



Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Département : Biologie

LST : BHSA

Projet de fin d'études :

*Suivi de la charge microbienne tout au long de la chaîne de fabrication
du lait pasteurisé*

Présenté par : BOUXID Zineb

Encadré par :

Encadrant interne : Mme N. BENCHEMSI

Encadrant externe : Mme M. BOUHLAL

Soutenu le : 16 Juin 2011

- ✎ Mme N. BENCHEMSI : Présidente
- ✎ Mme M. BOUHLAL : Encadrant
- ✎ Mme MAAZOUZI : Examinatrice

✎ *Année universitaire : 2010/2011* ✎



Sommaire

Introduction.....	1
Présentation de la société laitière centrale du nord.....	2
1. Identité de la société.	2
2. Historique.....	2
3. rganigramme et différents services de la « SLCN ».....	3
4. Les produits de la « SLCN ».....	6

Partie bibliographique

I Généralité sur le lait.....	8
1. Composition du lait.....	8
a) La matière grasse	8
b) Les protéines	9
c) Les glucides	9
d) Les sels minéraux	9
e) Gaz dissous.....	9

2. Microbiologie du lait	9
2-1) Les "Utiles", indispensables à la fabrication des produits laitiers.....	10
Bactéries.....	10
Les levures.....	11
Moisissures	11
2-2) Les "indésirables" ou dites responsables d'altération de la texture ou du goût	12
Les bactéries	12
Les levures et moisissures	13
2-3) Les "pathogènes", potentiellement dangereux pour la santé humaine.....	13
3. Facteurs de contamination	14
Contamination intérieure ; germes présents dans la mamelle.....	14
Contamination extérieure ; germes apportés par le milieu extérieur...14	
4. Méthodes de conservation	15
4-1) La conservation par le froid	15
4-2) Les traitements thermiques	15
II Réception et traitement du lait	16
1. Collecte du lait.....	16
2. Réception du lait	16
3. Dépotage et filtration.....	16

4. Thermisation.....	17
5. Ecrémage.....	17
6. Pasteurisation	18
7. Conditionnement	19
➤ En carton	19
➤ En plastique	19
➤ Diagramme de fabrication du lait pasteurisé.....	20
III Le processus de fabrication des dérivés laitiers à la SLCN.....	21
1. Beurre.....	21
2. Fromage frais (jben).....	21
3. Lait fermenté et yaourt.....	22
3.1- Petit lait (Leben).....	22
3.2- Lait fermenté (Doulci).....	22
3.3- Raibi.....	23
3.4- Yaourt.....	23

Matériels et Méthodes :

I- Méthodes d'analyse bactériologique	26
1. Échantillonnage.....	26
2. Techniques de dénombrement	26
2.1- Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale.....	26
2.2- Dénombrement des coliformes totaux.....	28

Résultats et Discussions :

1. Évaluation de la charge bactérienne (tableau 1).....	31
2. Efficacité des traitements thermiques.....	33
2-1 La thermisation (figure 1).....	34
2-2 La pasteurisation (figure 2)	36

Conclusion

Générale

.....**39**

Bibliographie

.40

Introduction

Aujourd'hui au Maroc, comme dans le monde entier il y a un intérêt croissant pour le contrôle de qualité en industrie agroalimentaire. Plusieurs facteurs expliquent cet intérêt parmi lesquels on peut citer une clientèle exigeante en matière de qualité, une plus grande compétition entre producteurs, des contraintes de rentabilité et l'existence de lois rendant les fabricants responsables de leurs produits.

La société laitière centrale du nord "SLCN" connue par " Saiss Lait", comme les autres industries laitières ne cesse de se développer et dispose d'un laboratoire qui se charge du contrôle sévère de qualité qui consiste à faire des examens physicochimiques et des analyses bactériologiques permettant de s'assurer de la qualité du lait tout au long du processus de production.

Comme nous savons tous, les produits laitiers, à haute valeur nutritive, sont des milieux parfaits pour une décomposition d'origine microbienne et leur pourrissement résulte typiquement de protéolyse et putréfaction.

Pour prévenir cette putréfaction, la « SLCN » réalise des traitements thermiques qui éliminent ces microorganismes et empêchent leurs transmission.

Dans le but de montrer l'efficacité de ces traitements thermiques, le dénombrement de la charge bactérienne du lait est réalisé au laboratoire de la SLCN, précisément la flore mésophile aérobie totale (FMAT) et les coliformes totaux (CT).

Durant la période de deux mois de stage au sein de la société laitière centrale du nord "SLCN" j'ai eu l'occasion d'effectuer un suivi de la charge microbienne tout au long de la chaîne de fabrication du lait pasteurisé depuis la réception de ce dernier jusqu'au produit fini.

Présentation de la société laitière centrale du

nord :

1. Identité de la société:

<u>Nom</u>	société laitière centrale du nord (SLCN)
<u>Statut juridique</u>	société anonyme (SA)
<u>Capital social</u>	270 000 00 Dhs.
<u>Activités principales</u>	production et commercialisation des principaux produits (laits et dérivés)
<u>Marques</u>	Saiss lait
<u>Effectif du personnel</u>	120 personnes
<u>Capacité de production</u>	<ul style="list-style-type: none">○ Installée : 60000l/j○ Réelle : 21000l/j,○ Taux de Remplissage : 30%.

Adresse	km 5, route Benssouda-FES-
E-mail	Saïsslait@yahoo.fr
Téléphone	0535 726 274 /0535 655 096
Fax	0535 655 077
Surface	40000 m ² dont 10000 m ² couverte

2. Historique:

La création de la société laitière centrale du nord fut le 18 Mai 1976 par des agriculteurs soutenus par l'office du développement industriel pour le traitement du lait collecté avec une capacité installée de 60 milles litres par jour

Entre 1976 et 2000, l'investissement s'élevait à 3 millions de dirhams qui a été reparti en 3000 actions et la fabrication était : lait pasteurisé, Leben, fromage frais, petits suisses, beurre, crème fraîche et lait fermenté <Raïbi>.

En octobre 2000, les biens de la société ont été transférés à d'autres actionnaires.

Entre 2000 et 2004 la société a investit dans la modernisation et l'extension des différents structures de fabrication et distribution par :

- L'acquisition de nouveaux équipements de la production du lait et des dérivés, à savoir : Triblander (Sert au poutrage des dérivés), écrémeuse Alfa-Laval, pour l'installation CIP :<<Cleaning in place>> L'installation du nettoyage en place permet l'envoi et la récupération des produits de nettoyage (1979) ajout en 2003 deux sondes et afficheurs de

concentration. Aussi un pasteurisateur 5000l/h 2001, un homogénéisateur, cuves et Tanks de stockage, machine de conditionnement Thermoformeuse <<ERCA 470>>, machine de conditionnement Pour le développement des emballages en cartons.

- L'achat de nouveaux camions de distribution qui doivent répondre à certaine norme de conservation.
 - La rénovation des équipements énergétiques :
 - Les chaudières: production de vapeur d'une capacité de 10000Kvapeur /h, les compresseurs 37KW et 25KW pour production d'air comprimé et un sécheur d'air comprimé.
- En plus d'adoucisseur et une bache de stockage (Stockage de l'eau de la R.A.D.E.F pour le CIP).

En 2008, reprise en 2008 par un fonds d'investissement géré par MarocInvest. Et à partir de 2008 jusqu'au 2011 : installation du CIP automatique (2010), plate forme de thermisation (2011), les tanks de maturation, les camions de distributions, Galdi, Thermopack et au niveau de laboratoire: le cryoscope et le Milkoscan.

Les investissements avaient, aussi, pour objet l'amélioration des produits existants, la diversification de la gamme des produits et l'augmentation de la capacité de production à 60000l/j ainsi que le volume des ventes.

Aujourd'hui, la société ne cesse de diversifier et d'améliorer la qualité de ses produits pour répondre aux exigences de plus en plus accrues des consommateurs et être compétitive sur un marché fortement concurrentiel.

