus sont conformes à la norme donc les poudres utilisées pour la reconstitution sont de bonne qualité microbiologique.

II.3.Résultats de l'analyse microbiologique du lait crû:

Les résultats du dénombrement ou de la recherche des germes enregistrés pour le lait crû sont présentés dans la figure ci-dessous :

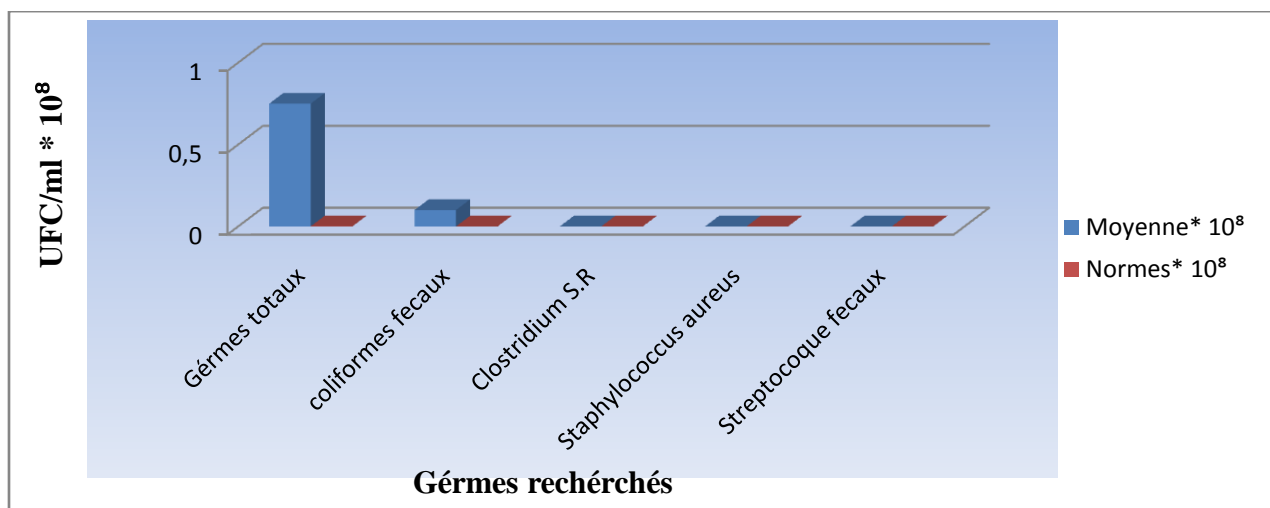


Figure 7 : Résultats de l'analyse microbiologique du lait crû à la réception.

Les résultats des analyses représentés dans la figure 7 indiquent une mauvaise qualité du lait cru au regard des normes recommandées par le (JORA, 1998) : ($\leq 10^5$ UFC/ml) concernant les germes totaux. En effet, les laits analysés ont présenté une charge microbienne qui a atteint des niveaux très élevés ($7,47 \times 10^8$ UFC / ml).

Selon (Faye et Loiseau, 2002), un animal sain dont la traite effectuée dans de bonnes conditions d'hygiène produit normalement un lait peu contaminé contenant de 10^3 à 10^5 UFC/ml. La présence de ces germes dans une denrée alimentaire est sûrement la résultante de plusieurs facteurs souvent : le non respect des bonnes pratiques d'hygiène lors de la traite (contact avec des mains non désinfectées, récipients mal nettoyés,...).

Les résultats présentés en figure 7 indiquent aussi que le lait cru analysé présente un nombre de coliformes dépassant très largement le seuil recommandé par (JORA, 1998) ($<10^3$ UFC/ml). Cette charge élevée s'explique par la non métrise des règles d'hygiènes au niveau des fermes d'où la transmission des germes par le biais des mains du trayeur, l'animal lors de la traite par sa queue et les éclaboussures quand le seau est laissé à proximité des animaux (Faye et Loiseau, 2002) ainsi que les contaminations causées par le manipulateur.

D'après Luquet, 1985, la principale source de contamination microbienne du lait se trouve au niveau de l'installation de traite, notamment si cette dernière est insuffisamment nettoyée ou désinfectée (état du matériel de traite, qualité du nettoyage). La présence des coliformes dans le lait est ainsi l'indice d'une contamination par défaillance technologique ou hygiénique (Guiraud et Rosec, 2004).

Les résultats obtenus lors de la recherche des *Clostridium sulfito-reducteur*, *Staphylococcus aureus* sont conforme à la norme établie par (JORA, 1998). Toutefois, une absence est aussi constatée lors de la recherche des Streptocoques fécaux dans le lait crû ceci est du à une remarquable maîtrise assurée par l'adaptation des traitements de prévention des altérations vis-à-vis de ce germe.

II.4. Résultats de l'analyse microbiologique du lait crû après première pasteurisation.

Les résultats du dénombrement ou de recherche des germes dans le lait pasteurisé s'abrègent sur la figure suivante:

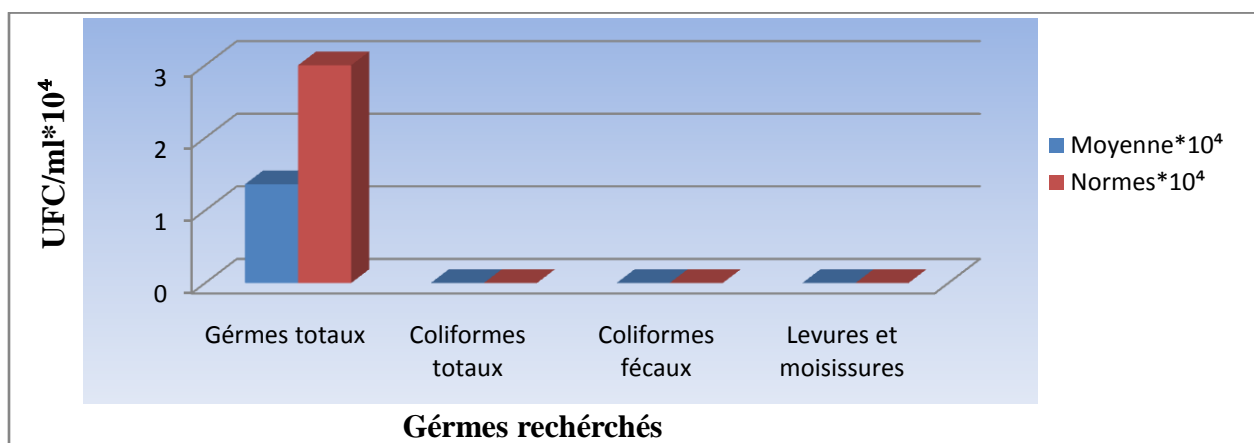


Figure 8 : Résultats de l'analyse microbiologique du lait pasteurisé.

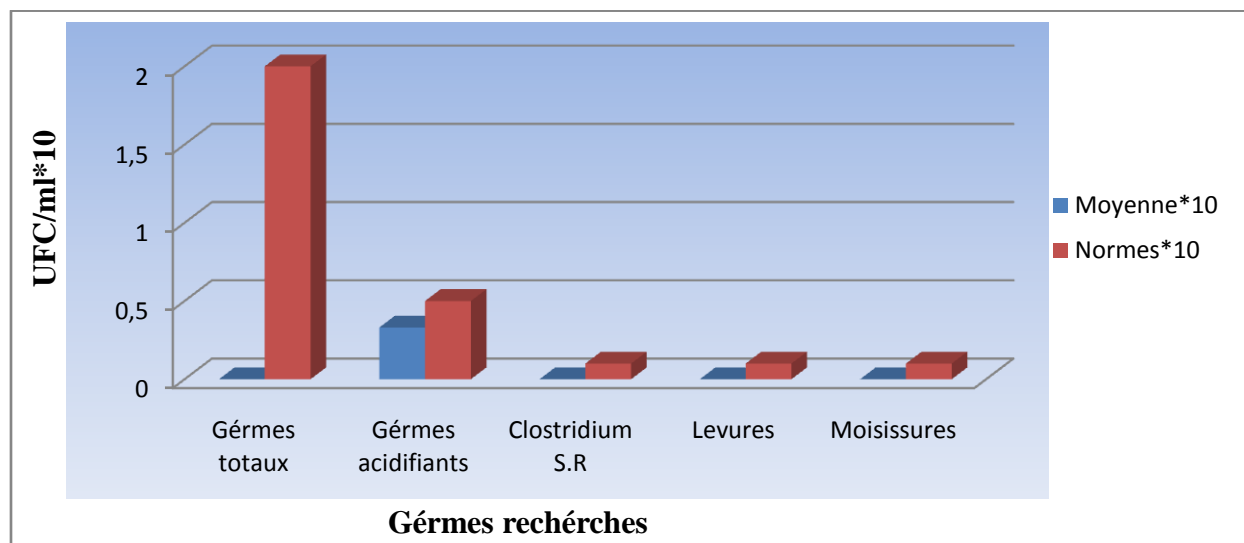
La constatation faite pour le lait crû après une pasteurisation flash révèle que la charge microbienne dénombrée est diminuée pour atteindre des valeurs inférieures à la norme recommandée ($0,35 \cdot 10^4$ UFC/ml) selon (JORA, 1998). Par conséquent, la pré pasteurisation effectuée à 86-88°C/ 30 secondes est suffisante pour réduire de manière efficace la charge microbienne initiale.

Toutefois, les analyses réalisées sur le lait pasteurisé, ont montré l'absence des coliformes, levures et moisissures dans ces produits, ce qui répond à la norme recommandée par (JORA, 1998). Ceci implique une qualité microbiologique satisfaisante. Ces résultats sont

essentiellement dus à l'efficacité du traitement thermique (pré pasteurisation à 88°C/30 sec et pasteurisation à 95°C/5min). De manière générale, plus la température est élevée et plus la durée est longue plus l'effet sera important (Lubun , 1998 ; Bimben et Feutry, 2007).

II.5.Résultats d'analyse microbiologique du sucre blanc cristallisé :

Les résultats du dénombrement ou de la recherche des germes dans le sucre blanc cristallisé se résument sur la figure suivante:



S.R : Sulfito- réducteur

Figure 9 : Résultats d'analyse microbiologique du sucre blanc cristallisé.

Les résultats du dénombrement des coliformes totaux, Clostridium S.R, levures et moisissures sont tous négatifs. Cependant, ceux du dénombrement des germes acidifiants dans le sucre sont positifs et ses valeurs se maintiennent à la norme du (JORA, 1998).

D'après (Guiraud, 2003 ; Leary, 1994). L'absence totale de coliformes indique l'action primordiale exercée par les traitements thermiques subits par les produits analysés d'une part et l'efficacité des opérations de nettoyage appliquées par le (NEP) et le respect des règles d'hygiène lors de la fabrication, du conditionnement et de l'entreposage de ces produits d'autre part.

La présence de germes acidifiants conformément aux normes de (JORA, 1998) dans l'analyse de sucre révèle que ce dernier est de qualité microbiologique satisfaisante. Ces germes peuvent être éliminés par envisagement d'une pasteurisation et c'est ce qui se traduit par leur absence totale dans la crème sucrée dont la composition est prédominée par le sucre.

