
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida



Université Saad
Dahlab-Blida 1-

Projet de fin d'études en vue de l'obtention du

Diplôme de Docteur Vétérinaire

Etude physico-chimique et microbiologique du lait et ses dérivés

Présenté par

Boucenna Abdelkader

Devant le jury :

Président(e) : Guelal Mustapha MAB ISVB

Examineur : Laadjal tinhinane MAB ISVB

Promoteur : Razali Kahina MAB ISVB

Année : 2018/2019

Dédicace

En ce jour solennel qui mémorise la fin de mes études, je dédie ce mémoire symbole d'une ardente attente :

Aux êtres les plus chers à mon cœur dans ce monde, mes parents en hommage à Leurs sacrifices. Je leur demande de me pardonner pour tous les soucis que je leur ai causés.

Que Dieu leur donne santé et longue vie.

A celle qui a sacrifié tout ce qu'elle a de cher pour me prodiguer une éducation, un soutien, une assistance et un encouragement pour enfin devenir ce que je suis maintenant. Dieu merci, tout simplement la plus grande de ses fiertés.

Ma chère mère

A celui qui m'a toujours soutenu moralement et matériellement au cours de mes études, notamment au cours de mes moments difficiles, à qui j'éprouve toujours un profond respect.

Mon adorable père.

A la mémoire de mes grands-parents, Que Dieu ait leurs âmes.

A Ma grand-mère.

A mes chers frères Karim, Zakí, et Yacine.

A ma chère et unique sœur Imene.

A mes chers cousins Moussa, Youcef, Zinou, Aymen, Haïthem, Chouaib Nouredine, Abdelaali, mohamed et Allaoua Chems eddine Bilel Abd alkayoum.

A mes chères cousines Rabab, Tinhinane, Chaïma, Lamis, Norhane, Chourouk, Amina ,RanimMalak, Lyna, Razane , Rimasse ,Djihad et jana.

A ma famille Boucenna et Dorbani

A mes amis Sofiane ,mossab ,oussama ,ayoub ,yacine et Zoubir

Et à tous mes collègues de la promotion

Remerciements

Nous remercions Dieu tout-puissant et miséricordieux qui m'a donné la volonté, la patience et le courage de réaliser ce travail.

Je témoigne ma reconnaissance à mon encadreur :

Mlle Razali .K

Mes remerciement les plus sincères s'adressent aussi aux membres du jury :

- *Guelal Mustapha*
- *Laadjal Tinhinane*
- *Mlle Razali.K*

mon Co-promoteur Malik Melas

Tout le personnel du laboratoire d'Oran.

Enfin, je dis merci à toutes les personnes qui ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire.

Sommaire

REMERCIEMENTS

DEDICACES

RESUME

INTRODUCTION

I-Généralités sur le lait

I.1 Définition du lait	1
I.2 Synthèse du lait	1
I.2.1 Synthèse des principaux constituants du lait	1
I.2.1.1 Synthèse du lactose	1
I.2.1.2 Synthèse des protéines	2
I.2.1.3 Synthèse de la matière grasse	2
I.3 Propriétés physico-chimiques du lait	3
I.3.1 Ph	3
I.3.2 Acidité.....	3
I.3.3 Densité	4
I.4 Composition chimique du lait.....	5
I.4.1 Eau	5
I.4.2 Minéraux.....	6
I.4.3 Glucides.....	6
I.4.4 Matière grasse.....	6
I.4.5 Matière azotée.....	7
I.4.6 Caseines.....	7
I.4.7 Protéines du lactosérum.....	7
I.4.8 Enzymes.....	7
I.4.9 Vitamines.....	9
I.5 Caractéristiques du lait.....	9
I.5.1 Caractéristiques physico-chimiques.....	9
I.5.2 Caractéristiques microbiologiques.....	9