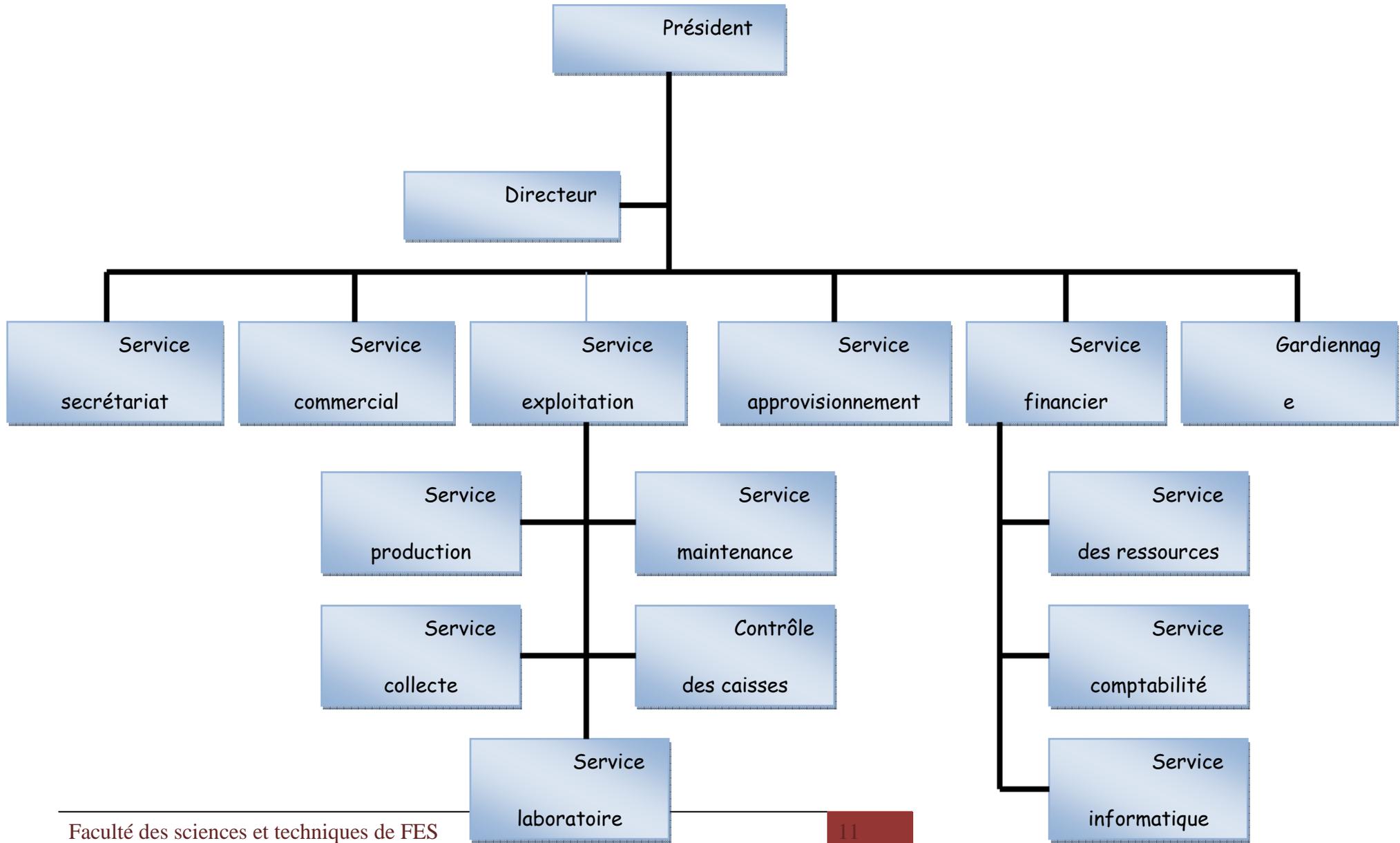
3. Organigramme et les différents services de la société " SLCN " :

La gestion de l'entreprise est assurée par la direction générale en coordination avec plusieurs services et ce par l'organisation régulière de réunions pour discuter du plan de travail à suivre.

Comme le montre l'organigramme, la circulation de l'information et la motivation du personnel se fait selon deux sens :

- * Sens vertical ; c'est à dire les relations hiérarchiques de commandement.
- * Sens horizontal ; c'est à dire les relations fonctionnelles ou de collaboration entre fonctions.

Figure1: Organigramme de la



a) La direction Générale :

La direction générale gère et organise tout le service de l'entreprise suivant une politique générale à travers :

- L'organisation des réunions régulières concernant les problèmes rencontrés au niveau aussi bien de la production et la qualité que de l'entretien et l'approvisionnement.
- L'instauration d'une procédure claire à suivre par les services de production et commercialisation.

b) Le service de production :

Ce service a pour principale activité le suivi de toutes les étapes de la production depuis l'arrivée du lait cru jusqu'à sa sortie en produit fini.

Le responsable de production a pour tâches :

La planification de la production suivant un plan hebdomadaire en se basant sur les prévisions du service commercial,

c) Le service laboratoire:

C'est l'entité qui se charge du contrôle sévère de qualité qui consiste d'une part à faire des examens physicochimiques préliminaires permettant de s'assurer de la qualité du lait tout au long du processus de production et d'autre part, de veiller sur la tenue continue de l'hygiène au sein de l'entreprise. En plus de ces examens des analyses bactériologiques, sur les matières premières, produits en cours et produits finis, s'effectuent dans un laboratoire de microbiologie pour assurer la qualité des produits laitiers.

d) Le service maintenance:

Il y a aussi le service maintenance qui est constitué de deux ateliers à savoirs:

- Installation technique, qui a pour missions la maintenance, l'entretien et la réparation des machines qui assurent la fabrication des produits laitiers.
- Parc automobile, où les véhicules de la SLCN sont contrôlés mécaniquement, entretenus et réparés.

e) Le service commercial :

Le service commercial s'occupe des actions de ventes et gère le réseau de distribution et de commercialisation de la société.

Il fournit des informations sur le type de produit désiré sur demande du client ainsi que le stock en matière première. Il fait aussi des estimations de la demande pour informer le service production. Ce qui lui permettrait d'organiser ses plans de production hebdomadaire.

f) Le service informatique :

Dont le rôle est très important au sein de la société et qui consiste à enregistrer au jour le jour toutes les opérations d'entrées-sorties du magasin ou des différents ateliers, ainsi que le suivi des états (clients, fournisseurs, livreurs,...) et de traiter toutes les informations recueillies pour être diffusées aux autres services.

Ce service est chargé de présenter quotidiennement la situation financière de la société à la direction et au service comptabilité. Il se charge aussi de la préparation des étapes mensuelles de paiement du personnel et des producteurs ...

g) Le service approvisionnement :

Il gère les achats selon la demande du service maintenance et production et enregistre les sorties des pièces et de matériaux du stock.

h) Le service comptabilité:

Il se charge du contrôle des différentes opérations financières de la société et de la comptabilisation de toutes les factures d'achat et de vente. Un bilan est rédigé et remis à la direction tous les trois mois.

i) Ressource humaines:

Le service des ressources humaines s'occupe de la gestion du personnel. Ce dernier constitue le pivot pour toute entreprise, et sa bonne gestion assure son succès et son aller en avant. En effet, le capital humain joue le rôle du protecteur des intérêts de l'entreprise en assurant la bonne marche de sa politique de travail, ainsi que le contrôle régulier des différents services de la société, pour que les tâches soient claires pour chacun de ses employés.

4. Les produits de la SLCN:

Les produits laitiers fabriqués à la SLCN sont :

- * Lait pasteurisé 250 et 500 ml (cartons et sachets)
- * Lait fermenté Doucni (230 et 500g)
- * Yaourt ferme (Lacti)
- * Yaourt brassé (Chahy)
- * Le petit lait (Lben)
- * Fromage blanc (Jben)
- * Raïbi
- * Beurre.

Partie bibliographique

I Généralité sur le lait :

La dénomination "lait" sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache. Le lait est alors le produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ou soustraction.

Le lait apparaît comme un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β -carotènes de la matière grasse. Il a une odeur peu marquée mais reconnaissable, 2.

1. Composition du lait:

Les principaux constituants du lait sont : eau, protéines, glucides (lactose), matières grasses (lipides) et minérales. Le lait contient également des substances secondaires, telles que des enzymes, des vitamines et des gaz. Le tableau ci-dessus présente les proportions de ces composants.

Tableau 1 : Constituants principaux de lait de vache

Constituants du lait	Le % du constituant dans le lait
Eau	87,5%
Glucides	4,5%
Lipides	4%
Protéines	3%
Sels minéraux	1%

f) **La matière grasse**

La matière grasse dont la quantité varie en fonction des conditions d'élevage, est présente dans le lait sous forme de globules gras, de 1 à 8 µm de diamètre, émulsionnés dans la phase aqueuse; le taux en est variable (environ 10 milliards de globules par millilitre de lait).

Cette matière grasse est constituée principalement de composés lipidiques. Le trait commun aux lipides est la présence d'acides gras qui représentent 90 % de la masse des glycérides, 1.

g) **Les protéines**

Les protéines se répartissent en deux groupes principaux: les protéines de la caséine, qui représentent 80 % des protéines totales, et les séroprotéines, minoritaires (20 %), mais qui possèdent une valeur nutritive plus élevée que les premières.

Les caséines se trouvent dans le lait sous forme d'un complexe des diverses caséines liées à du phosphate de calcium colloïdal : $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Ces protéines qui contiennent des groupes acides et des groupes amines à caractère basique, sont sensibles au pH du milieu. L'acidification du milieu à pH 4,6 provoque la coagulation de ces protéines qui se séparent de la phase aqueuse, 1.

h) **Les glucides**

Le sucre principal du lait est le lactose, disaccharide constitué par l'association d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose.