II.6. Résultats d'analyse microbiologique de la MGLA:

Les résultats de la recherche ou de dénombrement des éventuels germes dans la MGLA sont illustrés dans la figure ci-dessous :

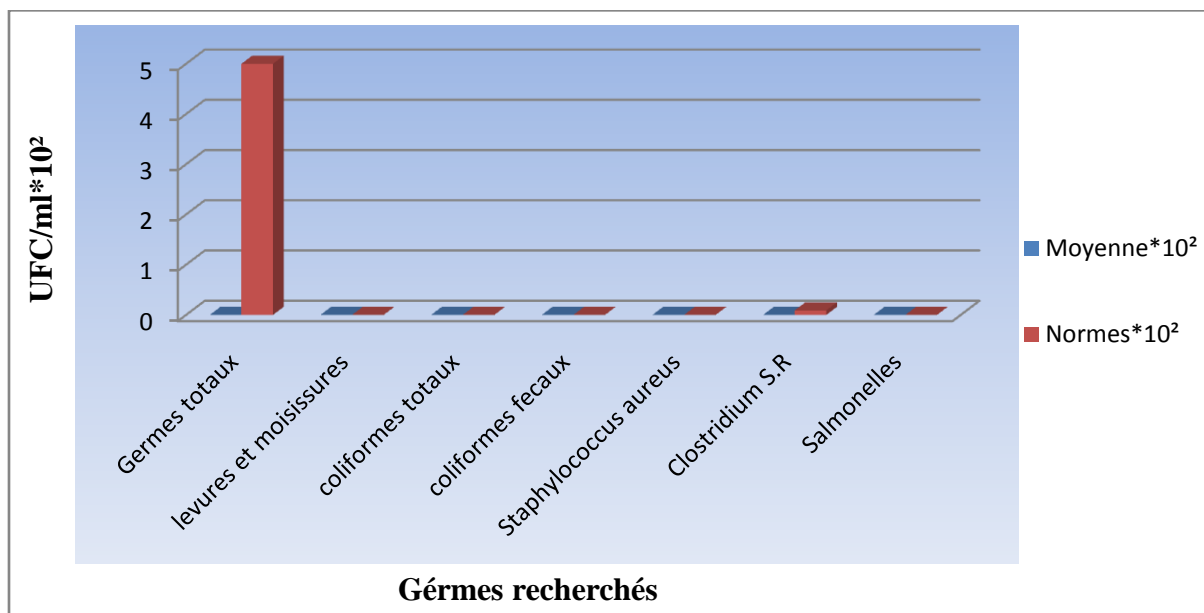


Figure 10 : Résultats de l'analyse microbiologique de la MGLA.

Les coliformes sont des Entérobactéries fermentant le lactose. Ils indiquent le plus souvent une contamination d'origine fécale. En conséquence, l'estimation des coliformes permet d'apprécier l'importance des contaminations des ingrédients laitiers, la valeur et l'efficacité de la pasteurisation ainsi que le risque d'une présence de germes pathogènes.

Les résultats du dénombrement ou de la recherche de différents germes ont fait apparaître des valeurs conformes à la norme algérienne (JORA, 1998) et de l'entreprise, impliquant que ce produit analysé est conforme au seuil de tolérance. Cela est principalement due à la fiabilité des traitements thermiques.

Les formes végétatives des *Clostridium*s sont en général très sensibles à la chaleur; beaucoup sont détruites en 15 secondes à 72 °C. Par contre, les formes sporulées nécessitent un chauffage supérieur à 100 °C pendant 20 ou 30 minutes (Bimben et Feutry, 2007). Les bonnes pratiques de nettoyage et de désinfection effectuées, et aussi la maîtrise des prélèvements sont aussi des éléments clé justifiant cette absence.

II.7. Résultats d'analyse microbiologique des arômes :

Les levures et moisissures sont des champignons microscopiques largement répandues dans l'environnement. Ces germes se développent sur des substrats variés, habituellement peu favorables à la croissance bactérienne : aliments de pH acide, à haute teneur en sucre ou en sel. Il n'est pas rare de les retrouver sur l'équipement nettoyé de façon inadéquate ou comme contaminant dans l'air. Le développement des levures dans les produits alimentaires cause l'altération de leurs qualités marchandes, par production de gaz à partir du lactose, elles supportent des pressions osmotiques élevées et sont capables de faire gonfler les produits (Boudra, 2002).

Les résultats obtenus concernant les différents arômes utilisés pour la fabrication sont illustrés dans la figure 11 ci-dessous :

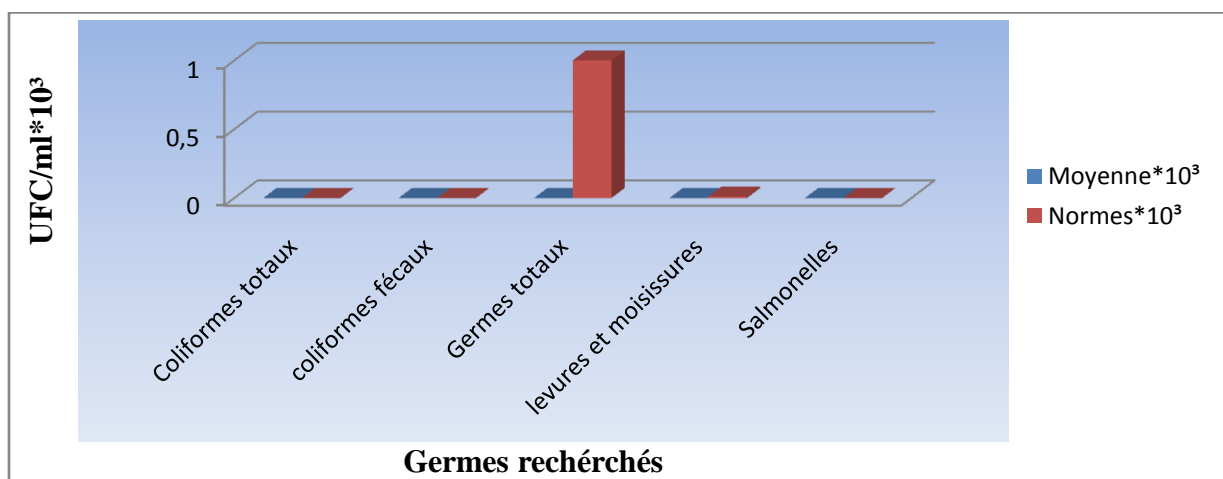


Figure 11 : Résultats de l'analyse microbiologique des arômes utilisés.

Ces résultats indiquent la conformité des différents arômes utilisés comparativement au seuil toléré pour les germes recherchés. Cela est assuré grâce à tous ces constituants volatils qui sont des hydrocarbures, généralement de nature terpéniques, des composés possédant un ou plusieurs groupements fonctionnels (alcool, éther ou oxyde, aldéhyde, cétone, ester, amine, amide) et divers hétérocycles empêchant toute prolifération bactérienne (Maarse, 1991). Ainsi que l'application des bonnes pratiques de prélèvements, le bon déroulement des traitements thermiques ainsi que les étapes de désinfection et de nettoyage ou encore de conservation, traduisant la bonne qualité microbiologique des arômes ajoutés.

II.8. Résultats d'analyse microbiologique de la crème sucrée et fraîche:

Les résultats de l'analyse microbiologique enregistrés pour la crème sucrée et fraîche, sont illustrés dans la figure 12 ci-dessous :

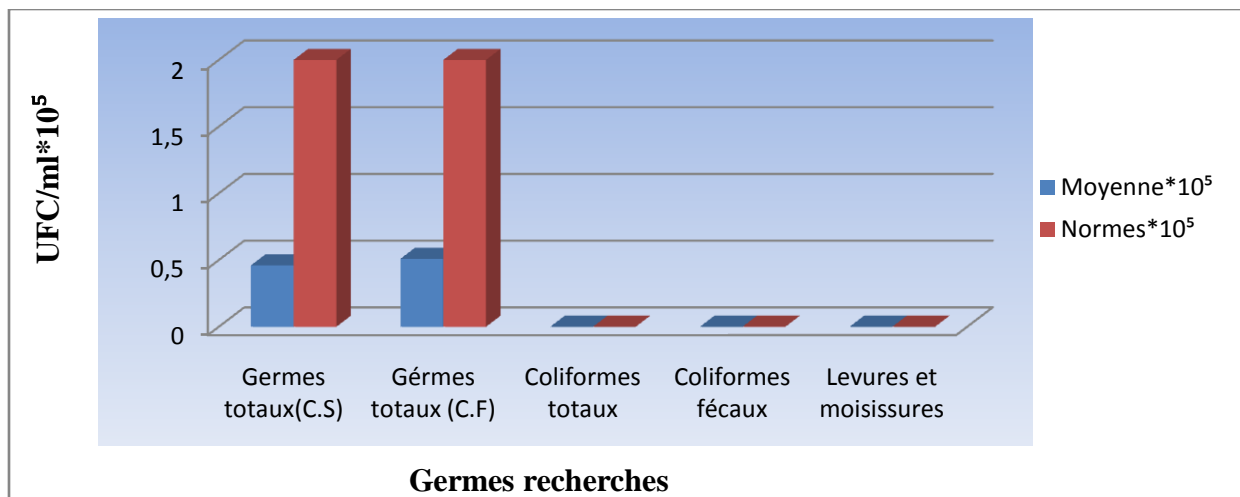


Figure 12 : Résultats d'analyse microbiologique de la crème sucrée et fraîche.

C.S : Crème sucrée

C.F : Crème fraîche

Les résultats des analyses représentés dans la figure 12 indiquent la présence des germes totaux dans le produit semi fini tout en restant dans la norme recommandée par le JORA, (1998) : ($\leq 2 \cdot 10^5$ UFC/ml) et cela pour les 6 préparations étudiées.

Toutefois, les analyses réalisées sur la crème fraîche et la crème sucrée ont montré l'absence des coliformes, levures et moisissures dans ces produits, ce qui répond à la norme recommandée par JORA, (1998). Ceci implique une qualité microbiologique satisfaisante. Ces résultats sont essentiellement dûs à l'efficacité du traitement thermique (pré pasteurisation à $88^\circ\text{C}/30$ sec et pasteurisation à $95^\circ\text{C}/5$ min). généralement, plus le couple température/temps est considérable plus l'action exercé sera marquante (Lubun , 1998 ; Bimben et Feutry, 2007).

En effet, les crèmes servant à la fabrication du fromage frais sont de qualité microbiologique satisfaisante.

II.9. Résultats d'analyse microbiologique du fromage frais:

Les résultats de la recherche des germes dans le produit fini sont illustrés dans la figure ci-dessous :

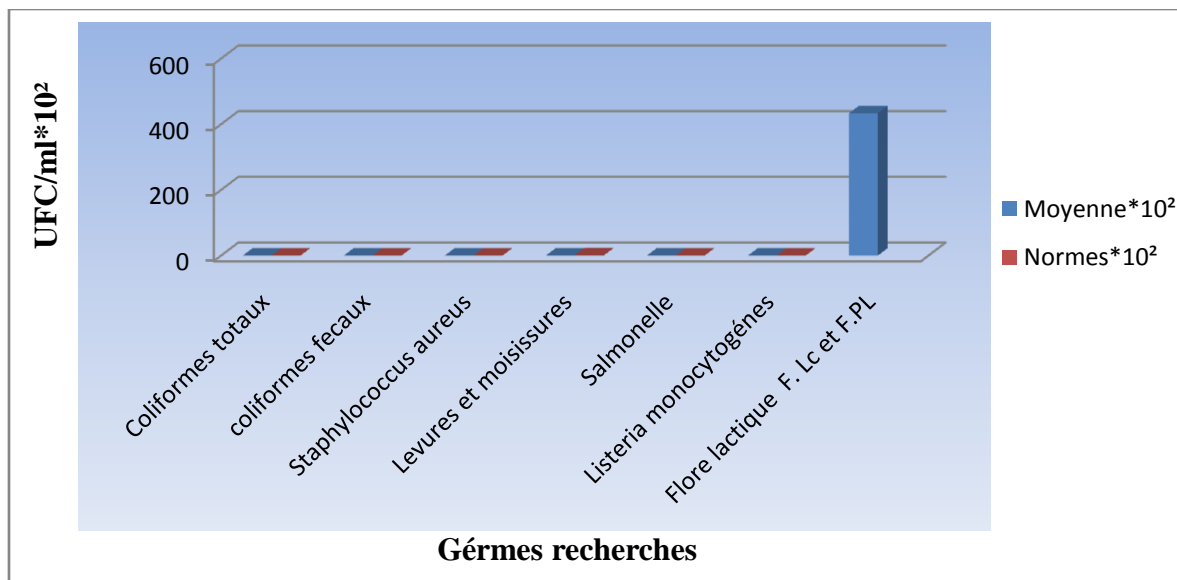


Figure 13 : Résultats d'analyse microbiologique du fromage frais.