I.5.2.1 Flore indigène.....	9
I.5.2.2 Flore de contamination.....	10
I.5.2.2.1 Flore d'altération.....	10
I.5.2.2.2 Flore pathogène.....	10
I.5.3. Action de la flore du lait.....	10
I.5.3.1 Aspect sanitaire.....	10
I.5.3.2 Aspect qualitatif.....	11
I.6 Qualité organoleptique du lait.....	11
I.6.1 couleur.....	11
I.6.2 Odeur.....	11
I.6.3 Saveur.....	11
I.7 différents types de lait.....	11
I.7.1 Lait cru.....	12
I.7.2 Lait traité thermiquement.....	12
I.7.3 Lait pasteurisé	12
I.7.4 Lait stérilisé.....	12
I.7.5 Lait stérilisé.....	12
I.7.6 Lait U.H.T. (Ultra haute température).....	13
I.7.8 Lait concentré.....	13
I.7.9 Lait concentré non sucré.....	13
I.7.10 Lait concentré sucré.....	13
I.7.11 Lait sec.....	13
I.7.12 Poudre de lait.....	13
I.7.13 Lait fermenté.....	14
I.8 Consommation du lait.....	14
I.9 La valeur nutritionnelle du lait.....	15

II-Produits laitiers

II .1 Lait fermentés.....	16
II.2 L'ben.....	16
II.2.1 Définition.....	16

II.2.2 Composition du l'ben.....	16
II.2.3 Propriétés physico-chimiques du l'ben.....	16
II.2.4 Microbiologie du l'ben.....	17
II.3 Yaourt.....	18
II.3.1 Définition.....	18
II.3.2 Composition chimique.....	18
II.3.3 Les ferments du yaourt.....	19
II.3.4 Types du yaourt.....	20
II.3.5 Aspect nutritionnel.....	20
II.4 Crème.....	21
II.4.1 Définition et composition.....	21
II.5 Beurre.....	22
II.5.1 Définition et composition.....	22
II.5.2 Qualité nutritionnelle.....	22
II.5.3 Quelques dénominations du beurre.....	23
II.5.4 Caractéristiques organoleptiqu.es.....	23
II.5.5 Coproduits de la beurrerie.....	23
II.6. Le fromage.....	24
II.6.1 Définition	24
II.6.2 Fromage fondu	24
II.6.2.1 Définition	24
II.6.2.2 Composition et valeur énergétique	25
II.6.2.3 Propriétés organoleptiques	25

III-Materiels et methodes

III Analyses	27
III.1 Analyses réalisées	27
III.1.1Prélèvement deséchantillons	28
III.2 Analyses physico-chimiques	28
III .2.1 Lait	28
III .2.2 Détermination de la densité	28

III.2.3 Détermination de l'acidité	30
III .2.4 Détermination de la matière grasse	30
III .2.5 Mesure du pH	32
III.3 Fromage	33
III .3.1 Détermination du Ph.....	33
III.3.2 Détermination de la matière grasse	33
III.4 Beurre.....	34
III.4.1 Détermination du Ph	34
III.4.2 Dosage de l'acidité grasse	34
III.4.3 Détermination de la teneur en eau	34
III.5 Analyses microbiologiques	36
III.6 Analyse du lait	36
III.6.1 Recherche et dénombrement de (FTAM)	39
III.6.2 Recherche et dénombrement des coliformes	41
III.7 Fromage	42
III.7.1 Recherche des staphylocoques	42
III.7.2 Recherche des Germes totaux, CT, CF	44
III.8 Beurre	44
III.8.1 Recherche des Salmonelles	44
III.8.2 Recherche des levures et moisissures	44
III.8.2.1 Les levures	44
III.8.2.2 Les moisissures	45
III.8.3 Recherche des coliformes	45
III.8.4 Recherche des staphylocoques	45
III.9 L'ben, yaourt et crème fraîche	45
III.9.1 Recherche des enterocoques.....	45
III.9.2 Recherche des staphylocoques	46
III.9.3 Recherche de salmonelles	46

IV-Resultats et discussions

IV Resultats.....	47
IV.1 Resultats d'analyses physico-chimiques	47

IV.1.1 Le lait	48
IV.1.2 L'ben.....	48
IV.1.3 Yaourt	49
IV.1.4 Beurre	49
IV.2 Resultats d'analyse microbiologiques	50
IV.2.1 Germes aérobie	51
IV.2.2 Coliformes totaux et fécaux	51
IV.2.3 Streptocoques fecaux	51
IV.2.4 Staphylococcus aureus et Salmonelles	52
IV.2.5 Levures et moisissures	52