Le lactose est un sucre fermentescible. Il est dégradé en acide lactique par des bactéries lactiques (lactobacilles et streptocoques) ce qui provoque un abaissement du pH du lait entraînant sa coagulation; celle-ci est indispensable pour la fabrication de fromages et de laits fermentés, **1**.

i) Sels minéraux

Le lait contient des sels à l'état dissous, sous forme notamment de phosphates, de citrates et de chlorures de calcium, magnésium, potassium et sodium, **1**.

j) Gaz dissous

Le lait contient des gaz dissous, essentiellement du dioxyde de carbone (CO₂), du di azote (N₂) et de l'oxygène (O₂), **1**.

2. Microbiologie du lait :

Le lait est un aliment dont la durée de vie est très limitée. En effet, son pH, voisin de la neutralité, le rend très facilement altérable par les micro-organismes. Sa richesse et sa fragilité en font un milieu idéal où de nombreux micro-organismes comme les moisissures, les levures et les bactéries se reproduisent très vite. Ses vitamines et ses matières grasses peuvent se dégrader sous l'influence de la lumière, de l'oxygène, de l'échauffement...

L'altération microbienne du lait non pasteurisé se déroule en une succession de quatre étapes prévisibles. Une production d'acide par *Lactococcus Lactis*. Cette production d'acide est associée au développement d'organismes plus tolérants aux acides

comme *Lactobacillus*. A cette acidité, les levures et les moisissures deviennent dominantes et dégradent l'acide lactique accumulé. Finalement les bactéries dégradent les protéines et donnent une mauvaise odeur et un goût amer.

La flore du lait peut être classée comme suite :

3-1) Les germes "Utiles", indispensables à la fabrication des produits laitiers :

2-1-1) Bactéries:

- ♦ **les bactéries lactiques** : Ce sont des bactéries Gram + (coques ou bacilles) produisant de l'acide lactique par fermentation des glucides (fermentation lactique), tolérant des pH acides, de niches écologiques anaérobies ou anaérobies facultatives et se montrant

catalase négative. On distingue principalement : les lactocoques, les leuconostocs, les pédiocoques, les streptocoques thermophiles, les lactobacilles mésophiles et thermophiles et les entérocoques.

Elles ont pour rôles essentiels d'acidifier le lait et le caillé, de participer à la formation du goût (protéolyse, production d'arômes), de la texture et de l'ouverture des produits laitiers (fromage, beurre, yaourt, lait fermenté). Ces bactéries sont maintenant largement utilisées sous formes de levains sélectionnés.

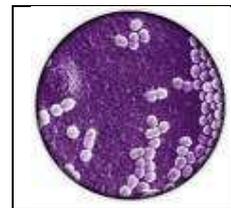
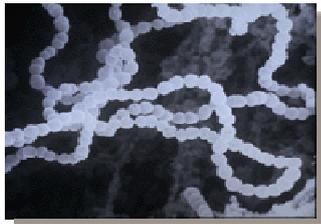


Photo 1 : Leuconostoc

Photo 2 : Lactocoques

- ♦ **Les bactéries propioniques** : Ce sont des bactéries Gram +, fermentant les lactates pour donner de l'acide acétique et propionique, ainsi que du CO₂ (fermentation propionique). Ils participent à la formation du goût et de l'ouverture des fromages à pâte pressée cuite, Emmental, Comté, Gruyère, par production des gaz.
- ♦ **Les microcoques, les staphylocoques non pathogènes** (Staphylococcus equorum, S. xylosus, S. lentus), les bactéries Brevibacterium, Arthrobacter, etc.. Ce sont des bactéries Gram+, constituants de la flore de surface des fromages affinés. Ils jouent un rôle essentiel dans la formation du goût des fromages, notamment des fromages à croûte lavée, fleurie ou croûte mixte.

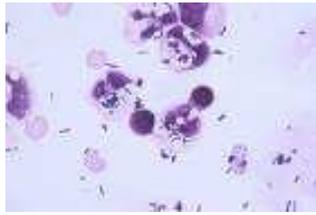


Photo 3 : Brevibacterium

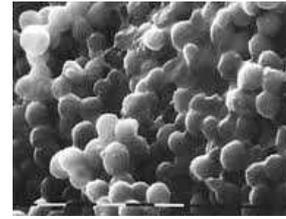


Photo 4 : Staphylococcus.

Equorum

2-1-2) Les levures:

Les levures se sont retrouvées de manière plus importante, en moyenne 100 fois plus, à la surface des fromages qu'à l'intérieur. Elles interviennent dans la désacidification de la pâte en début de l'affinage, permettant ainsi l'implantation ultérieure d'une flore acido-sensible comme les bactéries corynéformes, et interviennent également dans la formation du goût.

Par exemple : Kluveromyces, Geotrichum candidum, Debaryomyces, Candida, Yarrowia.



Photo 5 : Candida



Photo 6 : Yarrowia

2-1-3) Moisissures :

Comme Penicillium camemberti, Penicillium roqueforti, Mucor...

- ♦ ***P. camemberti*** est présent à la surface des fromages à pâte molle à croûte fleurie comme le Camembert ou les fromages de chèvre.
- ♦ ***P. roqueforti*** est la moisissure interne des bleus comme le Bleu d'auvergne.
- ♦ ***Mucor*** parmi les moisissures qui jouent un rôle déterminant dans la formation des caractéristiques des fromages.

3-2) Les germes "indésirables" ou dites responsables d'altération de la texture ou du goût :

Du fait même de leur composition et des conditions de production, le lait et les produits laitiers peuvent être contaminés par des microorganismes qui, en se multipliant dans le milieu, provoquent des transformations nuisibles à la qualité des produits par dégradation de leurs constituants, protéines, lipides, lactose, et/ou libération de composés indésirables. Ces dégradations peuvent être causées par des bactéries, levures et moisissures et se traduisent par des défauts de goût, d'odeur, d'aspect et de texture.

2-2-1) Les bactéries :

- ♦ **La flore mésophile aérobie totale (FMAT) :** est l'ensemble des microorganismes qui croissent à des températures moyenne de 30 à 37°C, c'est aussi un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant une Colonie) présentes dans un produit ou sur une surface.

Quand elle est présente en grande quantité, la FMAT témoigne d'un dysfonctionnement dans la fabrication sur un ou plusieurs des points suivants :

- Manque d'hygiène des locaux, du personnel, des sols, des équipements...
 - Contamination de l'air : travaux dans les locaux ou à proximité
 - Mauvaise conservation : température de conservation trop élevée et/ou durée de conservation trop longue.
 - Mauvais fonctionnement des enceintes réfrigérées: températures trop élevées, rupture de la chaîne du froid, refroidissement trop lent.
 - Insuffisance du nettoyage et de la désinfection.
- ♦ **Les coliformes (CT)** peuvent être responsables de gonflements précoces dans les fromages, conduisant notamment en pâte molle, à des accidents spectaculaires (fromage à aspect spongieux). Ce gonflement est dû principalement à la formation d'hydrogène très peu soluble dans le fromage. Lors de leur développement dans le lait et les produits laitiers, les bactéries psychrotrophes (genre *Pseudomonas* principalement, mais également *Bacillus*) peuvent produire des lipases et protéases extracellulaires, généralement thermostables. Ces enzymes peuvent provoquer des

défauts de goût dans les fromages (goût de rance, amertume) ou être responsables de la déstabilisation des laits.

- ♦ **Les bactéries butyriques** (*Clostridium tyrobutyricum*) peuvent se développer dans les fromages, à pâte pressée cuite et non cuite, et donner des défauts de goût et d'ouverture « gonflement tardif » par fermentation butyrique et production d'acide butyrique et d'hydrogène.

2-2-2) Les levures et moisissures

Elles se manifestent dans le fromage. Ainsi, *Mucor* est responsable de l'accident dit « poil de chat » principalement en fromage à pâte molle, se caractérisant par un défaut d'aspect des fromages, et par l'apparition de mauvais goûts. De même, *Geotrichum candidum* peut devenir un agent d'altération (défaut de texture et de goût) en technologie pâte molle s'il est amené à trop se développer.

Il est à noter que le regroupement des microorganismes en flore utile ou flore d'altération est à nuancer en fonction des technologies considérées.

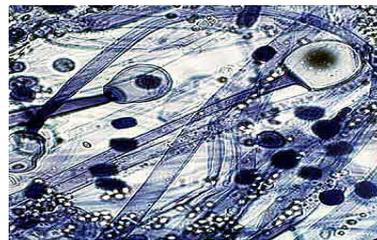


Photo 3 : Mucor

3-3) Les germes «pathogènes», potentiellement dangereux pour la santé humaine :

La contamination du lait et des produits laitiers peut être aussi l'œuvre des germes dangereux pour la santé du consommateur, on y distingue :

- ♦ ***Staphylococcus aureus*** peut produire des entérotoxines dont l'ingestion provoque des vomissements, souvent accompagnés de diarrhée. *Salmonella* peut provoquer les mêmes symptômes, caractéristiques d'une toxi-infection alimentaire, ainsi qu'*Escherichia coli*.
- ♦ ***Listeria monocytogenes*** peut provoquer la listériose qui atteint préférentiellement la femme enceinte et entraîne l'avortement, le nouveau-né ou l'adulte immunodéprimé (septicémies, méningites).