Cette recherche a pour but d'estimer la présence non souhaitée des moisissures et des levures dans les produits alimentaires. En effet, ils provoquent des accidents de fabrication, dégradation du goût, gonflement, mauvaise présentation et la diminution de la durée de conservation des produits (Guiraud et Galzy ; 1980). Le dénombrement de la flore indésirable permet d'apprécier la capacité de conservation des produits laitiers (Petrauxiene et Lapaul ; 1981).

Les staphylocoques présents dans les aliments sont considérés comme des organismes indicateurs. En effet, ils peuvent signaler des contaminations humaines par manipulation du fait que l'Homme est un porteur sain de *S. aureus* et donc un vecteur possible de contamination (Zelvelder, 2004), ou par voie aérienne, ou une contamination originelle d'un produit animal (Guiraud, 2003). Le réservoir primaire des staphylocoques est la mamelle (souvent un seul quartier) (Hart et Shears, 1997).

Les résultats présentés dans la figure 13 indiquent que les produits sont conformes au seuil recommandé par (JORA, 1998). Ceci peut s'expliquer par le bon déroulement des différents traitements thermiques effectués (pré pasteurisation 88°C/30 sec, pasteurisation 95°C /5 min) vu que *S.aureus* ne forme pas de spores et peut donc être facilement éliminé par

traitement thermique (Duquenne, 2010) ainsi que la rigueur lors des prélèvements des échantillons et la rudesse des étapes de désinfection, tout au long du processus de fabrication.

Les résultats de la recherche d'éventuels germes dans le produit fini sont avérés tous conformes à la norme microbiologique algérienne (JORA, 1998) et de l'entreprise (absence/ml) donc cette absence témoigne de l'efficacité des traitements thermiques et des bonnes pratiques de fabrication.

Un traitement thermique rigoureux dont la température est supérieur à 70°C habituellement appliqué dans les entreprises agro-alimentaires détruit et tue les salmonelles vu qu'elles sont réputées être peu thermorésistantes (Korsak et al., 2004) et de même, un indice de contrôle de l'application stricte des règles hygiéniques et sanitaires (Bouvet, 1995)

La recherche des *Listeria monocytogenes* effectuée dans un laboratoire externe a confirmé l'absence de cette bactérie dans le produit fini et se caractérise par des résultats conformes à la norme (JORA, 1998) (Absence). Les résultats montrent aussi la présence d'une flore lactique mésophile résiduelle qui a échappé aux traitements thermiques. Celle -ci assiste à une poste acidification du fromage frais d'où les résultats obtenu lors de mesure de l'acidité.

D'après les résultats montrant sur la figure 13, on peut suggérer que le fromage frais fabriqué est de bonne qualité microbiologique.

III. Caractéristiques organoleptiques :

III.1.Poudre du lait 0et 26% :

Les résultats des différentes spécifications des paramètres de la qualité des deux poudres du lait présentées dans le tableau XXIII (Annexe II) sont conformes aux normes établies par (JORA, 1997), d'où on conclue que ces deux poudres de lait 0 et 26% sont de qualité organoleptique satisfaisante.

III.2.Sucre blanc cristallisée :

Les caractéristiques organoleptiques du sucre blanc cristallisé sont déterminées par des mesures effectuées dans le laboratoire de contrôle de qualité afin de les exploiter dans les différentes formulations ; les résultats sont résumées dans le tableau XXIV (Annexe II) et indiquent que le sucre utilisé est de bonne qualité organoleptique.

IV. Résultats de l'analyse sensorielle des deux préparations du fromage frais :

D'après les résultats obtenus dans le tableau XXV (annexe II), on constate dans la préparation « 6 » une saveur sucrée contrairement à la préparation « 3 » où on note un goût amer. La saveur sucrée est due à la présence du lactose non hydrolysé et du galactose produit au cours de la fermentation ; elle peut être renforcée par l'ajout de saccharose. La saveur amère considérée indésirable est due aux peptides amers produits par certains ferments ou à une contamination par des germes protéolytiques (Biliaderis *et al.*, 1992 ; Weber, 1994). La forte astringence détectée dans la préparation « 3 » à base de poudre de lait est liée aux laits ayant subi des traitements thermiques drastiques (Harwalker *et al.*, 1989). En outre l'astringence est attribuée à l'interaction entre les protéines sériques, le phosphate de calcium et les caséines dans le lait (Josephson, 1967). Toute fois, la déduction sur la dégustation faite sur un nombre de 144 panélistes est représentée sur la figure suivante:

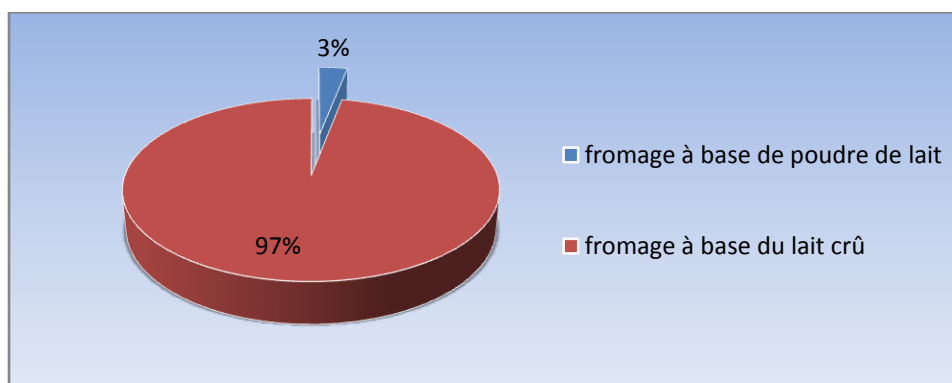
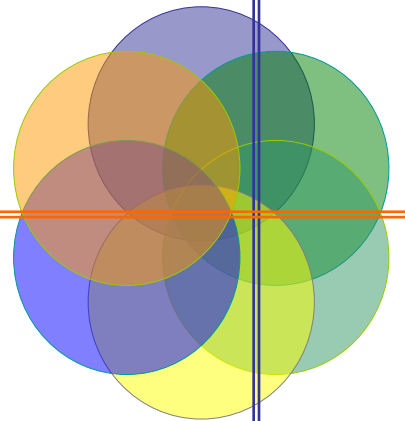


Figure 14: Résultats en pourcentage de l'analyse sensorielle effectuée sur les deux types de fromage

La figure montre que la totalité des panélistes testés se penchent vers le fromage frais fabriqué à base de lait crû. Ce résultat se concorde avec celui des personnels du laboratoire. Le fromage frais à base de lait crû a un apport élevé en vitamine comparant à celui fabriqué à base de poudre de lait vu que la poudre subit des opérations de séchage et des traitements thermiques pour conquérir son aspect. La cyanocobalamine et l'acide ascorbique sont réellement très thermosensibles. La pyridoxine et les folates subissent aussi l'effet de la chaleur. Les autres vitamines sont peu ou pas détruites lorsque l'exposition à la chaleur survient à l'abri de l'air (oxygène) et de la lumière (Cayot et Lorient, 1998).

Les techniques actuelles de pasteurisation et UHT ne modifient que peu la teneur vitaminique du lait (<20%), pour autant que les procédés soient correctement appliqués (sans exposition prolongée à haute température) (Lubun, 1998).

Conclusion



Les résultats de l'évaluation de la qualité physico-chimique du lait livré à l'unité, à travers ses différents centres de collecte, ont révélé que les teneurs moyennes obtenus en extrait sec total et densité sont très satisfaisantes à l'exception de ceux de matière grasse et protéique ou leur taux se situe parfois au dessous des normes requises. Ces variations significatives, sujettes aux effets de la nature de l'alimentation et des paramètres intrinsèques liés à l'animal, ne contribuent pas à garantir la qualité physico-chimique du lait fourni à l'usine. De ce fait, il paraît intéressant à l'avenir de se pencher sur le suivi des conditions d'élevage (en améliorant la conduite du troupeau et en apportant une alimentation équilibrée) et de traite ainsi que la réalisation d'un échantillonnage plus étoffé en fonction de la période de collecte afin de mieux appréhender les causes de ces déficiences et y remédier.

L'appréciation de la qualité microbiologique a été réalisée aussi bien sur la matière première (lait crû ou en poudre, d'autres ingrédients) que sur les produits intermédiaires du procès de fabrication du fromage frais à savoir, la crème fraîche, la crème sucrée ainsi que le produit fini : le fromage frais.

L'analyse bactériologique de ces laits crus s'est effectuée par utilisation des méthodes classiques tenant compte de la recherche de résidus d'antibiotiques mais aussi à travers la recherche et le dénombrement de genres bactériens. La détection des antibiotiques dans le lait cru par la méthode du Delvotest et celle du Penzym n'a révélé aucune présence d'antibiotique traduisant une qualité bactériologique satisfaisante du lait crû utilisé pour la production.

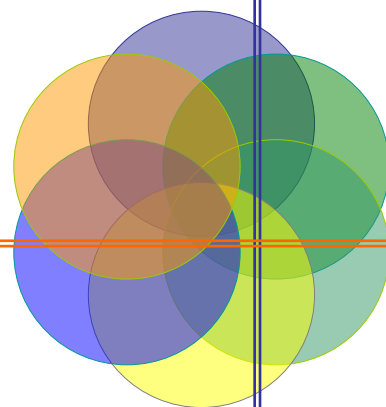
Les résultats du dénombrement de la flore totale (FTAM) et de coliformes fécaux indiquent une mauvaise qualité du lait cru au regard des normes recommandées. Cette étude a ainsi permis de mettre en évidence le manque de respect des règles d'hygiène et concepts d'élevage et de nettoyage traduisant une charge élevée en bactéries indésirables (à l'arrivée du lait à l'usine). Alors que les résultats pour le lait crû après la première pasteurisation flash, les produits intermédiaires et le produit fini ont présenté une conformité par rapport à la norme recommandée.

A la lumière des résultats sensoriels obtenus, avec ses effets favorables ; notamment sur la texture et la qualité sensorielle, le fromage frais «Aladin aromatisé» produit avec 100% de lait crû et crème fraîche ne peut être que meilleur que celui produit à base de la poudre de lait et MGLA ceci aussi bien du point de vue physico-chimique que nutritionnel, sachant que ce produit est principalement destiné aux enfants en bas âge.