Conclusions

Conclusions.....	53
------------------	----

Références

Références bibliographiques.....	54
Textes Réglementaires.....	59
Liste des abreviations	60
Liste des figures	61
Liste des tableaux	62

Resumé

Le lait stérilisé UHT et les produits dérivés du lait sont des produits soumis à un traitement thermique aboutissant à la destruction ou à l'inhibition totale des enzymes, des microorganismes et de leurs toxines, ce qui assure sa conservation pour une durée qui varie selon le produit à température ambiante à compter de sa date de fabrication. Dans un souci de mettre à la disposition du consommateur une variété de produits de bonnes qualités et de garantir une fabrication de produits de qualité satisfaisante, des analyses physico-chimiques et microbiologiques sont effectuées en vue de vérifier la conformité des résultats aux normes.

A cet effet, notre étude s'est inscrite dans le cadre du suivi et du contrôle microbiologique de certains paramètres physico-chimiques des six produits laitiers (lait UHT, l'ben,yaourt, fromage , beurre ,creme fraiche). Les résultats obtenus lors de cette étude indiquent que ces produits montrent une bonne qualité physico-chimique pour tous les critères étudiés,

Cependant l'analyse microbiologique montre une absence des contaminants dans la totalité des produits analysés c'est-à-dire les germes reste toujours à un taux acceptable par rapport aux normes admises, ce qui nous renseigne sur la bonne qualité de tous les produits analysés.

Abstract

The UHT sterilized milk and other milk's derived products are subjected to a heat treatment resulting in the destruction or total inhibition of enzymes, microorganisms and their toxins, and that ensures its preserving for a period which varies according to the product at room temperature from the date of production. In order to make available to the consumer a variety of good quality milk and to ensure satisfactory production of quality products, physicochemical and microbiological analyses are carried out to check the conformity of results to standards.

To this end, our study was part of the follow-up and microbiological control of certain physicochemical parameters of the six milk derived products (U.H.T milk . L'ben ,yogurt ,cheese,butter,fresh cream). The results obtained in this study indicate that those products shows a good physicochemical quality for all criteria studied.

However microbiological analysis shows that all contaminants are absent which means all seeds rate still remains at an acceptable rate compared to accepted norms, which provides information about the good quality of all analysed products .

ملخص

الحليب المعقم بدرجة حرارة جد عالية و مشتقاته عبارة عن مواد تخضع لمعالجة تؤدي الى هدم او تثبيط كلي للانزيمات, الكائنات المجهرية و سمومها, مما يضمن تخزينها لمدة تختلف باختلاف المادة المخزنة في درجات حرارة ملائمة, انطلاقا من تاريخ الانتاج الايتاح للمستهلك مواد متنوعة ذات جودة عالية ولضمان ذلك, يتم اجراء تحاليل فيزيوكيميائية و ميكروبيولوجية لمراقبة تطابق النتائج مع المعايير المحددة .

ولهذا الغرض, قمنا بدراسة بعض العوامل الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية لستنة مواد من مشتقات الحليب (حليب معقم بدرجة حرارة جد عالية, لبن ياغورت, جبن, زبدة وقشدة طازجة) .

النتائج المتحصل عليها من خلال هذه الدراسة ان المواد الخاضعة للتحاليل ذات جودة فيزيوكيميائية عالية.

واما فيما يخص التحاليل الميكروبيولوجية فانها تبين غياب تام للملوثات, مما يعني أن نسبة الجراثيم لا تتعدى الحد الأدنى المبين في الجريدة الرسمية, و هذا ما يدل على ان المواد الخاضعة للتحاليل, ذات جودة عالية

Introduction

L'industrie alimentaire a connu une importante évolution favorable aux consommateurs, toujours à la recherche de produits de qualité adaptés à leurs besoins fondamentaux de santé et de sécurité. Aujourd'hui, pour conquérir de nouveaux marchés, l'industrie laitière doit maîtriser l'évolution qualitative de ses produits, les labellisés et obtenir ainsi la confiance de ses clients.