- ♦ Outre ces deux bactéries pathogènes classiquement recherchées en contrôle qualité, le lait est susceptible de contenir d'autres micro-organismes potentiellement pathogènes tels que *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus* ou *Aspergillus* qui produisent des mycotoxines.

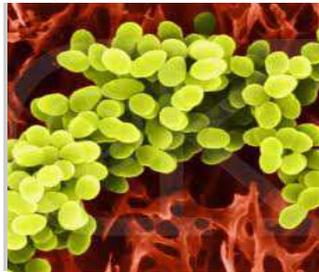


Photo 5 : Staphylococcus Aureus

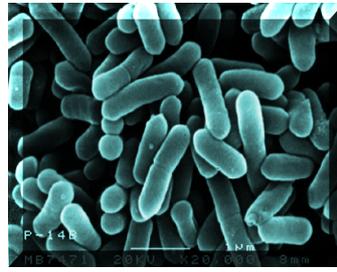


Photo 6 : listeria monocytogenes

3. Facteurs de contamination :

La quasi-totalité des microorganismes que l'on trouve dans le lait vient de l'extérieur de la mamelle, alors qu'une petite partie vient de l'intérieur.

♦ Contamination intérieure ; germes présents dans la mamelle:

Elle ne dépasse pas 5000 germes/ml, ces germes sont issus des canaux galactophores de la mamelle laitière, on trouve souvent des microcoques, des lactobacilles streptocoques lactiques.

♦ Contamination extérieure ; germes apportés par le milieu extérieur

Cette flore résulte essentiellement de :

- Germes externes (staphylocoques, Bacillus, Coliforme, Pseudomonas) qui se trouve dans le trayon.
- L'animal et son environnement : poils, bouse....
- L'équipement de la traite.
- Les délais de transport entre la traite et le centre de collecte.
- La température et la durée de conservation.
- L'équipement de la collecte : citernes, bacs de stockage, lignes de dépotage...

4. Méthodes de conservation :

Le lait doit impérativement être conservé et protégé des détériorations naturelles. Pour cela, différentes techniques sont possibles :

5-1) La conservation par le froid :

À température ambiante, le lait frais se conserve 5 heures en moyenne sans aucune préparation. Pour conserver le lait frais pendant 3 ou 4 jours, il est nécessaire de le maintenir à une température voisine de 4 °C, dans un récipient propre et fermé.

5-2) Les traitements thermiques :

Un traitement par la chaleur ou traitement thermique permet de conserver le lait plus longtemps, de quelques jours à quelques mois. Ce traitement thermique détruit en partie, pasteurisation, ou en totalité, stérilisation, les micro-organismes responsables de l'altération du lait. Pasteurisation ou stérilisation sont obligatoires avant toute transformation du lait. Ils ont pour objectif la stabilisation et la décontamination du lait.

La pasteurisation permet de détruire une partie des germes, non sporulés, présents dans le lait frais. Elle élimine ainsi un certain nombre de bactéries capables de provoquer des fermentations indésirables lors de la fabrication du fromage. À la suite de ce traitement par la chaleur, le lait doit être refroidi très rapidement pour éviter les altérations physico-chimiques trop importantes et le développement des micro-organismes qui se développent entre 10 et 40° C. La pasteurisation ne détruit qu'un certain nombre de germes, dont les germes pathogènes responsables de certaines maladies comme la brucellose et la tuberculose. Les formes sporulées résistent et le lait pasteurisé se conserve moins longtemps que stérilisé.

La stérilisation qui est un traitement par la chaleur qui doit rendre le lait exempt de tous germes susceptibles de s'y développer. En effet, la stérilisation simple consiste à chauffer le lait à une température de 115° C pendant 15 à 20 secondes. La stérilisation UHT, impose une température de 140°C. Les deux procédés entraînent une destruction des germes. Par contre, le dernier procédé diminue, par conséquent, la teneur en vitamines et oligo-éléments. [9]

II Réception et traitement du lait :

8. Collecte du lait:

La société laitière centrale du nord assure la collecte journalière du lait cru par ses actionnaires dans quatre secteurs:

-  Secteur de Sidi Hrasem (Fès et régions)
-  Secteur de Rich
-  Secteur de Ras El Ma
-  Secteur d'Al Gharb (Sidi Kassem et régions) secteur 6

Avant son remplissage du lait dans les camions citernes, le lait subit un contrôle d'acidité avec des gouttes de bromocrésol et un test de fraudes basé sur un contrôle visuel du lait et une dégustation en cas de doute.

N.B: Les chauffeurs doivent prendre avec eux des petits flacons pour ramener des échantillons de chaque producteur pour les analyser au laboratoire.

9. Réception du lait :

Après la collecte du lait, il est transporté à l'usine par des camions citernes isothermes. La quantité du lait est calculée grâce à des compteurs électroniques.

Le dépotage du lait n'est effectué qu'après conformité des tests réalisés sur ce lait à savoir le dosage de l'acidité (15 à 18°D) et le test antibiotique qui doit être négatif. Après avoir obtenu les résultats conformes, d'autres tests sont effectués, qui sont :

- Test de stabilité des protéines (test d'alcool).
- Extrait sec dégraissé, température, matière grasse, matière protéique, pH, densité...

N.B: La moyenne du lait réceptionné par la SLCN est de 25 000 à 30 000 litres par jour.

10. Dépotage et filtration:

Le lait accepté est soutiré des citernes au moyen d'une pompe menée d'un purgeur qui permet l'usage du dégazeur et qui permet d'éviter des prises d'air par la pompe. Il est transvasé

dans des tanks en acier inoxydable munis d'un filtre qui élimine les impuretés macroscopiques qui se trouvent dans le lait (Cheveux, poil, poussière, insectes...).

Après sa filtration, le lait est stocké dans un tank isotherme de capacité de 25 tonnes (tank 25) équipé d'agitateurs servant à homogénéiser la température du lait dans le bac et qui empêche la montée de la crème avant de passer dans la chaîne de traitement. Dans ce tank, le lait subit un refroidissement à $4^{\circ}\text{C}\pm 2$ afin de limiter le développement des germes et allonger la durée de sa conservation en quelques jours.

11. Thermisation:

La thermisation se fait dans un échangeur à plaques dont le rôle est la pré-pasteurisation. Le lait qui est initialement à une température de 4°C passe à 76°C pour assurer la destruction d'une bonne proportion de micro-organismes en vue de garder le produit à un niveau bactériologique acceptable en attendant son utilisation.

Le thermiseur est composé de trois sections :

Section de préchauffage permettant la récupération de la chaleur du lait chaud par un circuit lait froid / lait chaud, le lait ressort ainsi à 45°C .

Section de chauffage où la température du lait est augmentée jusqu'à 79°C par la vapeur surchauffée. Cette étape se fait après passage par la centrifugeuse à bol auto débourbeur avec ou sans écrémage à une température de 45°C

Section de refroidissement du lait qui a déjà perdu une quantité de son énergie dans la première section par l'usage de l'eau glacée. La température devient 5°C .

Après le passage du lait par ces étapes, il passe au stockage. Le lait refroidit est conduit vers l'un des tanks en attendant l'utilisation du lait thermisé. Les tanks disponibles sont à double paroi pour maintenir la température constante.

12. Ecrémage

C'est l'action de séparer mécaniquement la crème du lait, elle s'effectue au moyen d'une écrémeuse afin de standardiser et d'épurer le lait provenant des différentes exploitations. En particulier pour faire correspondre le taux de matière grasse à celui exigé par la législation marocaine dans les laits de consommation (30g/l) et les produits laitiers.

La SLCN possède une écrémeuse hermétique à double rôle :

- Elimination des impuretés

- Normalisation du taux de matière grasse selon la destination du lait

13. Pasteurisation :

La pasteurisation est un traitement thermique modéré avec une température allant jusqu'à 95°C, visant à détruire les microorganismes pathogènes et un grand nombre de microorganismes d'altération. Le chauffage du lait à cette température ne détruit pas la totalité des microorganismes, il en reste de tout à fait ordinaires et inoffensifs : c'est la flore lactique qui peut faire cailler le lait si on la laisse se développer. C'est pourquoi le lait pasteurisé est obligatoirement conservé à froid et porte une date limite de consommation.

Ce traitement permet d'une part, d'assurer la salubrité du produit et d'autre part, la destruction de certains enzymes (lipases), en gardant la qualité organoleptique et nutritionnelle du lait et ses vitamines.