Afin d'extrapoler la production du fromage frais à base du lait crû tout en maintenant sa qualité microbiologique et sa valeur nutritionnelle, l'effort à mener se situe à plusieurs niveaux :

- Améliorer la qualité hygiénique du lait frais collecté afin de pouvoir utiliser un traitement de pasteurisation où le barème (température/temps) est moins préjudiciable qui va induire le moins d'effets néfastes.
- Paiement à la qualité du lait crû.
- Utiliser des techniques alternatives comme la bactofugation ou microfiltration pour diminuer la charge microbienne à l'arrivée du lait à l'usine tout en tenant compte qu'ils sont très coûteuse.
- Suivre la stabilité d'un plus grand nombre d'échantillons de ces deux produits (fromage à base du lait crû/poudre de lait) et réalisation d'une étude statistique.

Références Bibliographiques



References bibliographiques



Abiazar R. (2007). Complexations des protéines laitières par les extraits de gousses vertes de caroubier. Thèse de Doctorat en Ecole doctorale Abies : Sci Tech. Lait. 264p.

Aboutayeb R. (2009). Technologie du lait et dérivés laitiers, Février 2009. 35p

Adrian J., Potus J. et Fragne R. (1995). La science alimentaire de A à Z(ED 3). Edition: la maison Rustique. Paris, pp. 244 –245.

Adrian J., Potus J. et Fragne R. (2003). La science alimentaire de A à Z. Ed Lavoisier.579p.

Afnor. (1980) : Lait et produit laitier. Méthode d'analyses recueil des normes françaises.

Afnor. (1999). Lait et produits laitiers. Edition :AFNOR .Paris.622p.

Alais C. (1975). Science du lait et principe des techniques laitières. Editions : SEPAIC. Paris.pp. 431-432.

Althaus RL., Torres A., Montero A., Balasch S. et Molina MP. (2003). Detection Limits of Antimicrobials in Ewe Milk by Delvotest Photometric Measurements. Journal of Dairy Science.633p.

Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P. et Simpson R. (2002). Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait in Science et technologie du lait : transformation du lait. Vignola C L. Ed: Presse internationales, polytechniques. Québec, Montréal, pp. 18-54.

Amiot J., Lapointe-Vignola C. (2002). Science et technologie du lait : transformation du lait. Presses intl polytechnique, Québec. 600p.

Anonyme I (2011). (2005). Guide autocontrôle pour la collecte et le transport de lait cru, Révision 0 – 16/12/05, 98 p.

Anonyme II (2011). Quel lait choisir ? CRIOC, Edition 2011 Référence catalogue: 015-11 D-2011–2492-30 : 1-14 p.

References bibliographiques

Anonyme III (2012). Méthodes internes d'entreprise MA/SLA. pp.10-100.

Anonyme IV (2011). Archive de l'entreprise (Sarl laiterie soummam).

Anonyme (2004). *Code d'usages en matière d'hygiène pour le lait et les produits laitiers. CAC/RCP 57* : 1-15.



Barcenas P., Perez Elortondo F. J. & Albisu M. (2005). Sensory comparison of several cheese varieties manufactured from different milk sources. *Journal of Sensory Studies*. 20, 62–74.

Barthelemy J. (1998). Evaluation d'une grandeur sensorielle complexe : description quantifiée . In « Evaluation sensorielles ». 2^{ème} ed. Tec & Doc . Lavoisier , Paris. pp.194-169.

Beal C. et Sodini I. (2003). Fabrication des yaourts et des laits fermentés. *Technique de l'ingénieur, traité agroalimentaire*, pp 1-16.

Benfeldt C., Sorensen J., Ellegard K. H. & Petersen T. E. (1997). Heat treatment of cheese milk: Effect on plasmin activity and proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal*. 7: 723-731.

Berard M .et Marchenay N. (2004) : Produits frais. In : Luquet FM. (Eds.), *Laits et produits laitiers vache. Brebis. chèvre* : Edition : Lavoisier. Paris. 65p.

Beresford T et Williams A. (2004). The microbiology of cheese ripening In: *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology* (Fox, McSweeney, Cogan and Guinee, Eds.), 3rd ed, Elsevier/Academic Press, Amsterdam/New York. pp. 287–318.

Bertoni, G., Calamari, L. & Maianti, M. G. (2001). Producing specific milks for speciality cheeses. *Proceedings of the Nutrition Society*, 60: 231-246.

Beuvier E., Berthaud K., Cegarra S., Dasen A., Pochet S., Buchin S et Duboz G. (1997). Ripening and quality of swiss-type cheese made from raw, pasteurized or microfiltered milk. *International Dairy Journal*, 7: 311-323.

Biliaderis C.G, khan M.M. et Blank G.(1992). Rheological and sensory properties of yogurt from skim milk and ultrafiltered retentates. *International Dairy Journal*. 2,311-323.

References bibliographiques

Bimben E. et Feutry F. (2007). Quelques bases sur la microbiologie du lait et du fromage. Edition : INRA Unité de Recherches en Technologie et Analyses Laitières et CDEO. Paris. 06p.

Boudra H. (2002). La contamination par les moisissures et les mycotoxines des fourrages conservés signification et prévention. Institut national de la recherche agronomique (INRA).Unité de recherches sur les herbivores.

www.plastiques-agriculture.com/recueil/echerolles/7.pdf

Bouregois CM. et Larpent. (1991) : Microbiologie alimentaire. Tome 2 .pp. 31- 34.

Boutonnier J L .et Durant CL. (1985). Crèmes, beurres et autres produits issus de la matière grasse. in: Lait et produits laitiers Vache. Brebis. Chèvre (volume 2). Luquet FM. Ed TEC et DOC Lavoisier. paris.pp. 443-456.

Bouvet P. (1995). Salmonelles et salmonelloses en France. In : Sécurité alimentaire au consommateur. Moll M et Moll N. Edition :Tec et Doc, Lavoisier, Paris. pp.02-20.

Bouvier C. (1993) : le lait, la nature et les hommes. Explora, Presse Pocket, Paris.127p.

Brulé G. et al. (1997). La micelle de caséine et la coagulation du lait. Le fromage : de la science à l'assurance-qualité. E. A. e. G. J.-C. (Ed.). Paris, New York, Lavoisier TEC & DOC.201p.

Brule G et Lenoir J, (1987). La coagulation du lait in Eck A : Le fromage (2eme édition). Ed TEC& DOC Lavoisier. Paris. pp. 1-20.

Bugaud C., Buchin S., Noel Y., Tessier L., Pochet S., Martin B. et Chamba J. F. (2001). Relationships between abundance cheese texture, its composition and that of milk produced by cows grazing different types of pastures. Lait, 81: 593-607.



Caridi A., Micari P., Foti F., Ramondino D. et Sarullo V. (2003). Ripening and seasonal changes in microbiological and chemical parameters of the artisanal cheese caprino d'aspromonte produced from raw or thermized goat's milk. Food Microbiology. 20: 201-209.

Carole L.V. (2002). Science et technologie du lait. Ed FTLQ. pp, 453-469.

Cayot P. et Lorient D. (1998). Effet des traitements thermiques sur la structure des proteines. In : structure et technofonctions des produits du lait.Lavoisier TEC & DOC. Paris. pp 113-146.

References bibliographiques

Cheftel JC. et Cheftel H. (1977). Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. Ed: Tec et Doc Lavoisier, Paris, pp.35-60.

Cherfaoui A. (2003). Essai de diagnostic stratégique d'une entreprise en phase de transition. Le cas de la LFB (Algérie) : <http://ressources.iamm.fr/thèse/62.pdf>

Cniel. (1999). L'économie laitière en chiffres. Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière, Paris.

Cniel. (2005). L'économie laitière en chiffres. Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière, Paris.

Coulon L. B, Delacroix-Buchet A, Martin B. et Pirisi A. (2004). Relationships between ruminant management and sensory characteristics of cheeses: A review. Lait, 84: 221-241.

Cuq J-L. (2005). Microbiologie alimentaire, contrôle microbiologique des aliments. Edition : Département Sciences et technologies des industries alimentaires .Montpellier . 119 p.



Debry G (2001). Lait, nutrition et santé. Techniques et documentation , ed,Paris. 557p.

Diagnostics B. (2009). Microbiologie. Contrôle qualité des milieux de culture. 25p.

Diao M. (2000). La qualité du lait et produits laitiers. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles. Edition: GRET / ENDA-GRAF. Dakar, pp 1-7.

Drake M.A., Karagul-Yuceery Y., Cadwallader K., Renville G.V. et Tong P.S. (2004). Determination of the sensory attributes of dried milk powders and dairy ingredients . Journal of sensory studies 18, 199-216.

Duquenne M. (2010). Incidence de paramètres technologiques sur l'expression de Gènes et la production d'enterotoxines de *Staphylococcus aureus* au cours des 72 h suivant l'emprésurage des laits en Fabrication fromagère. Thèse de Doctorat de Microbiologie, Ecole Doctorale ABIES. Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (agro paris Tech), Paris. 180p.

References bibliographiques



Eck A. (1987). Le fromage. Ed 2. Lavoisier, Paris.876p.

Eck A. (1997). Le fromage. Ed 4 Lavoisier, Paris. 875p.

Eck A et Gillis JC. (2006). Le fromage. Ed 3 Lavoisier, Paris.874p.

Ercolini, D., Russo, F., Ferrocino, I. et Villani, F. (2009). Molecular identification of mesophilic and psychrotrophic bacteria from raw cow's milk. Food Microbiology.670p.



FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers, dans la nutrition humaine. Collection

FAO : alimentation et nutrition. Rome. 106p.

Faye B. et Loiseau G. (2002). Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Édition: CIRAD-FAO, Montpellier, France, pp.1- 5.

Feinberg M, Favier JC et Ireland-ripert J. (1987). Introduction. In repertoire general des aliments (tome 2). Ed Lavoisier TEC&DOC, Paris, pp. 10-11.

Filipovitch DJ (1954). Etude sur les variations de la densité du lait de mélange. Le lait 34 (333-334) .pp.129-132.

Fox PF. (2003).The major constituents of milk in:Dairy product safty and quality. Part I. 213p.



Gaucher I (2007). Caractéristiques de la micelle de caséines et stabilité des laits : De la collecte des laits crus au stockage des laits UHT. Thèse de Doctorat en Agrocampus : Sci. Tech. Lait et œuf .agrocampus Rennes.224p.

GEM RCN. (2009). Spécification technique de l'achat public laits et produits laitiers : Groupe d'Etude des Marches de Restauration Collective et de Nutrition (GEM RCN) .8p.

Gianfrancesco A. (2009). Spray drying engineering: particle stickiness in relation with agglomeration ; sechage par atomisation: propriétés de collage des particules en relation avec l'agglomération. Thèse de doctorat Spécialité : Génie des Procédés Alimentaires, l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et l'Environnement (AgroParisTech), 228 p.

Gosta B. (1995) : Manuel de transformation du lait. Ed Tetra packs processing systems A B.

References bibliographiques

Sweden. P.423.

Goursaud J. 1999. Coagulation enzymatique du lait. In : Biotechnologie. Scriban R. Lavoisier. Paris. pp. 365-401.

Grenon C. (2004). Symposium sur les bovins laitiers. Lait de qualité CRAAQ :pp.1-33.

Guiraud J. et **Galzy P.** (1980). L'analyse microbiologique dans l'industrie alimentaire. Edition : l'Usine Nouvelle. Paris. 234p.

Guiraud JP. (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition: DUNOD. Paris, pp. 652-662.

Guiraud JP. et **Rosec JP.** (2004). Pratiques des normes en microbiologie alimentaire. Édition: AFNOR. France, pp. 95-234.



Harding F et **Marschall KR.** (1998). Terminology for milk protein fractions. International Dairy Federation Bull, pp. 329, 30-31.