De tous les aliments, le lait est un aliment pratiquement complet, et celui qui se rapproche le plus d'un aliment idéal, il peut couvrir tous les besoins de l'organisme durant les premiers mois de la vie, il contient principalement tous les éléments nécessaires à la croissance et au développement harmonieux de l'organisme humain. Cette richesse et cette diversité de constituants font donc du lait sous toutes ses formes un des éléments de base d'un régime alimentaire équilibré.

Le lait est aussi un aliment essentiel et indispensable à notre alimentation, il constitue un produit de base dans le modèle de consommation algérienne. En effet, l'Algérie est considérée le deuxième pays importateur de lait et produits dérivés après le Mexique dans le monde. En effet, aucun aliment ne contient autant de calcium indispensable au développement de l'enfant et de l'adolescent, autant de protéines biologiques, autant de graisses lactiques digestibles, de vitamines et de sels minéraux dans le lait U.H.T. Ainsi tous ces éléments de base font de lui un produit de base.

En fonction de divers traitements, les laits de consommation disponibles actuellement sur le marché algérien sont les suivants : le lait cru, le lait pasteurisé, le lait stérilisé, le lait stérilisé à Ultra Haute Température (U.H.T). Cependant, le lait peut faire l'objet d'un certain nombre d'altérations et de contaminations par des micro-organismes responsables d'intoxication ou de toxi-infection alimentaire : en effet, le lait s'il n'est pas seulement un aliment nutritif, il est souvent un milieu de culture idéal pour la croissance microbienne y compris les micro-organismes pathogènes pour l'homme dont l'ingestion peut causer différentes pathologies (**Amiot et al., 2002**).

Donc, les consommateurs doivent être attentifs aux qualités sanitaires des laits. Ainsi, durant la traite, la collecte et les différentes étapes de transformation, le lait peut subir des modifications des paramètres physico-chimiques et des contaminations microbiologiques pouvant constituer des risques sanitaires pour les consommateurs.

En Algérie, la filière lait est considérée comme étant la plus importante après la filière céréale où la consommation augmente de 950 millions de litres en 1970 à 3700 millions de litres en 1985 pour redescendre à 3380 millions actuellement.

Malgré l'évolution des processus technologiques qui assurent une certaine garantie hygiénique du lait, le consommateur reste très attaché au produit naturel et frais comme le lait cru, et le lait U.H.T. Depuis des dizaines d'années, tout le lait commercialisé est soumis au contrôle officiel de qualité. Ce contrôle fait l'objet d'une attention particulière et les exigences applicables à la commercialisation de ce produit sont déterminantes pour l'évaluation de sa qualité nutritive et hygiénique.

L'objectif de ce travail est l'étude physico-chimique et microbiologique du lait et quelques dérivés (L'ben, yaourt, crème, beurre, fromage fondu). Les analyses ont été effectuées au niveau du Laboratoire Régional d'Oran.

Dans le cadre ce travail, la qualité du lait et ses quelques dérivés a été évaluée par la réalisation de tests physico- chimiques (densité, température, acidité titrable, matière grasse, matière sèche totale et matière sèche dégraissée) ainsi qu'une étude bactériologique effectuée sur des échantillons prélevés sur des boites de lait achetées du commerce. Tous ces tests ont été opérés sur cinq échantillons, pour chaque produit.

Cette étude nous a permis d'apprécier et de savoir :

- Si les produits répondent aux normes physico- chimiques.
- S'il y a eu oui ou non des contaminations et donc s'ils répondent aux normes Bactériologiques.

I- Généralités sur le lait

I.1 Définition du lait

La dénomination du lait a été définie en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à GENEVE comme étant "le produit intégral de la traite totale est ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum" (**Pougheon&Goursaud, 2001**).

Selon Le code FAO/OMS "la dénomination lait est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale obtenue par une ou plusieurs traités sans addition ou soustraction (**Boudiers&Luquet, 1981**). Le lait, à la fois aliment et boisson, a un grand intérêt nutritionnel grâce à son hétérogénéité. Les constituants les plus importants sont : eau, protéines, lipides, glucides (lactose), minéraux, les autres constituants tels que les vitamines, les enzymes et les gaz dissous sont considérés comme des constituants mineurs (**Vierling, 1998**).