6-1) Le Pasteurisateur:

Le pasteurisateur est un échangeur à plaques à 4 compartiments où se déroulent les étapes suivantes:

a- Préchauffage :

Le lait entrant est préchauffé par le lait chaud pour rationaliser l'usage de l'énergie et en minimiser les pertes. La température de sortie du lait est de 30°C.

b- Chauffage :

Le lait est chauffé jusqu'à 68-70°C par le lait venant du chambreur qui va traverser la partie pour le préchauffage.

c- Homogénéisation :

C'est une étape importante dans le processus vu le rôle qu'elle joue:

- Meilleure dispersion de l'émulsion.
- Réduction de la taille des globules gras.
- Assurance d'une meilleure digestibilité du produit laitier et une texture convenable du produit finale.

d- Chauffage :

Le lait est chauffé jusqu'à 90-95°C par échange thermique avec l'eau chaude.

e- Chambrage :

C'est le passage du lait dans une conduite en forme de serpent pour lui permettre de passer une durée de 3 minutes maintenu à sa température (90-95°C).

f- Refroidissement :

Le lait est refroidi dans la troisième section du pasteurisateur par échange thermique entre l'eau glacée et le lait qui ressort finalement à 4 °C.

g- Stockage:

A la fin de la pasteurisation, le lait est stocké dans des tanks du lait pasteurisé pendant une courte durée équipés d'un agitateur qui empêche la formation de la crème avant de passer au conditionnement par la suite.

14. Conditionnement :

Destiné à véhiculer les produits laitiers fabriqués à SLCN, le contenant doit avoir certaines qualités :

- ✓ être attrayant par sa forme et sa présentation.
- ✓ offrir une protection efficace au produit contre les chocs physiques, la lumière et la chaleur.
- ✓ préserver le contenu des odeurs ou saveurs étrangères
- ✓ faciliter la manipulation du produit
- ✓ être économique et adapté aux exigences modernes de production.

Pour les appareils de conditionnement, ils varient en fonction du type d'emballage utilisé. Il y a deux types d'emballage :

➤ En carton :

La société possède «Galdi RG50» une machine de conditionnement avec une capacité de 2500 pcs/h pour la production du lait pasteurisé, lait fermenté et L'ben du lait avec un emballage en "carton"

➤ **En plastique :**

La machine «PREPAC» possède 4 sorties et sert au conditionnement du lait pasteurisé, lait Fermenté et L'ben dans des "sachets en plastique" d'un ½ litre ou d'un ¼ de litre qui sont au début sous forme de film en polystyrène, après pliage et soudure verticale par une résistance on obtient une forme de gaine, le lait est injecté à l'aide d'une pompe doseuse dans cette gaine(fermé en bas par une soudure horizontale), à la fin de ce processus le sachet (plein) est fermé et détaché des autres.

N.B: Les machines «ERCA 470» et «Thermo-Pack » sont deux machines de conditionnement Thermo-formeuse qui permet le conditionnement des yaourts dans des "pots en plastique".

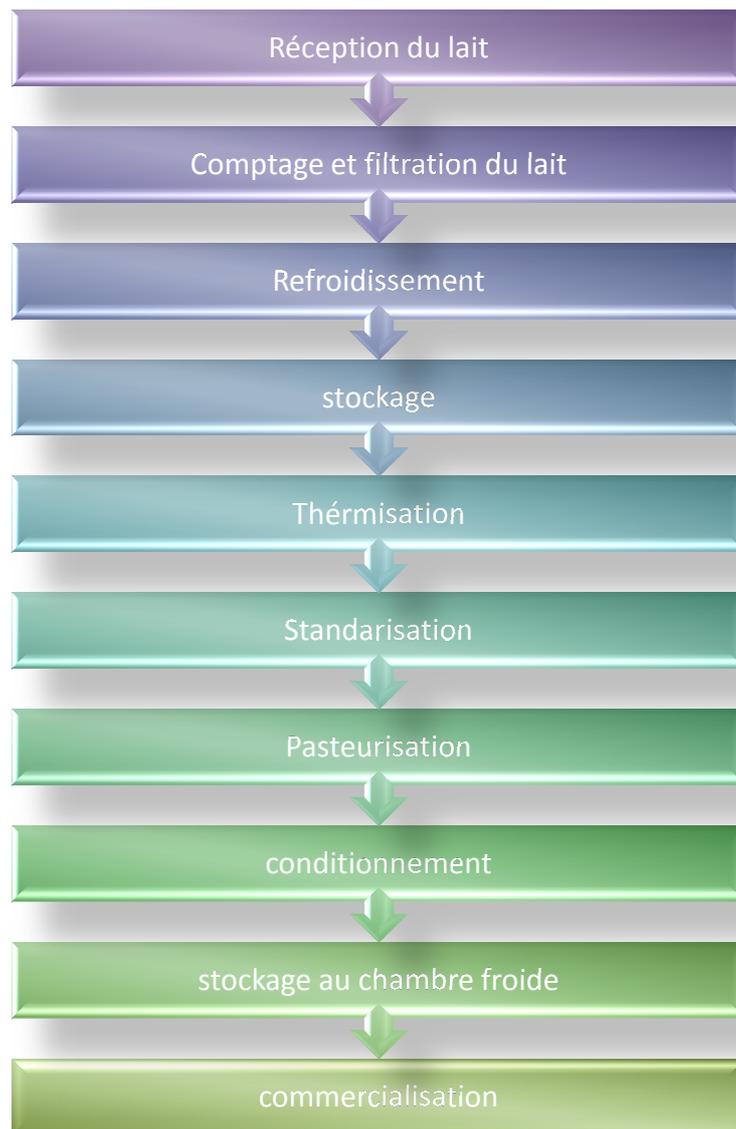


Figure 1 : Diagramme de fabrication du lait pasteurisé

III Le processus de fabrication des dérivés laitiers à la SLCN :

1/ Beurre:

Au départ la crème obtenue par l'écrémeuse est refroidie à 15°C puis il subit un :

Barattage :

Le but de cette opération est de provoquer une émulsion de la matière grasse dans la phase gazeuse, cette modification de la suspension des globules gras, permet la séparation du beurre de son sous produit qui est le babeurre dont la MG est de 3 à 4 g /l.

Le malaxage :

Permet par action mécanique la soudure des grains de beurre et la diminution de l'activité de l'eau.

Conditionnement et stockage:

Avant la dernière étape qui est le stockage dans une chambre froide, le beurre ainsi obtenu est emballé sur place dans des emballages de 20 kg puis stockés dans une chambre froide.

2/ Fromage frais (Jben):

Le mot fromage vient du Latin *formaticum* signifiant qu'il est fabriqué dans une forme appelée moule ou *forma*.

La fabrication du fromage repose globalement sur la capacité de certaines protéines du lait (les caséines) à coaguler. Cette coagulation peut se faire naturellement grâce aux ferments lactiques contenus dans le lait (coagulation lactique), ou par adjonction d'enzymes notamment la présure (coagulation enzymatique). On obtient ainsi

une masse semi-solide (coagulum); et un liquide (lactosérum). Le caillé sera ensuite égoutté et moulé.

Dans la SLCN, la fabrication du fromage frais (Jben) se fait de la manière suivante:

- ♦ On chauffe du lait cru entier à 72°C dans une cuve puis on le refroidit à 38-40°C par de l'eau glacé. Le lait traité est déversé ensuite dans des tonneaux ou on ajoute du ferment (L'ben) à raison de 1% et de la présure à raison de 0,1%.
- ♦ On agite ce mélange et on le laisse cailler pendant une durée de 1h à 1h 30 min à température constante (38-40°C) ensuite, on découpe le caillé pour se débarrasser du lactosérum et on mixe progressivement jusqu'à obtention de petites globules. On déverse le lait caillé dans des moules et on le laisse égoutter pendant un moment à l'air ambiant, on remarquera alors que le moule devient à moitié plein (élimination du lactosérum). A la fin, le fromage est démoulé et emballé dans du papier.

3/Lait fermenté et yaourt :

C'est le lactose qui entre en jeu lors de la fabrication des yaourts et des laits fermentés. Le lait estensemencé avec des bactéries spécifiques (*Lactobacillus Bulgaricus* et *Streptococcus Thermophilus* dans le cas des yaourts), qui décomposent le lactose, le transformant partiellement en acide lactique ce qui modifie la structure des protéines qui forment alors un gel.

3.1- Petit lait (Leben):

C'est une boisson sereuse qui reste après la coagulation du lait, à partir duquel on fabrique le beurre et le fromage. Son avantage est d'avoir conservé le meilleur du lait. Il contient environ 20% des protéines du lait.

La fabrication du Leben se fait à partir du lait écrémé (7g/l) pasteurisé par ajout de ferments mésophiles.

La fermentation du Leben se fait dans un tank de maturation et prend plus de temps que les yaourts, puisque sa fermentation doit durer 12 à 14h.

Le conditionnement et le stockage se font de la même manière que le lait pasteurisé par la machine PREPAC.

3.2- Lait fermenté (Doulci):

Il s'agit d'un yaourt qui se différencie du brassé par son état liquide qui l'assimile à une boisson. Sa fluidité est obtenue par une diminution de la teneur en matière sèche. Le brassage fait par passage à l'homogénéisateur sous pression inférieure à 50 atmosphères donne une viscosité inférieure d'environ 50 % à celle obtenue par brassage mécanique. Il peut être nature ou aromatisé.