Hart et Shears. (1997). Atlas de poche de microbiologie édition 1 by Flammarion Medicine-science.

Harwalker V.R. **Boutin –Muma B.** **Cholette H.** **Mckellar R.C.**and **Emmons D.B.** (1989). Isolation and partial purification of a stringent compounds from ultra high-temperature sterilized milk. Journal of Dairy Research, pp. 367-373.

Hermier J., **Lenoir J.** et **Weber F.** (1992). Les Groupes d'Intérêt Laitier. Ed. CEPIL,Paris. 126p.



Jacques M. (1998): Initiation à la physico-chimie du lait. Technique et documentation. 338p.

Jeunet R, **Grappin R** (1970). Note sur la relation entre l'indice de la réfraction de la matière grasse du lait et la précision des dosages de matière grasse par l'appareil Milko- test. Le lait 50 (499-500) , pp. 654-657.

JORA., N° 69 du 18/08/1993. Classification et spécification des laits. Section III)

JORA N° 35. 1998. Arrêté interministériel du 27 Mai 1998 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, pp. 9-25.

References bibliographiques

JORA N°55. 1997. Spécifications sensorielles des poudres de lait.

Josephson R.V., Thomas E.L., Morr C.V .et Coulter S.T. (1967). Relation of heat induced changes in protein –salt constituents and astringency in milk system . Jornal of dairy science , 50,1376-1383.



Konte M. (1999). Le lait et les produits laitiers : Développement de systèmes de production intensive en Afrique de l'ouest. ISRMJPV-LNE :pp.1-25.

Korsak N., Clinquart A., Daube G. (2004). Salmonella spp. dans les denrées alimentaires d'origine, un réel problème de santé publique animale. Annuaire Medecine et Vétérinaire. Méd. Vét. 148, 174-193.

Kosikowski F. (1987) : Les fromages pour la science. Ed. Lavoisier.56p.



Lamontagne M., Claude P., Champane CP., Ausseur J R., Moineau S., Gardner N., Lamoureux M., Jean J. et Fiss I. (2002). Microbiologie du lait. In :Vignola CL.(Ed.), Sciences et technologie du lait. Edition : Fondation de technologie laitière du Québec Inc. ST. Laurent. Ecole polytechnique de Montréal.pp.89-90.

Larparent J.P .(1989).Microbiologie alimentaire. Ed, technique et documentation Lavoisier . Paris .46,1-117.

Larparent J.P. (1990). Influence de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait, In la vache laitière. 231- 246, éd. INRA publications, route de St- cyr, 78000, versailles.323p.

Learny M J. (1994). Manuel de transformation du lait/Chapitre 13.249p.

Lenoir J, Lambert G et Schmidt J.L. (1983) : L'élaboration d'un fromage exemple camembert pour la science.paris .93p.

Leveau JY et Bouix M. (1993).Microbiologie industrielle des micro-organismes d'intérêt industrielle. Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris .612p.

References bibliographiques

Lubun D. (1998). Lait de consommation le lait et les produits laitiers dans lanutrition humaine. In : Collection FAO (food agricultural organisation). Lupprien J.pp .113-152.

Luquet F M. (1985). Laits et produits laitiers : vache, brebis, chèvre. 1volumes. Paris, technique et documentation, Lavoisier .124p.

Luquet M. (1986). Lait et produits laitiers Vache, brebis, Chèvre, Tome 3. Ed : Paris, 122 p.

Luquet FM. (1987). Guide pratique d'analyses microbiologiques des laits et produits laitiers. Edition: Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 144p.

Luquet FM. (1990) : Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre.

Transformation et technologie. Edition technique et documentation. Lavoisier (2eme édition. Tome 2).633p.



Maarse H. (1991). Volatile compounds in foods and beverages. Marcel Dekker, Inc, 764 p.

Mahaut M., Jeantet M., Brule G.et Schuck P. (2000) : Les produits industriels laitiers. Ed. Lavoisier TEC & DOC. Paris ,pp. 24- 26-38-40-180.

Mahieu, (1985). Facteurs de variation de la composition du lait. In Laits et produits laitiers Vache. Brebis. Chèvre. (Volume 1) Ed. TEC et DOC Lavoisier. Paris, pp. 119-177.

Martin M. (2000). Technologies des laits de consommation. Ed. Enilait. Candia Direction Développement Technique. p. 135.

Martinez V. (2009). Laits et produits laitiers. Edition : Ministère de l'Economie, de l'Industrie et de l'Emploi (MINEIE), Service des Achats de l'Etat (SAE).Paris.5p.

Mathieu, (1998). Initiation à la physicochimie du lait, guide technologique des IAA collection sous la direction de J.Y Malegeant. PP.1-6.

Matoub L. (2000).Essai de purification et caractérisation d'une coagulase produite par la souche locale de Bacillus subtilis Lc33 sélectionnée in These magister science alimentaires.Institut national agronomique.El-Harrach.Alger.91p.

References bibliographiques

Meilgaard M., Civille G.V., et Caar B.T.(1999).The spectrum descriptive analysis method . Sensory evolution techniques. Ed. CRC press , Inc; Boca Raton.343p.

Mercier JC. (1997). Transgénèse et modification quantitative et/ou qualitative de la composition du lait à des fins nutritionnelles. in: Intérêts nutritionnels et diététiques du lait de vache. Frend G. Ed. INRA. Paris, 160p.

Mescle J.F et **Zucca J.**(1988). Le comportement des microorganismes des aliments. In : Microbiologie Alimentaire Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité Alimentaire. Bourgeois C.M., Mescle J.F. et Zucca J. Edition : Lavoisier. Paris.pp151 160.

Modler H W. (1985). Functional properties of nonfat dairy ingredients . A review. Modification of products containing casein. Journal of Dairy Science. 68p.



Noznick P P. (1982). Dairy ingredients in food. Bulletin de la fédération internationale de laiterie.142p.



Otz P (2006). Le suivi d'élevage en troupeau bovin laitier : approche pratique. Thèse de Doctorat vétérinaire, Université Claude-Bernard - Lyon I, 113 p.

Quadghiri M. (2009). Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés « Lben » et « Jben » d'origine marocaine.Thèse de Doctorat de Microbiologie et Biologie Moléculaire. UNIVERSITÉ MOHAMMED V – AGDAL .FACULTÉ DES SCIENCES ,Rabat ,32p.



Panaget A (1994). Taux protéique. Bull. Group. tech. vét., **5B**, 487, 79-88.

Petransxiene et Lapaul. (1981).La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers analysés et teste. (2eme édition). TECHNIQUE & DOCUMENTATION. Paris. pp, 50-88.

References bibliographiques

Pointurier H. (1985). Les fromages in : les fromages à partir de lait de vache in laits et produits laitiers, vache.berbis.chevres 2volume. Luquet F.M. TEC et DOC. lavoisier apria-paris.pp103-104.

Primieur A. (2011). Les fromages au lait cru en 2009. Embellie des fabrications,pp.8-14.



Ramet J-P., (2006). L'égouttage du coagulum in: Le fromage (3édition). Eck et Gillis.

lavoisier TEC&DOC. Paris. pp, 42-61.

Randazzo C.L., Torriani S., Akkermans A.D.L., de Vos W.M., et Vaughan E.E. (2009).

Diversity, dynamics, and activity of bacterial communities during production of an artisanal Sicilian cheese as evaluated by 16S rRNA analysis, Appl. Environ. Microbiol. 68p.

Rauline A. (2002). Utilisation de la notion d'abord global dans l'enseignement ; un exemple : l'audit d'élevage appliqué à la filière lait au centre d'application de l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort à Champignelles (Yonne). Thèse de doctorat vétérinaire, ENVA, Maisons-Alfort, 268 p.

Rodier J. et Bazin C. (1997). L'analyse de l'eau, 8ème édition.Paris.11p.



Siboukeur O. (2005). Etude de lait camelin collecté localement : caractéristiques physicochimiques et microbiologiques. Aptitude à la coagulation. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques. Institut national agronomique El Harrach, Alger, 128p.

Scriban R. (1999). Biotechnologie. Edition : Tec et DOC, Lavoisier. Paris.1042p .

Smit G. (2003), the major constituents of milk. Dairy product safety and qualité. Dairy processing ed: woodhead publishing limited. cambridge england. Pp. 546-546

References bibliographiques



Thapon JL. (2005) : Technologie de la fabrication du lait. Agro campus – Rennes, France.51p.

Tapernoux a, Vuillaume R (1934). Viscosité du lait de vache. Le lait 14 (135).pp, 449- 456.



Veisseyre R. (1975). Technologie du lait; constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3ème édition, complètement refondue de technologie laitière: La maison Rustique. Paris. 714p.

Vignola C L. (2002).Science et technologie du lait : transformation du lait. Ed: presse internationales,polytechniques. Québec, pp. 1-18.

Vierling E. (2008). Alimentation et Boisson : Techniques et Aspects Réglementaires, Ed 1, Doin. 203 p.



Weber F. (1994). Altérations des produits laitiers par les bactéries lactiques . In « Bacteries lactiques ». De Roissart , H. ,Luquet ,F.M.(Eds), Lorica, Uriage. pp, 567-572.



Yakhlef H., Madani T., Ghozlane F.et bir B. (2010).Rôle du matériel animal et de l'environnement dans l'orientation des systèmes d'élevages bovins en Algérie ; in « La filière lait en Algérie ».Communication aux 8^{èmes} journées des sciences vétérinaires, 18 et 19 avril. Ecole nationale vétérinaire d'Alger.



Zelvelder M. (2004). La sécurité des aliments à INRA « Les intoxications bactériennes ». Edition : INRA .Paris .08p.

Annexes

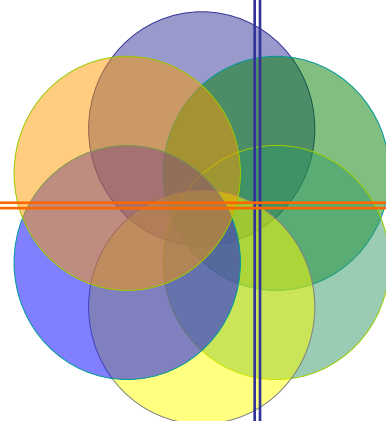


Tableau I : Composition biochimique moyenne d'un litre de lait de vache (Adrian et al., 2003).

Composants	Valeur pour 1000ml
Eau	905 g
Protéines totales	
• Caséines	28 g
• Protéines du lactosérum	7 g
Lactose	45 g
Lipides	36 g
Calcium	125 mg
Phosphore	100 mg
Vitamines	
• Vitamine A	50 µg
• Carotène	3 µg
• Vitamine D	0,1 µg
• Vitamine E	0,15 µg
• Vitamine C	2 mg
• Vitamine B1	40mg
• Vitamine B2	175 mg
• Vitamine PP	90 mg
• Vitamine B6	60 mg
• Vitamine B9	0,2 mg
• Vitamine B12	0,6 µg

Tableau II : Les diverses facettes de la qualité du lait cru (Grenon, 2004).

Aspects physiques	Point de congélation, masse volumique, couleur, séparation de gras, chaleur spécifique, viscosité, etc.
Aspects chimique	pH, pouvoir tampon (acidité), antibiotiques, composition en protéines, gras, lactose, minéraux.
Aspects microbiologique	Bactéries, cellules somatiques, virus, etc.
Propriétés de conservation	Flore microbienne, enzymes, oxygène, etc.
Propriétés fonctionnelles	Stabilité à la chaleur, coagulation présure, émulsification, foisonnement, etc.
Propriétés bio fonctionnelles	Valeur nutritive (teneur en vitamines, minéraux, Oméga-3, probiotique, etc.); fermentation et hydrolyse enzymatique (peptides bioactif, lactose hydrolysé, etc.)
Propriétés organoleptiques	couleur, saveur, etc.