I.2 Synthèse du lait

Le lait est un mélange liquide de nombreuses substances dont la plus abondante est l'eau (**Mothieu, 1998**). Il est sécrété par les différentes espèces de mammifères présentant des caractéristiques communes et contient les mêmes catégories de composants. Les recherches sont prolongées et destinées à nous faire mieux connaître les mécanismes de la sécrétion lactée et à nous faire déboucher sur une meilleure maîtrise de ses aspects quantitatifs et qualitatifs (**Chilliard et Sauvant, 1987**).

I.2.1 Synthèse des principaux constituants du lait

Au cours de la digestion, le sang s'enrichit d'un certain nombre de nutriments parmi lesquels la mamelle prélève ceux dont elle a besoin pour réaliser la synthèse du lait (**Mahieu, 1985**).

I.2.1.1 Synthèse du lactose

La formation du lactose nécessite l'uridine- diphosphogalactose (UDP-Gal) formée par les cellules sécrétrices de la glande mammaire à partir du glucose grâce aux diverses réactions

enzymatiques. Le lactose est synthétisé grâce à 2 protéines, une galactosyltransférase et α -lactalbumine, l'ensemble de ces deux protéines formant le lactose synthétase (Vidailbet, 2001).

La synthèse du lactose est illustrée par la figure suivante :

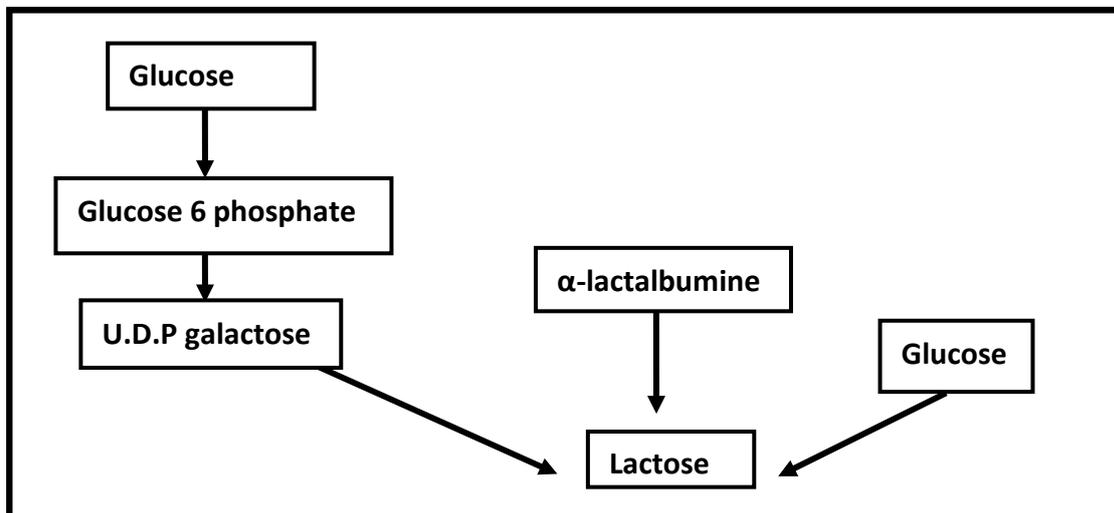


Figure 1: Synthèse du lactose (Mathieu, 1985)

I.2.1.2 Synthèse des protéines

- Les protéines spécifiques du lait proviennent des acides aminés du sang une partie est synthétisée dans la glande mammaire à partir d'autres acides aminés banals (exemple : arginine, ornithine) d'acides gras ou de glucose.
- Les protéines non spécifiques du lait proviennent du sang par simple filtration (immunoglobuline, sérumalbumines).

La synthèse des protéines du lait se fait à partir d'acides aminés du sang qui sont assemblées en micelles avant d'être libérées dans la cavité alvéolaire (Wattiaux., 2006).

I.2.1.3 Synthèse de la matière grasse

La matière grasse du lait provient de l'acétate et du butyrate produits dans le rumen(Wattiaux, 2003). Le manque des fibres dans l'alimentation de la vache limite la synthèse d'acétate dans le rumen. En général, seulement la moitié de la matière grasse du lait est synthétisée dans le pis, l'autre moitié provient principalement des longues chaînes d'acides gras qui se trouvent dans la ration de la vache (Wattiaux., 2006).