Les étapes de fabrication sont les suivantes :

- Le lait stocké dans un tank subit une thermisation et standardisation.
- Ingrédients sont additionnés (poudre de lait, sucre, Sorbate).
- Le mélange est pompé vers la salle de pasteurisation pour y être pasteurisé puis refroidit à 40-45 °C.
- Au lait Refoulé vers l'un des deux tanks de maturation, on ajoute les ferments lactiques et les arômes.
- Ensuite, vient l'étape d'incubation. Elle consiste en le maintien des conditions favorables de développement et d'action des bactéries lactiques 45°C.

Quand l'acidité ciblée (75°D) est atteinte, le lait fermenté est brassé puis conditionné.

3.3- Raibi :

Les étapes de fabrication sont les suivantes :

- ◆ Au lait thermisé on ajoute la poudre du lait, le sucre, et le sorbate le lait poudré est pasteurisé à 95°C puis refroidis à 45°C et mis enfin dans une cuve.
- ◆ Onensemence le lait avec un ferment thermophile et on ajoute l'arôme et le colorant pour RAIBI, après agitation on laisse fermenter jusqu'à ce que l'acidité soit comprise entre 70 et 75°D.
- ◆ Puis on refroidit à 19°C, le conditionnement se fait dans des pots de polystyrènes, puis stockés dans une chambre froide à 6°C.

3.4- Yaourt:

La dénomination « Yaourt » est réservée au lait fermenté obtenu par le développement des seules bactéries lactiques thermophiles spécifiques (*Lactobacillus Bulgaricus* et *Streptococcus Thermophilus*) qui doivent êtreensemencées simultanément et se trouver vivantes dans le produit fini, à raison d'au moins 10 millions de bactéries par gramme rapportées à la partie lactée.

4.4-1 Yaourt brassé (chahhy):

Le yaourt brassé est fluide, la fermentation à lieu en cuve avant le conditionnement, le brassage en cuve leur donne un aspect onctueux.

4.4-2 Yaourt ferme (lacti):

Les étapes de fabrication de yaourt ferme ou étuvé:

- ④ La première étape consiste à préparer un mélange homogène de lait demi-écrémé, du sucre, d'amidon et de la poudre du lait.
- ④ Le responsable de la préparation du mélange prend un échantillon représentatif et l'envoie au laboratoire.
- ④ Le mélange subit une pasteurisation de la même façon que celle du lait en vue d'éliminer les micro-organismes pathogènes.
- ④ A la sortie du lait du Pasteurisateur, il subit une homogénéisation puis un refroidissement à 45°C afin de garantir un milieu favorable au développement des bactéries lactiques.
- ④ Arrivé au tank de maturation, le mélange (à 45°C) est additionné de ferment, et d'une quantité d'arôme qui varie selon le produit puis le mélange passe au conditionnement.
- ④ Après, le produit conditionné est maintenu dans une étuve à une température de 45°C pendant 5h afin que le produit devient caillé.

A la fin, le produit est stocké dans une chambre froide (4°C) dans l'optique de stopper l'action acidifiante des ferments lactiques et d'être conservé jusqu'à la commercialisation

Matériels et Méthodes :

I Méthodes d'analyse bactériologique

1) Échantillonnage

Les échantillons analysés sont des laits crus, laits thermisés, laits thermisés stockés, laits pasteurisés, laits pasteurisés stockés et laits pasteurisés conditionnés, dont on prélève aseptiquement dans des pots stériles en plastique devant la flamme après avoir désinfecté le robinet de prélèvement. Ensuite les échantillons sont amenés au laboratoire afin d'être analysés.

2) Techniques de dénombrement

2-1 Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale

But

Le but de cette analyse est le dénombrement de la flore totale du lait.

Milieu de culture

Composition de la gélose nutritive

C'est un milieu d'isolement courant surtout utilisé pour la recherche de la flore mésophile aérobie totale (milieu non sélectif).

La gélose nutritive est composé de :

- Extrait de [levure](#) .
- Tryptone.
- Agar agar bactériologique.
- Glucose (*source de carbone et d'énergie*).

Préparation du milieu

- 📖 On dissout 21g du milieu dans 1L d'eau distillée, on laisse tremper 10 à 15mn.
- 📖 Ensuite on mélange en agitant fréquemment et en laissant bouillir jusqu'à dissolution complète.
- 📖 On répartit, puis on stérilise à l'autoclave à 120°C pendant 15 min.
- 📖 On le met à l'étuve à 42°C
- 📖 On laisse refroidir.

Mode opératoire

Préparation des dilutions

- ♦ A l'aide d'une micropipette stérile et dans un milieu aseptique, on introduit 1 ml de l'échantillon (le lait), dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml d'eau distillée stérile pour préparer une dilution au 1/10 ou 10^{-1} .
- ♦ De la même façon, on prépare les dilutions : 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} ...



Ensemencement

Devant un bec bunsen et dans un milieu de culture stérile :

- On prélève 1mL de la dilution désirée qu'on met dans une boîte de Pétri stérile.
- On couler environ 13mL de la gélose nutritive.
- On laisser refroidir puis on ajoute une deuxième couche de Desoxylactose agar environ 9mL (couche fixatrice).

Incubation

On porte les boites retournées à l'étuve à 30°C pendant 72 heures.

Lecture

On dénombre les colonies caractéristiques de diamètre supérieur à 0,5mm.

Le nombre de colonies est multiplié à l'inverse de la dilution afin de calculer le nombre d'unité formant colonie par millilitre (UFC/ml).



Photo 10 : dénombrement de la FMAT

2-2 Dénombrement des coliformes totaux

But

Le but de cette analyse est le dénombrement des bactéries indicatrices d'hygiène « Gram négatif » dans le lait et les produits laitiers.

Milieu de culture

Composition du milieu Desoxy lactose agar

Le desoxy lactose agar 1%, basé sur la fermentation du lactose par les coliformes totaux en donnant des colonies caractéristiques de couleur rouge, il est composé de :

- Peptone pepsique de viande.
- Lactose.
- Désoxycholate de sodium.
- Chlorure de sodium.
- Rouge neutre.
- Agar agar bactériologique.

Préparation du milieu :

- ✓ On dissout 46g du milieu dans 1L d'eau distillée et on laisse tremper 10 à 15mn.
- ✓ On chauffe en agitant fréquemment et en faisant bouillir jusqu'à dissolution complète.
- ✓ On le répartit et on stérilise à l'autoclave à 120°C pendant 15 min.

- ✓ On le met à l'étuve à 42°C.

Mode opératoire

Pour les dilutions et l'ensemencement, il se fait de la même manière utilisé pour la FMAT.

Incubation

On porte les boites à l'étuve à 30°C pendant 12 heures.

Lecture

On dénombre les colonies caractéristiques rouge foncé d'un diamètre supérieur à 0,5mm.

Le nombre de colonies est multiplié par l'inverse de la dilution afin de calculer le nombre d'unité formant colonie par millilitre (UFC/ml).



Photo 11 : dénombrement des coliformes

Résultats et Discussions :

Le lait est facilement altéré par les microorganismes qu'il contient. Pour cela la « SLCN » réalise des traitements thermiques qui éliminent ces microorganismes et empêchent leurs transmission.

On a réalisé une évaluation de la charge bactérienne du lait au laboratoire de la SLCN, précisément la flore mésophile aérobie totale (FMAT) et les coliformes totaux (CT).

1. *Evaluation de la charge bactérienne du lait tout au long de la chaîne de fabrication du lait pasteurisé:*

Le tableau 1 représente les résultats de dénombrement des bactéries du lait pendant 15 jours aux différentes étapes suivantes : le stockage du lait cru, après thermisation, stockage du lait thermisé, entrée pasteurisation, après pasteurisation, stockage lait pasteurisé et le produit fini.