Tableau III : Spécifications recommandées par (JORA, 1993) concernant le lait :

Paramètres	Valeurs
<ul style="list-style-type: none"> ▪ germes totaux ▪ salmonelle ▪ stabilité à l'ébullition ▪ acidité en grammes d'acide lactique/ litre ▪ densité ▪ Matières grasses 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ $02 \cdot 10^6$ UFC/ml maximum ▪ absence ▪ stable ▪ maximum 1,8 ▪ 1030 - 1034 ▪ 34 grammes par litre au minimum

Tableau IV : Composition moyenne de la crème fraîche à 30% de matière grasse (Mahaut et al., 2000).

Composants	Valeur à 30% de matière grasse
Matière grasse	30%
Lactose	3,10%
Protéines	2,30%
Minéraux	0,50%
Calcium	90mg
Eau	59%

Tableau V: Composition moyenne pour 100g de fromage frais (Eck, 1978).

Composition	Valeur pour 100 g de fromage frais
Eau	79g
Energie	118 Kcal
Glucides	4 g
Lipides	7,5 g
Protéines	8,5 g
Calcium	100 mg
Phosphore	140 mg
Magnésium	10 mg
Potassium	130 mg
Sodium	40 mg
Zinc	0,5 mg
Vitamines	170 UI
Thiamine	0,03 mg
Riboflavine	0,15 mg
Niacine	0,15 mg
Vitamine pp	0,2 mg
Acide ascorbique	00 mg

Tableau VI: Facteurs de conversion en énergie des principaux constituants du fromage frais (Feinberg et *al.*, 1987)

Constituants	K cal	KJ
Protéines	4	17
Lipides	9	37
Glucide disponible	3,75	16
Acide citrique	2,47	10,3
Acide lactique	3,62	15,1

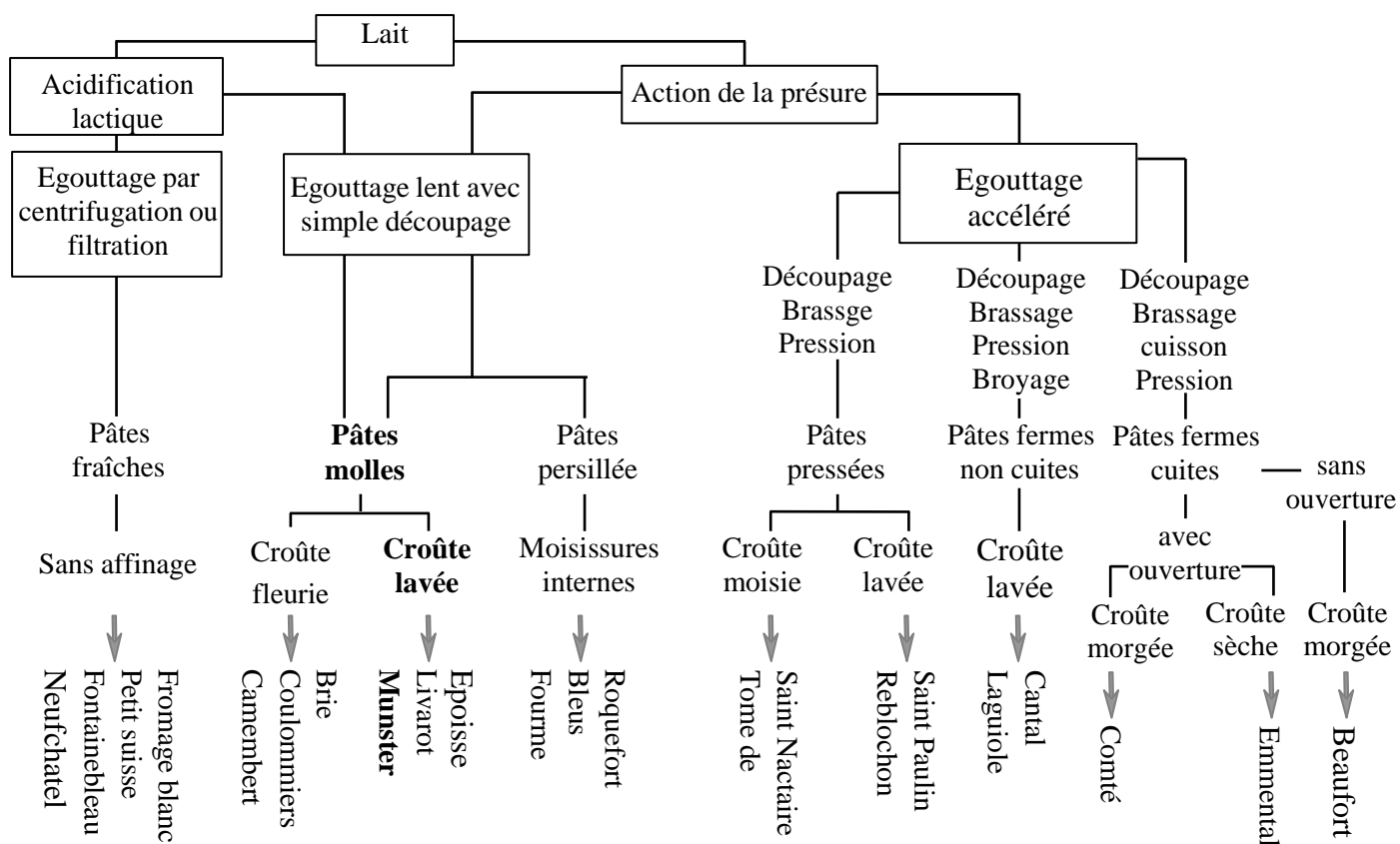


Figure 1 : La diversité des fabrications fromagères (Lenoir et al., 1983).

Tableau I : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process.

	pH	TH °F	Cl ⁻ (mg/l)	Cl ₂	T A	TA C	Conductivité (ms/cm)	Salinité	Turbidité é FAU	Normes
Forage	7,25	39	/	/	00	25	1516	0,6	00	NE
Adoucisseur	7,28	00	/	/	/	/	1515	0,6	/	
Eau mitigée	7,07	00	/	/	/	/	1515	0,6	/	
Bâche	7,34	17,5	/	/	00	29	1514	0,6	00	
Bâche chaudière	8,24	0,11	/	/	00	17,5	820	0,2	00	
Process	7,23	17,5	141	0,30	00	29	1513	0,6	00	
Alimentation chaudière	8,24	0,11	/	/	00	17,5	820	0,2	00	
Chaudière 1	11,88	0,14	/	/	72	88	5620	2,9	00	
Chaudière 2	11,86	0,20	/	/	0,8	82	5450	2,8	00	
Chaudière 3	11,97	0,26	/	/	0,8	112	8920	4,9	00	
Eau glacée 1	8,49	12	/	/	00	23	1437	0,6	00	
Eau glacée 2	8,36	10	/	/	00	24	1560	0,6	00	
Eau glacée 3	8,50	19	/	/	00	22	1429	0,5	00	
Eau glacée 4	8,49	19	/	/	00	22	1439	0,5	00	
Tour 1	8,58	21	/	/	00	25,5	2420	1,1	00	
Tour 2	8,44	18	/	/	00	27	1915	0,8	00	
Tour 3	8,59	13	/	/	00	32	2330	1,1	00	

/ : Analyse non effectuée

Tableau II : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0 et 26% MG.

Déterminations		Résultats (moyenne)	Normes (NE)
pH à 10%	0%	6,67	6,5 à 6,7
	26%	6,65	
Acidité Dornic (°D)	0%	16	12 à 19 °D
	26%	15	11 à 17 °D
Taux d'humidité	0%	3,13	< 4%
	26%	2,65	
Masse volumique	0%	0,65	0,55 à 0,80
	26%	0,59	
Indice d'insolubilité	0%	< 0,1	1,25% max
	26%	<0,1	
Taux de matière grasse	0%	1 %	1,25% max
	26%	27%	26% max
Taux de matière protéique	0%	32,7%	NE
	26%	27%	

Tableau III : Résultat d'analyse physico- chimique du lait crû, Lait écrémé et partiellement écrémé.

Paramètres	Mesures (moyenne)			Normes (NE)
	Lait crû	Lait partiellement écrémé	Lait écrémé	
Température	/	/	/	06 à 10°C
pH	6,65	6,59	6,45	6,6 à 6,8
Acidité	17	18	18	15 à 18 °D
Test d'ébullition	Stable	Stable	Stable	Stable
Test de rézasurine	/	/	/	Max 2*10 ⁶ g/ml
Densité	1030	1034	1033	1028 à 1034
Test de fermentation	Positif	Positif	Positif	Positif
Test d'antibiotique	Absence	Absence	Absence	Absence
Extrait sec	12,97	10,69	9,28	12 à 13%
Matière grasse	4	1,68	0,11	28 à 34 g/l
Matière Protéique	29,4	30	30,3	31 à 35 g/l

/ : Analyse non effectuée.

Tableau IV : Résultat d'analyse physico- chimique du sucre blanc cristallisé et de la MGLA.

Matière	Détermination	Résultats	Norme (NE)
Sucre blanc cristallisé	Taux d'humidité	00%	0,1% maximum
MGLA	Taux d'humidité	0,03%	0,1% maximum

Tableau V : Résultat d'analyse physico- chimique des différents arômes.

Paramètres	Résultats			Normes (NF)
	Banane	Abricot	Fraise	
pH	5,06	3,75	4,68	/
Brix	53,98	40,33	47,46	/
Densité	1	0,96	0,87	0,02 à 1,012 g/l

/ : Analyse non effectuée.

Tableau VI : Résultats des taux de protéine des deux types de fromage frais.

Détermination	F. frais à base de poudre de lait			F. frais à base du lait crû		
	DLC 19/04	DLC 24/04	DLC 22/05	DLC 26/04	DLC 01/05	DLC 19/05
Taux protéique	7,32	7,21	7,16	7,00	6,36	6,99
Taux de matière grasse	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Extrait sec	27,87	28,48	27,79	27,77	27,79	26,78

P1 : Préparation 1 : DLC : 19/04/2012.

P4 : Préparation 4 : DLC : 26/04/2012.

P2 : Préparation 2 : DLC : 24/04/2012.

P5 : Préparation 5 : DLC : 01/05/2012.

P3 : Préparation 3 : DLC : 22/05/2012.

P6 : Préparation 6 : DLC : 19/05/2012.

Tableau VII : Résultat d'analyse physico- chimique par FT120 de la crème fraîche et sucrée.

Déterminations (moyenne)	Protéines	Extrait sec	Extrait sec dégraissé	Matière grasse	pH
Crème fraîche	2,16	43,31	5,15	38,16	6,43
Crème sucrée	2,04	40,98	4,10	37,18	6,30

Tableau VIII : Evolution du pH des trois préparations du fromage frais à base du lait en poudre et de la crème sucrée.

Jours +	P1	P2	P3	Moyenne	Norme
1	4,61	4,62	4,6	4,61	4,3 – 4,8
5	4,6	4,61	4,59	4,6	4,3 – 4,8
10	4,59	4,6	4,58	4,59	4,3 – 4,8
15	4,58	4,58	4,57	4,57	4,3 – 4,8
20	4,57	4,57	4,56	4,56	4,3 – 4,8
25	4,56	4,55	4,55	4,55	4,3 – 4,8
30	4,56	4,55	4,55	4,55	4,3 – 4,8

Tableau IX : Evolution de l'acidité des trois préparations du fromage frais à base du lait en poudre et de la crème sucrée.