I.3 Propriétés physico-chimiques du lait

Le lait est un liquide blanc, opaque, deux fois plus visqueux que l'eau, de saveur légèrement sucrée et d'odeur peu accentuée (**Veisseyre, 1979**). Le lait apparaît comme un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en B- carotènes de la matière grasse. Les principaux caractères physico- chimiques du lait sont présentés dans le tableau suivant :

Caractéristique	Normes
Ph	6.5 à 6.7
Acidité titrable	15 à 17° D
Densité (20°C)	1.028 à 1.036
Température de congélation	-0.51°C à -0.55°C

Tableau 1 : caractéristiques physico- chimiques du lait (Anonyme, 2001).

I.3.1 Ph

Le Ph du lait de vache fraîchement trait se situe un peu en dessous de la neutralité, un faible changement du Ph du côté acide a des effets importants sur l'équilibre des minéraux et sur la stabilité de la suspension colloïdale de caséine (**Alais et Linden, 1997**).

I.3.2 Acidité

L'acidité naturelle est principalement due à la présence de protéines, surtout les caséines et la lactalbumine, de substances minérales tels que les phosphates, CO₂, et acides organiques le plus souvent l'acide **citrique (Amiot et al., 2002)**, l'acidité est exprimée en degrés DORNIC c'est à dire en décigrammes d'acide lactique par litre (**Veisseyre, 1979**).

Sous l'effet des bactéries lactiques, la teneur en acide lactique augmente et donne une nouvelle acidité nommée acidité développée.

I.3.3 Densité

La densité du lait est également liée à sa richesse en matière sèche, un lait pauvre en matière sèche aura une densité faible (**Goursoud, 1985**). Elle dépend aussi de leur degré d'hydratation, notamment en ce qui concerne les protéines. A 15°C, la densité du lait demélange se situe entre 1.030 et 1.035 avec une moyenne de 1.032 (**Hardy, 1987**). Plus un lait contient un pourcentage élevé en matière grasse, plus sa densité sera basse (**Amiot et al., 2002**).

I.4 Composition chimique du lait

Le lait est un système complexe constitué d'une solution vraie, d'une solution colloïdale, d'une suspension colloïdale et d'une émulsion (**Amiot et al., 2002**). La composition chimique du lait de vache est représentée dans le tableau suivant :

Composants	Composition	Etat physique des composants
<i>Eau</i>	905	Eau libre (solvant) + eau liée
<i>Glucides (lactose)</i>	49	Solution
<i>Lipides</i>	35	Emulsion des globules gras (3 à 5 microns)
<i>Protéines :</i> <i>caséines</i> <i>protéines solubles</i> <i>substances azotées non protéiques</i>	34 27 5.5 1.5	suspension micellaire phosphocaséinate de calcium (0.08 à 0.12 microns) solution (colloïdale) solution vraie
<i>Sels</i>	9	Solution ou état colloïdale
<i>De l'acide citrique (en acide)</i>	2	
<i>De l'acide phosphorique (P2O3)</i>	2.6	
<i>De l'acide chlorhydrique (NaCl)</i>	1.7	
<i>Constituants diverses vitamines, enzymes, gaz dissous</i>	Traces	
<i>Extrait sec (total)</i>	127	
<i>Extrait sec non gras</i>	92	

Tableau 2 : Composition chimique du lait (Alais et Linden, 1997)

I.4.1 Eau

L'eau est le constituant majeur du lait, elle contient en solution le lactose, les sels minéraux et des protéines solubles. Elle est également l'élément dispersant des micelles de caséines et des globules de matière grasse. De ce fait les interactions entre l'eau et les autres composants sont à la base même de la stabilité du produit (**Banon et Hardy., 2002**).

I.4.2 Minéraux

La fraction minérale bien que mineure dans la composition du lait est considérée très importante tant d'un point de vue nutritionnel que technologique, le lait et ses dérivés constituent dans la ration alimentaire le principal apport du calcium et phosphore.

Les sels minéraux du lait et des produits laitiers se répartissent schématiquement en deux groupes :

- Les uns sont solubles dans la phase aqueuse du lait ou des produits laitiers
- Les autres sont à l'état solide, cristallisé ou amorphe (**Gaucheron et al., 2004**).