Tableau 2 : le nombre de la FMAT et de CT du lait tout au long de la chaîne de fabrication :

réception et thermisation	date de pasteurisation	le nombre de bactérie (CT)						le nombre de bactérie (FMAT)						pasteurisé carton
		lait cru	Après thermisation	ge du lait thermisé	Avant pasteurisation	pasteurisation	t fini	Stocka ge du lait cru	Après thermisation	ge du lait thermisé	Avant pasteurisation	pasteurisation	pasteurisé	
2 0-avr	2 1-avr	2 4.10 ⁵	300 .10 ²	3 20.10 ²	3 20.10 ²			8 2.10 ⁷	44 00.10 ²	46 00.10 ²	5 400.10 ²	80 90	90 90	4
2 1-avr	2 1-avr	2 12.10 ⁵	20. 10 ²	2 0.10 ²	2 0.10 ²			9 4.10 ⁷	49 0.10 ²	49 0.10 ²	4 90.10 ²	90 91	91 91	1
2 2-avr	2 2-avr	1 8.10 ⁵	150 .10 ²	1 50.10 ²	1 50.10 ²			6 .10 ⁷	14 00.10 ²	14 00.10 ²	1 500.10 ²	50 50	59 59	4
2 5-avr	2 5-avr	3 6.10 ⁵	30. 10 ²	4 0.10 ²	4 0.10 ²			3 1.10 ⁷	62 8.10 ²	84 0.10 ²	8 40.10 ²	80 99	99 99	2
2 6-avr	2 7-avr	2 6.10 ⁵	110 .10 ²	7 0.10 ²	7 0.10 ²			1 0.10 ⁷	27 1.10 ²	29 8.10 ²	3 54.10 ²	00 00	30 30	2

Suivi de la charge microbienne du lait pasteurisé



2	2	3	19.	2	3			4	26	26	2			1
7-avr	8-avr	9.10^5	10^2	0.10^2	0.10^2			6.10^7	0.10^2	0.10^2	70.10^2	40	50	50
2	2	8	58.	5	6			9	28	28	2			1
8-avr	9-avr	6.10^5	10^2	8.10^2	0.10^2			2.10^7	5.10^2	5.10^2	97.10^2	20	30	30
0	0	1	12.	1	1			3	93	90.	1			3
3-mai	5-mai	9.10^5	10^2	2.10^2	6.10^2			$.10^7$	$.10^2$	10^2	74.10^2	90	00	12
0	0	1	30.	3	6			3	10	12	2			4
4-mai	6-mai	8.10^5	10^2	1.10^2	9.10^2			$.10^7$	0.10^2	0.10^2	00.10^2	00	00	02
1	1	1	9.1	9	1			4	24	24	2			3
0-mai	2-mai	5.10^5	0^2	$.10^2$	2.10^2			5.10^7	0.10^2	0.10^2	80.10^2	00	09	09
1	1	3						4	22	23	2			4
1-mai	3-mai	1.10^5	–	–	–			$.10^7$	7.10^2	7.10^2	94.10^2	69	00	12
1	1	1	11.	1	1			8	16	16	1			3
6-mai	6-mai	9.10^5	10^2	2.10^2	2.10^2			0.10^7	4.10^2	4.10^2	65.10^2	00	35	40
1	1	4	16.	1	1			1	14	14	1			3

Suivi de la charge microbienne du lait pasteurisé



7-mai	7-mai	$5 \cdot 10^5$	10^2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^2$			$0 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$	$99 \cdot 10^2$	10	17	17
1	1	3	12.	1	1			4	18	18	1			2
8-mai	8-mai	$2 \cdot 10^5$	10^2	$2 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$			$6 \cdot 10^7$	$0 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	$81 \cdot 10^2$	43	50	50

Suivi de la charge microbienne du lait pasteurisé

On remarque que le lait cru contient un nombre important de flore mésophile aérobie totale (FMAT) et des coliformes totaux (CT). Cette charge diffère d'un jour à l'autre ; la charge du lait reçue le 21 Avril est dix fois plus élevée que la plupart des autres. Cette élévation de la charge bactérienne peut être liée au manque des conditions d'hygiène et au manque de conservations du lait que ça soit chez les producteurs, ou au moment du transport du lait vers la société.

On constate que le procédé de thermisation permet une réduction de la charge bactérienne du lait. Cette thermisation est donc une procédure de conservation provisoire de courte durée, suivie éventuellement d'une pasteurisation.

On remarque que le lait garde la même charge bactérienne dans les trois étapes suivantes : lait après la thermisation, le lait thermisé stocké et le lait à l'entrée du pasteurisateur. Cela peut être expliqué par les bonnes conditions de stockage à des températures froides de 3 à 4°C et des bonnes pratiques d'hygiène (concernant le nettoyage des tanks de stockage...etc.).

Après la pasteurisation et au stockage du lait pasteurisé, on constate que la charge du lait en FMAT et en CT appartient aux normes exigées par la société : elle est donc inférieure à 500 colonies/ml pour la FMAT et inférieure à 10 colonies/ml pour les CT.

Remarque : les législations ont précisé une norme de 1 000 colonies par ml pour la FMAT et de 100 colonies par ml pour les CT. Cependant, à la société laitière centrale du nord, les responsables ont abaissé ces normes à 500 colonies par ml pour la FMAT et 10 colonies pour les CT afin de pouvoir réagir le plus tôt possible pour appliquer des actions correctives.

2. Efficacité des traitements thermiques :

Les traitements thermiques appliqués aux lait et produits laitiers ont plusieurs objectifs :

- ✓ Détruire des microorganismes pour améliorer la qualité hygiénique et allonger la DLC (date limite de consommation) des produits.
- ✓ Inactiver certaines enzymes pour améliorer la stabilité des produits au cours de leur stockage.

De façon générale, tout traitement thermique devra prendre en compte la préservation des qualités organoleptiques et nutritionnelles des produits.

2-1) La thermisation :

Tableau 2 : effet de la thermisation sur la réduction de la FMAT :

Date	Entrée thermiseur	sortie Thermiseur	% de réduction
20- avr	82.10 ⁷	4400.10 ²	99,99
21- avr	94.10 ⁷	490.10 ²	99,99
22- avr	6.10 ⁷	1400.10 ²	99,97
25- avr	31.10 ⁷	628.10 ²	99,97
26- avr	10.10 ⁷	271.10 ²	99,97
27- avr	46.10 ⁷	260.10 ²	99,99
28- avr	92.10 ⁷	285.10 ²	99,99
03- mai	3.10 ⁷	93.10 ²	99,96
04- mai	3.10 ⁷	100.10 ²	99,96
10- mai	45.10 ⁷	240.10 ²	99,99
11- mai	4.10 ⁷	227.10 ²	99,94

Suivi de la charge microbienne du lait pasteurisé

16- mai	80.10^7	164.10^2	99,99
17- mai	10.10^7	144.10^2	99,98
18- mai	46.10^7	180.10^2	99,99
MOYE NNE	$39,4 \cdot 10^7$	$634,4 \cdot 10^2$	99,98

⇒ Pour calculer le % de réduction, on procède comme suite :

$$\% \text{ de réduction} = 100 - [(Sortie thermiseur \times 100) / \text{entrée thermiseur}]$$

Tableau 3 : Effet de la thermisation sur les CT :

Date	Entrée thermiseur	sortie Thermiseur	% de réduction
20- avr	24.10^5	300.10^2	98,75
21-	212.10^5	20.10^2	99,99

avr			
22- avr	18.10 ⁵	150.10 ²	99,16
25- avr	36.10 ⁵	30.10 ²	99,92
26- avr	26.10 ⁵	110.10 ²	99,58
27- avr	39.10 ⁵	19.10 ²	99,95
28- avr	86.10 ⁵	58.10 ²	99,93
03- mai	19.10 ⁵	12.10 ²	99,94
04- mai	18.10 ⁵	30.10 ²	99,83
10- mai	15.10 ⁵	9.10 ²	99,94
11- mai	31.10 ⁵	–	–
16- mai	19.10 ⁵	11.10 ²	99,94
17- mai	45.10 ⁵	16.10 ²	99,96
18- mai	32.10 ⁵	12.10 ²	99,96

MOYE			
NNE	44,28 10 ⁵	59,76 10 ²	99,86

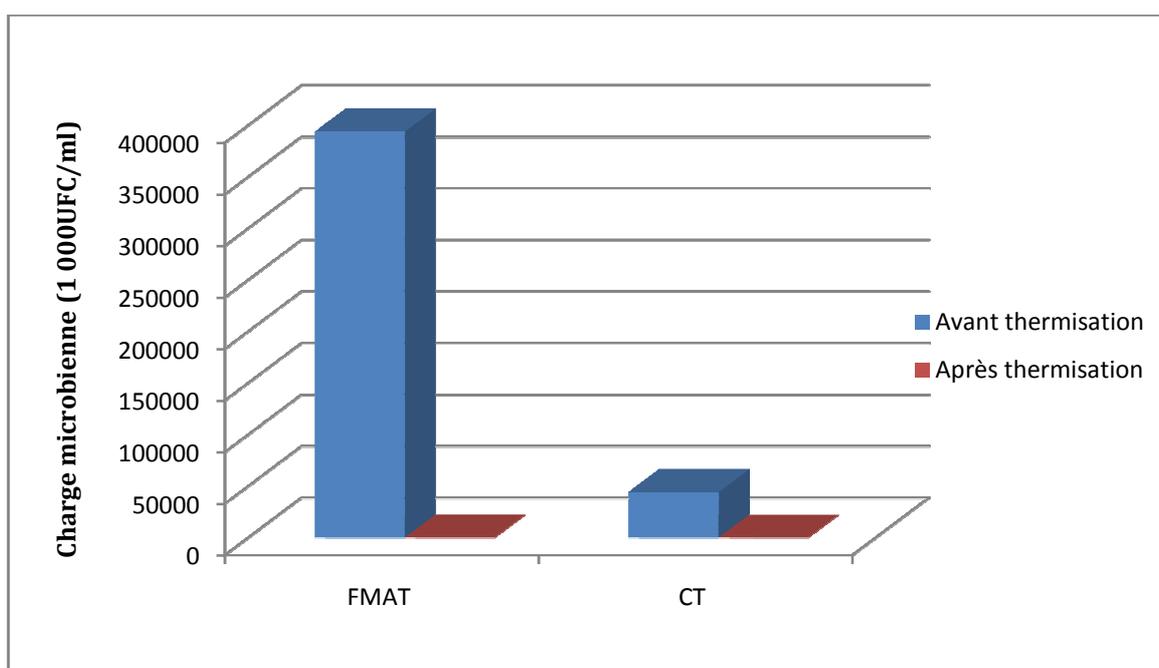


Figure 1 : Effet de la thermisation sur l'élimination de la FMAT et des CT

La figure 1 représente successivement la destruction de la FMAT (flore mésophile aérobie totale) et des CT (coliformes totaux) par le procédé de thermisation. Comme on remarque dans les deux tableaux 3 et 4, cette thermisation est très efficace et fiable. En effet elle entraîne une réduction de 99% de la charge de la FMAT et des CT.