Jours	P1	P2	P3	Moyenne	Norme
1	102	104	101	102,33	85 - 105
5	103	105	102	103,33	85 - 105
10	103,5	107	102,5	104,33	85 - 105
15	105	109	103	105,66	85 - 105
20	107	111	104	107,33	85 - 105
25	108	112	105	108,33	85 - 105
30	108	112	105	108,33	85 - 105

Tableau X : Evolution du pH des trois préparations du fromage frais à base du lait crû et de la crème fraîche.

Jours+	P4	P5	P6	Moyenne	Norme
1	4,52	4,52	4,66	4,56	4,3 – 4,8
5	4,51	4,5	4,62	4,54	4,3 – 4,8
10	4,5	4,47	4,58	4,51	4,3 – 4,8
15	4,49	4,46	4,54	4,49	4,3 – 4,8
20	4,48	4,45	4,5	4,47	4,3 – 4,8
25	4,47	4,43	4,45	4,45	4,3 – 4,8
30	4,47	4,43	4,45	4,45	4,3 – 4,8

Tableau XI : Evolution de l'acidité des trois préparations du fromage frais à base du lait crû et de la crème fraîche.

Jours+	P4	P5	P6	Moyenne	Norme
1	98,5	97	87	94,16	85 - 105
5	100	99	93,5	97,5	85 - 105
10	100,5	100	94	98,16	85 - 105
15	102	101	95	99,33	85 - 105
20	103	102	95,5	100,16	85 - 105
25	104	103	97	101,33	85 - 105
30	104	103	97,5	101,5	85 - 105

Tableau XII: Résultats de l'analyse microbiologique quotidienne de l'eau de process.

Germes recherchés	Résultats	Normes (NE)
Germes aérobies à 22°C	00	<100
Germes aérobies à 37°C	00	<20

Tableau XIII: Résultats de l'analyse microbiologique complète de l'eau de process.

Germes recherchés	Résultats	Normes (NE)
Germes aérobies à 22°C/ml	0	<100
Germes aérobies à 37°C/ml	0	<20
Coliformes totaux/100ml	0	<10
Coliformes fécaux	Absence	Absence
Streptocoques fécaux/100ml	Absence	Absence
CSR à 46°C	Absence	Absence
Aérobies sulfite-réducteur à 46°C/20ml	0	<5

Tableau XIV : Résultats de l'analyse microbiologique des poudres de lait 0 et 26%.

Poudre de lait	Germes 0%	Germe 26%	Coliformes	Clostridium S.R	Salmonelles
P1*10 ⁵	0,05	0,1	0	0	0
P2*10 ⁵	0,032	0,005	0	0	0
P3*10 ⁵	0,048	0,04	0	0	0
Moyenne*10 ⁵	0,043	0,048	0	0	0
Normes	2	2	0,00001	0,00008	0

Tableau XV : Résultats de l'analyse microbiologique du lait crû.

Lait crû	Germes totaux	coliformes fécaux	Clostridium S.R	Staphylococcus aureus	Streptocoque fécaux
P4* 10 ⁸	7,54	0,15	0	0	0
P5* 10 ⁸	3,9	0,1	0	0	0
P6* 10 ⁸	2,8	0,05	0	0	0
Moyenne* 10 ⁸	4,75	0,1	0	0	0
Normes	0,001	0,00001	0,0000005	0	0

Tableau XVI : Résultats de l'analyse microbiologique du lait crû après première pasteurisation.

Lait écrémé pasteurisé	Germes totaux	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Levures et moisissures
P4*10 ⁴	2,68	0	0	0
P5*10 ⁴	1,04	0	0	0
P6*10 ⁴	0,35	0	0	0
Moyenne*10 ⁴	1,35	0	0	0
Normes*10 ⁴	3	0,001	0,0001	0

Tableau XVII : Résultats d'analyse microbiologique du sucre blanc cristallisé.

Sucre	Germes totaux	Germes acidifiants	Clostridium S.R	Levures	Moisissures
P1*10	0	1	0	0	0
P2*10	0	0	0	0	0
P3*10	0	0	0	0	0
Moyenne*10	0	0,33	0	0	0
Normes	2	0,5	0,1	0,1	0,1

Tableau XVIII : Résultats d'analyse microbiologique de la MGLA.

MGLA	Germes totaux	levures et moisissures	coliformes totaux	coliformes fécaux	<i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Salmonelles</i>	Clostridium S.R
P1*10 ²	0	0	0	0	0	0
P2*10 ²	0	0	0	0	0	0
P3*10 ²	0	0	0	0	0	0
Moyenne*10 ²	0	0	0	0	0	0
Normes*10 ²	5	0	0	0	0	0,09

Tableau XIX : Résultats d'analyse microbiologique des arômes.

Arômes	Coliformes totaux	coliformes fécaux	Germes totaux	levures et moisissures	Salmonelles
P1*10 ³	0	0	0	0	0
P2*10 ³	0	0	0	0	0
P3*10 ³	0	0	0	0	0
Moyenne*10 ³	0	0	0	0	0
Normes*10 ³	0	0	1	0,01	0

Tableau XX : Résultats d'analyse microbiologique du produit semi fini.

Crèmes	Germes totaux(C.S)	Gérmes totaux (C.F)	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Levures et moisissures
P1*10 ⁵	0,1	0,2	0	0	0
P2*10 ⁵	0,43	0,99	0	0	0
P3*10 ⁵	0,85	0,33	0	0	0
Moyenne*10 ⁵	0,46	0,51	0	0	0
Normes*10 ⁵	2	2	0	0,001	0

Tableau XXI : Résultats d'analyse microbiologique du fromage frais.

Fromage frais Aladin	Coliformes totaux	coliformes fécaux	<i>Staphylococcus aureus</i>	Levures et moisissures	Salmonelle	<i>Listeria monocytogènes</i>	Flore lactique
P1*10 ²	0	0	0	0	0	0	600
P2*10 ²	0	0	0	0	0	0	500
P3*10 ²	0	0	0	0	0	0	200
P4*10 ²	0	0	0	0	0	0	400
P5*10 ²	0	0	0	0	0	0	300
P6*10 ²	0	0	0	0	0	0	650
Moyenne*10 ²	0	0	0	0	0	0	441,66
Ecart type*10 ²	0	0	0	0	0	0	174,40
Normes*10 ²	0,1	0,01	0,1	1	0	0	

Tableau XXII : Table de Mac Grady ; Méthode de détermination du nombre le plus probable (De bactéries coliformes) (Guiraud et Galzy ; 1980).

Index tubes positifs de			NPP	Index tubes positif de			NPP
10 ⁻¹ 0,1g	10 ⁻² 0,01g	10 ⁻³ 0,001g		10 ⁻¹ 0,1g	10 ⁻² 0,01g	10 ⁻³ 0,001g	
0	0	0	0	2	2	3	4,0
0	0	1	0,3	2	3	0	3,0
0	1	0	0,3	2	3	1	3,5
0	1	1	0,6	2	3	2	4,0
0	2	0	0,6	3	0	0	2,5
1	0	0	0,4	3	0	1	4,0
1	0	1	0,7	3	0	2	6,5
1	0	2	1,1	3	1	0	4,5
1	1	0	0,7	3	1	1	7,5
1	1	1	1,1	3	1	2	11,5
1	2	0	1,1	3	1	3	16,0
1	2	1	1,5	3	2	0	9,5
1	3	0	1,6	3	2	1	15,0
2	0	0	0,9	3	2	2	20,0
2	0	1	1,4	3	2	3	30,0
2	0	2	2,0	3	3	0	25,0
2	1	0	1,5	3	3	1	45,0
2	1	1	2,0	3	3	2	110,0
2	1	2	3,0	3	3	3	140,0
2	2	0	2,0				
2	2	1	3,0				
2	2	2	3,5				

Tableau XXIII: Résultats d'analyses organoleptiques des poudres de lait 0 et 26%.

Détermination		Résultats	Normes
Aspect	0%	homogène	Pulvérulent, homogène
	26%	homogène	
Couleur	0%	Blanchâtre à crème	Blanchâtre à crème
	26%	Crème à jaune clair	Crème à jaune clair
Odeur	0%	Franc du lait écrémé	Franc du lait écrémé
	26%	Franc du lait entier	Franc du lait entier
Goût	0%	Franc du lait écrémé	Franc du lait écrémé
	26%	Franc du lait entier	Franc du lait entier.








Tableau XXIV: Résultats d'analyses organoleptiques du sucre blanc cristallisé.








Détermination	Résultats (NE)
Aspect	Homogène
Couleur	Blanchâtre
Odeur	Spécifique du sucre
Goût	Bonne


Tableau XXV: Résultats d'analyse descriptive concernant les attributs de flaveur des deux préparations du fromage frais.

Panélistes		Fromage à base de poudre			Fromage à base du lait crû		
Date limite d'expiration		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Arome		Banane	banane	fraise	Abricot	banane	fraise
Aspect (répartition de couleur d'arôme)		homogène	homogène	Homogène, moins bonne	homogène	homogène	Homogène et bonne
lactosérum		présent	présent	présent	Moins présent	Moins présent	Absent
Texture		granuleuse	granuleuse	Plus lisse, opaque	Moins lisse	Moins lisse	lisse et souple
Couleur		Jaune pâle	Jaune pâle	Rose pâle	foncée	jaune	Moins pâle
goût	Goût de lait	Moyen	Moyen	Prononcé	Absent	Absent	Absent
	acide	Moyen	Moyen	Prononcé	Absent	Absent	Absent
	amère	Moyen	Moyen	Prononcé	Absent	Absent	Absent
	Astringent	Moyen	Moyen	Prononcé	Absent	Absent	Absent
	sucrée	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Prononcé
Texture en bouche	légèreté	Dense,	Dense,	Très dense ;	légère	légère	Très légère
	onctuosité	faible	faible	Absente	Moyenne	Moyenne	prononcé

Tableau XXVI : Matériel et réactifs utilisés au cours de l'expérimentation

Matériels / Appareils	Photos
Agitateur (Velp Scientifica : ARE Heating Magnetic Stirrer).	
refractomètre « ATAGO »	
dessiccateur infrarouge « SARTORIUS »	
Bain marie (memmert).	
Balances: A (Sartarius). B (Adventurer TM OHAUS).	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>A</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>B</p>  </div> </div>
Broyeur (IKA A11 Basic).	

<p>Centrifugeuse « FUNK – GERBER »</p>	
<p>Etuves : A (memmert) B (Binder).</p>	<p>A</p>  <p>B</p> 
<p>PH metre (HANNA instrument, PH 211 Microprocessor).</p>	
<p>Spectrophotomètre (UV mini 1240, UV- Vis-spectrophotomètre Shimadzu).</p>	
<p>Acidimètre « METROHM »</p>	
<p>Vortex (Velp Scientifica)</p>	

<p>Piptus de 1 ml et pailles stériles</p>	
<p>MilkoScan™ FT120 (Foss)</p>	

Appareillage, équipements et verreries :

- Appareillage :
 - Etuve ventilé (Heraeus).
 - Appareil de Delvotest.
 - Incubateur.
 - Minuterie.
 - Destillateur.
 - Thermomètre digital.
 - Volumètre (Stampt volumeter : STAV 2003, Humeau).
 - Kjeltec 2100 (Marque foss).
 - Mixeur pour préparation des échantillons (Marque : Labins B.V).
 - Microscope optique (marque : Leica CME).
 - Haute (Marque : TELSTAR AV-100).
 - Plaque chauffante (Marque : Schott instrument).

- Equipements :
 - Ampoules SP-NT .
 - Anse de platine.
 - Bec Bunsen.
 - Boite de Pétri.
 - Cloche de Durham.
 - Coupelles.
 - Embouts en plastique.
 - Eprouvette.
 - Papier aluminium.
 - Portoirs.
 - Seringues (0,1 ml et 10 ml).
 - Spatule de laboratoire.

- Verreries :
 - Bêchers (50 ml ,100ml ,150ml et 200 ml).
 - Burette .
 - Butyromètres pour fromage.
 - Entonnoir.
 - Flacon de 250 ml.
 - Lame en verre.
 - Pipettes 10 ml.
 - Pipettes Pasteur.
 - Pipettes graduées de 50 ml.
 - Tubes à éssai.
 - Tubes gradués de 50 ml.

**Tableau XXVII : Méthode de préparation des milieux de cultures pour la microbiologie.
(Diagnostics, 2009)**

Milieu de culture	Quantité (g) pour 01 litre d'eau distillé	Température de stérilisation (°C)	Durée de stérilisation (min)
VRBL	39,5	105	05
YGC	40	121	15
Peptone sel	9,5	121	15
Eau peptone	20	121	15
Ringer	02 comprimés	121	15
PCA	22,5	121	15
VF	34	121	15
BLBVB	40	121	15
BCPL	29	121	15
Rothe	34,7	120	15
Baird Parker	58	121	15
Hektoen	75	Cuisson au bain marie ou sur plaque chauffante	
BCP	31	121	15
MSE	138,5	110	20
Bouillon nutritif	20	121	15
MRS	68,2	118	15
M17	55	121	15
Muller Kauffmann	82	Chauffer jusqu'à peu avant ébullition	
BPLS	51,5	Cuisson au bain marie ou sur plaque chauffante	

Tableau XXVIII : Méthode de préparation des réactifs et de la présure (Anonyme III, 2012)

Réactifs et présure	Méthodes
Préparation des réactifs (détermination de la teneur en azote par la méthode DJELDAL)	<ul style="list-style-type: none"> • Préparation de l'indicateur coloré « Tacchiro » : Dissoudre 0,1g de rouge de méthyle dans 50ml d'éthanol à 95% et 0,5g de vert de bromocrésol dans 250ml d'éthanol à 95%. Mélanger les deux solutions. Ainsi l'indicateur coloré est prêt. • Préparation de la solution d'acide borique H_3BO_3 à 40g/litre : Ajouter 01 litre d'eau distillée chaude à 40g d'acide borique, ensuite laisser refroidir et ajouter 3ml de l'indicateur coloré. <p>Conserver cette solution de couleur orange clair dans une bouteille en verre borosilicate, protéger de la lumière et des sources de vapeur d'ammoniac. Avant utilisation, vérifier que le pH de cette solution est compris entre 3,8 et 4,2.</p>
Préparation de la présure pour le fromage	<p>Pour préparer 450ml de présure : Mettre dans un flacon stérile contenant 360 ml d'eau distillée stérile, 47,25g de présure et 45g de sel (Na Cl). Fermer hermétiquement le flacon, mélanger et garder au frais jusqu'à utilisation. Préparer ce mélange entre deux becs bunsen.</p>

- **Réactifs :**

- Acide sulfurique H_2SO_4 à 1,52 g/l.
- Alcool.
- Alcool iso-amylique.
- Eau de process.
- Eau distillé.
- EDTA.
- Méthyl orange.
- Noir eryochrome.
- Phénolphtaléine.
- Solution NaOH (1/10 N).
- Solution NaOH (1/9 N).

-

- **Additifs :**

- Alun de fer.
- Tellurite de potassium.

- **Colorants :**

- Bleu de méthylène.

Tableau XXIV: composition des milieux de culture (Guiraud et Galzy ; 1980).

Ces milieux de cultures ont été reconstitués à partir de milieux **Merk 15363** déshydratés.

<p>Baird Parker :</p> <p>Peptone de caséine.....10g Extrait de viande05g Extrait de levure.....01g Sodium pyruvate.....10g Glycine.....12g Lithium chlorure.....05g Agar-agar.....15g</p> <p>pH :6,8.</p>	<p>BCP :(gélose lactosée au pourpre de bromocrésol)</p> <p>Peptone de protéase10g Extrait de bœuf.....01g Chlorure de sodium.....05g Gélose.....15g Pourpre de bromocrésol.....0,02g</p>
<p>BCPL (bouillon lactosé au bromocresol purple).</p> <p>Produit de digestion pancréatique de gélatine.....10g Clorure de sodium.....05g Pourpre de Bromocrésol.....0,02g</p>	<p>BLBVB :(bouillon lactosé au vert brillant, à la bile et au lactose)</p> <p>Peptone de viande.....10g Lactose.....10g Fiel de bœuf desséché.....20g Vert brillant.....0,0133g</p> <p>pH : 7,2</p>
<p>BPLS (Agar lactosé et saccharosé au vert brillant et au rouge de phénol)</p> <p>Peptone de viande.....10g Extrait de viande.....05g Extrait de levure.....03g Di-sodium hydrogène phosphate.....01g Sodium dihydrogénophosphate.....0,6g Lactose.....10g Saccharose.....10g Rouge de phénol.....0,09g Vert brillant.....0,0047g Agar-agar.....12g</p> <p>pH : 6,9</p>	<p>Hektoen</p> <p>Peptone.....15g Sodium chlorure.....0,5g Extrait de levure.....3,0g Saccharose.....14g Lactose.....14g Salicine.....02g Sodium thiosulfate.....05g Ammonium fer citrate.....1,5g Mélange de sel biliaire.....02g Bleu de bromothymol.....0,05g Fushine acide.....0,08g Agar-ager.....13,5g</p> <p>pH: 7,7</p>

<p style="text-align: center;">Muller Kaufmann</p> <p>Extrait de viande.....0,9 g</p> <p>Peptone de viande.....4,5 g</p> <p>Extrait de levure.....1,8g</p> <p>Sodium chlorure.....4,5g</p> <p>Calcium carbonate.....25g</p> <p>Iode thiosulfate.....40,7g</p> <p>Bile de boeur desséché.....4,75g</p> <p style="text-align: center;">pH: 7,0</p>	<p style="text-align: center;">MRS(Man Rogosa Sharp)</p> <p>Peptone de caseine.....10g</p> <p>Extrait de viande.....10g</p> <p>Extrait de levure.....04g</p> <p>D-glucose.....20g</p> <p>Di potassium hydrogéo phosphate...02g</p> <p>Tween 80.....01g</p> <p>Di ammonium hydrogen citrate.....02g</p> <p>Sodium acetate.....05g</p> <p>Magnesium sulfate.....0,2g</p> <p>Mangénese sulfate.....0,04g</p> <p>Agar-agar.....14g</p> <p style="text-align: center;">pH: 5,7</p>
<p style="text-align: center;">M17 (gélose)</p> <p>Peptode de farine de soja.....5,0g</p> <p>Peptone de viande.....2,5g</p> <p>Peptone de caséine.....2,5g</p> <p>Extrait de levure.....2,5g</p> <p>Extrait de viande.....5,0g</p> <p>D- lactose.....05g</p> <p>Acide ascorbique.....0,5g</p> <p>Na b glycérophosphate.....19,0g</p> <p>Sulfite de magnésium.....0,25g</p> <p>Agar-agar..... 12,75g</p> <p style="text-align: center;">pH : 7,2</p>	<p style="text-align: center;">PCA :(Plate Count Agar)</p> <p>Peptone de casein.....5,0g</p> <p>Extrait de levure.....2,5g</p> <p>D- glucose.....1,0g</p> <p>Agar-agar..... 14g</p> <p style="text-align: center;">pH : 7,0</p>

<p style="text-align: center;">Rothe</p> <p>Extrait de bœuf.....4,5g Digestion pancréatique de caséine.....7,5g Peptone de protéase.....7,5g Dextrose.....7,5g Chlorure de sodium.....7,5g Pourpre de bromocrésol.....0,2g</p> <p style="text-align: center;">pH : 7,2</p>	<p style="text-align: center;">VF (viande foie)</p> <p>Base viande foie.....20g D-glucose.....0,75g Amidon.....0,75g Sodium sulfite.....1,2g Ammonium fer citrate.....0,5g Agar-agar.....11,0g</p> <p style="text-align: center;">pH : 7,4</p>
<p>VRBL : (gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre)</p> <p>Peptone de viande.....7,0g Extrait de levure.....3,0g Sodium chlorure.....5,0g Lactose.....10g Mélange de sels biliaires.....1,5g Rouge neutre.....0,03g Violet cristallisé.....0,002g Agar-agar.....13g</p> <p style="text-align: center;">pH : 7,4</p>	<p>YGC : (Yeast extract, Glucose, Chloramphenicol) gélose Glucosée à l'Extrait de Levure et au Chloramphénicol</p> <p>Extrait de levure.....5,0g D-glucose.....20g Chloramphénicol.....0,1g Agar-agar.....14,9g</p> <p style="text-align: center;">pH : 6,6</p>
Composition des diluants	
<p style="text-align: center;">RINGER</p> <p style="text-align: center;">pH : 7,0</p>	<p>TSE : (bouillon Tryptone-sel-eau)</p> <p>Peptone.....1,0g Chlorure de sodium.....8,5g</p> <p style="text-align: center;">pH : 7,0</p>

Résumé :

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité microbiologique et physicochimique des deux types de fromage frais (à base du lait crû/poudre de lait) obtenus après ensemencement par les souches du genre *Lactococcus* et *Leuconostoc* qui y sont prédominantes, afin de prédire l'influence exercée sur sa qualité organoleptique et énumérer le produit préférable.

Les analyses microbiologiques réalisées sur le lait cru ont montré une charge assez importante en FTAM et des coliformes fécaux indiquant un lait de qualité microbiologique médiocre. Par ailleurs, après la première pasteurisation, les résultats pour ce lait crû ont démontré sa conformité aux normes recommandées par JORA (1998), signalant ainsi un produit fini sain.

A la lumière des résultats obtenus, le fromage frais «Aladin aromatisé» produit avec 100% de lait crû et crème fraîche ne peut être que meilleur que celui produit à base de la poudre de lait et MGLA ceci aussi bien du point de vue physico-chimique que sensorielle, sachant que ce produit est principalement destiné aux enfants de bas âge.

Mots clés : Lait crû, poudre de lait, fromage frais, *Lactococcus* et *Leuconostoc*.

Summary:

The objective of this study aimed at evaluating the microbiological and physico-chemical quality of the two types of fresh cheese (based on raw milk or dried milk) obtained after showing the species *Lactococcus* and *Leuconostoc* which are prevalent there in order to predict the influence exerted on its organoleptic quality and to enumerate the preferable product.

The microbiological analyses carried out on raw milk showed a rather significant load in FTAM and fecal coliformes indicating a milk of a poor microbiological quality. In addition, after the first pasteurization, the results for this raw milk showed its conformity to the standards recommended by JORA (1998), announcing a healthy finished product.

In the light of the results obtained, from the physico-chemical point of view as well as the sensory one, the fresh cheese "Aladdin aromatisé" produced with 100% of raw milk and fresh cream is better than that produced with 100% of dried milk and MGLA ; knowing that this product is mainly intended to children of low age.

Key words: raw milk, dried milk, fresh cheese, *Lactococcus* and *Leuconostoc*.