2-2) La pasteurisation :

Tableau 4: Effet de pasteurisation sur la FMAT :

Suivi de la charge microbienne du lait pasteurisé

Date	Entrée pasteurisateur	Sortie pasteurisateur	Date
20- avr	5400.10 ²	480	99,91
21- avr	490.10 ²	190	99,61
22- avr	1500.10 ²	450	99,7
25- avr	840.10 ²	280	99,66
26- avr	354.10 ²	200	99,44
27- avr	270.10 ²	140	99,48
28- avr	297.10 ²	120	99,60
03- mai	174.10 ²	190	98,91
04- mai	200.10 ²	400	98
10- mai	280.10 ²	300	98,93
11- mai	294.10 ²	369	98,74
16- mai	165.10 ²	300	98,18

Suivi de la charge microbienne du lait pasteurisé

mai			
17- mai	199.10 ²	310	98,44
18- mai	181.10 ²	243	98,66
MOYE NNE	760,2 10 ²	283,7	99,63

⇒ Pour calculer le % de réduction, on procède comme suite :

$$\% \text{ de réduction} = 100 - [(Sortie pasteurisateur \times 100) / \text{entrée pasteurisateur}]$$

Tableau 5: Effet de la thermisation sur les coliformes totaux :

Date	Entrée pasteurisateur	Sortie pasteurisateur	% de réduction
20- avr	320.10 ²	0	100
21- avr	20.10 ²	0	100

22- avr	150.10 ²	0	100
25- avr	40.10 ²	0	100
26- avr	70.10 ²	0	100
27- avr	30.10 ²	0	100
28- avr	60.10 ²	0	100
03- mai	16.10 ²	0	100
04- mai	69.10 ²	0	100
10- mai	12.10 ²	0	100
11- mai	—	0	100
16- mai	12.10 ²	0	100
17- mai	15.10 ²	0	100
18- mai	13.10 ²	0	100
MOYE	10 ² 54,1	0	100

NNE			
-----	--	--	--

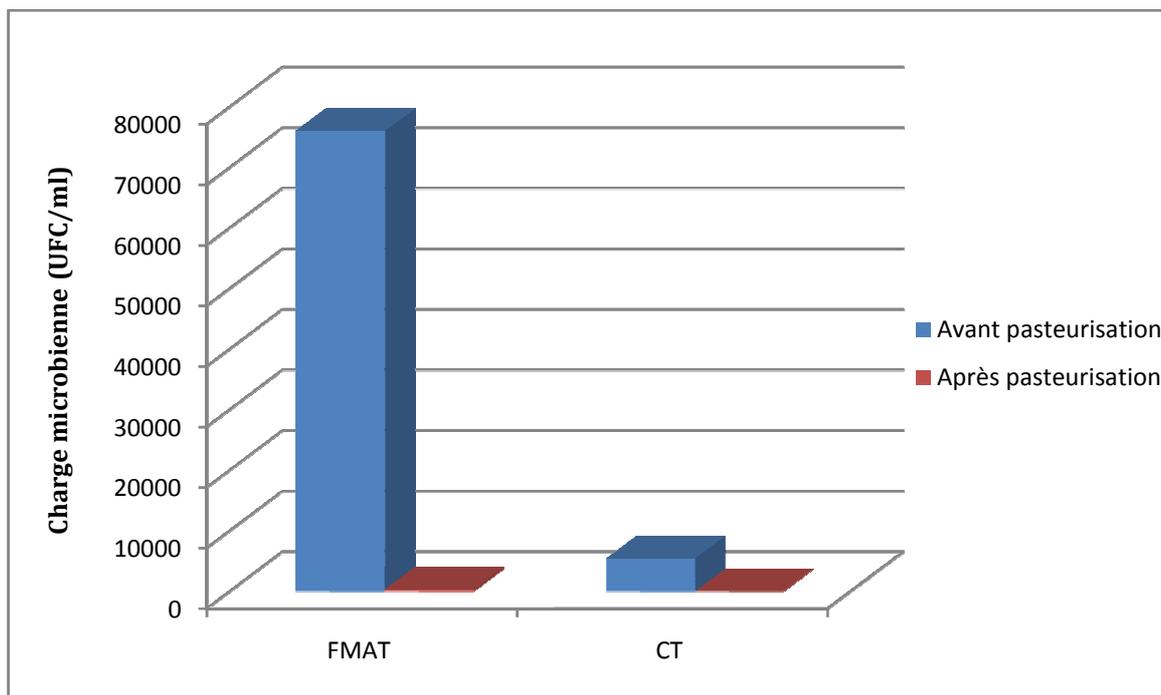


Figure 2 : Effet de la pasteurisation sur la destruction de la FMAT et des CT

La figure 2 représente successivement la destruction de la FMAT et des CT par le procédé de pasteurisation à une température de 95°C pendant 5 minutes. Comme on constate dans les deux tableaux 5 et 6, la pasteurisation est très efficace et fiable. En effet elle entraîne une réduction de plus de 99% de la charge de la FMAT et une réduction de 100% des CT.

Conclusion

La réduction de plus de 99% de la charge bactérienne par les traitements thermiques (la thermisation et la pasteurisation) montre une fiabilité de ces processus et par conséquent l'assurance de la salubrité du produit fini qui est le lait pasteurisé.

Conclusion générale

Durant la période de stage on s'est intéressé à l'évaluation de la charge bactérienne tout au long de la chaîne de fabrication du lait pasteurisé. Les traitements thermiques (la thermisation et la pasteurisation) effectués au sein de la SLCN permettent une réduction ou même une élimination de cette charge. Cependant, les altérations observées dans le produit fini en particulier dans les lots retournés peuvent être expliquées par la charge des levures et moisissures. Il serait donc intéressant de faire ce travail en évaluant les levures et moisissures le long de la chaîne de production.

Suivi de la charge microbienne du lait pasteurisé

Certes ce stage, fut pour moi une occasion pour approfondir mes connaissances, confronter mes acquis théoriques à la réalité pratique du monde de l'industrie et m'a aussi permis d'acquérir l'esprit d'équipe ainsi que de multiples connaissances qui ne pourront que m' être utiles dans mes prochaines années d'études et ma vie professionnelle.

Nous sortons convaincue, plus que jamais, que le travail est le secret de toute réussite, et que la pratique est la concrétisation de toute théorie.

Bibliographies

A : François M.LUQUET « Les produits laitiers transformation et technologie deuxième édition ».

B : Romain Jeantet, Michel Roignant, Gérard Brulé « *Génie des procédés appliqué à l'industrie laitière* ».

C : NAFIS Maryam, rapport de stage à la SLCN sous thème « *Identification et traçabilité des produits laitiers à la SLCN ; ISO 9001* » année 2003-2004.

D : ASRI Hicham, rapport de stage à la SLCN sous thème « *Contrôle physico-chimique et bactériologique du lait cru* » année 2009-2010.

E : SLAOUI Kenza, rapport de stage à la SLCN sous thème « *l'amélioration de la qualité du yaourt ferme' lacty'* » année 2009-2010.

Webiographies

1: <http://agora.qc.ca/> (source : *Créer une petite fromagerie*. Expériences et procédés, GRET, 1994, 96 p ; *Controverse autour des vertus du lait*, émission "Découverte", Radio-Canada, 27 mai 2001).

2 : <http://romain.ferry.pagespersoorange.fr/micro>

3 : Sciences et techniques des aliments : www.azaquar.com.

4 : <http://www.solabia.fr/solabia/produitsDiagnostic.nsf/0/64A2864D7EAA5892C1>

[2 57 4B70039C0C0/\\$file/FT_A1708_v7.pdf](http://www.solabia.fr/solabia/produitsDiagnostic.nsf/0/64A2864D7EAA5892C12574B70039C0C0/$file/FT_A1708_v7.pdf)