I.4.3 Glucides

Les glucides sont essentiellement représentés dans le lait par le lactose, cependant le lait contient deux types de glucides :

- Les glucides libres et dialysables (oligosaccharides).
- Les glucides combinés en glycoprotéines et non dialysables.

Le lactose constitue la matière carbonée principale pour le développement des bactéries lactiques (**Jeantet et al., 2007**). C'est un solide blanchâtre qui est en solution vraie dans le sérum du lait. Les propriétés physiques qui comptent le plus dans les transformations industrielles sont la solubilité, la cristallisation et le pouvoir sucrant (**Amiot et al., 2002**).

I.4.4 Matière grasse

Elle se présente sous forme de globules gras d'un diamètre variant entre 0.1 et 15 microns, ses dimensions dépendent de la race de l'animal et de son régime alimentaire, on constate une couche d'albumine adsorbée sur une sous couche de lécithine. La complexité des matières grasses du lait est plus grande car celles-ci comprennent outre des triglycérides, du cholestérol, des esters du cholestérol, des phospholipides.... etc. (**Tilley, 1966**).

I.4.5 Matière azotée

On peut distinguer 2 groupes de matières azotées dans le lait : Les protéines et les matières azotées qui représentent respectivement 95% et 5 % de l'azote minéral du lait (**Goursaud, 1985**).

On distingue deux grands groupes de protéines dans le lait : les caséines et les protéines du lactosérum (**Poughon et Goursaud 2001**).

I.4.6 Caséines

Elles forment près de 80% de toutes les protéines présentes dans le lait, les caséines se regroupent sous forme sphérique appelée micelle constituées de 92 % de protéines et de 8% de minéraux (**Amiot et al ., 2002**).

I.4.7 Protéines du lactosérum

Elles présentent 15 à 28 % des protéines du lait de vache et 17 % des matières azotées. Elles demeurent en solution dans le « sérum isoélectrique », leur teneur est élevée en lysine, tryptophane, cystéine (**Poughon et Goursaud, 2001**).

I.4.8 Enzymes

Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait (Tableau 3), pouvant jouer un rôle très important soit par la lyse des constituants originaux du lait soit assurant un rôle antibactérien (protection au lait), soit des indicateurs de qualité hygiénique, de traitement thermique et d'espèce (**Poughon et Goursaud, 2001**). Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température (**Amiot et al ., 2002**).

Groupe d'enzymes	Classes d'enzymes	Activité maximale		Substrat
		pH	Température (°C)	
Hydrolases	Estérase			Triglycérides
	-Lipases	8.5	37	Esters
	-Phosphatase alcaline	9-10 4.0-5.2	37	Phosphoriques
	-Phosphatase acide		37	Esters Phosphoriques
	Protéases	7.5	37	-Parois cellulaires
	-Lysozymes			microbiennes
	-Plasmine	8	37	-Caséine
Déshydrogénases ou oxydases	-Sulphydryle oxydase	7 8.3	37 37	-Protéines, peptides
	-Xantine oxydase			-Bases puriques
Oxygénases	Lactoperoxydase	6.8	20	-Composés réducteurs+H
	Catalase	7	20	2O ₂ -H ₂ O ₂

Tableau 3 : Caractéristique des principaux enzymes du lait (Amiot *et al.*, 2002).

I.4.9 Vitamines

Les laits et ses dérivés sont des sources notables en vitamines A, B12, B2, dans une moindre mesure en vitamines B1, B6, et PP. En revanche ils ne contiennent que peu de vitamines E, acide folique et biotine. Les vitamines sont classées en deux grandes catégories :

- Les vitamines liposolubles associées à la matière grasse.
- Les vitamines hydrosolubles de la phase aqueuse du lait (**Poughon&Goursaud, 2001**).

I.5 Caractéristiques du lait

I.5.1 Caractéristiques physico-chimiques

Le lait est un système complexe constitué d'une solution vraie, colloïdale, une suspension colloïdale et d'une émulsion. Il a une densité de 1.032 à 20°C, l'homogénéisation multiplie la viscosité du lait de 1.2 à 1.4. Son acidité naturelle varie entre 0.13 et 0.17g pour 100g du lait et le pH se situant entre 6.0 et 6.8 avec un point de congélation variant entre -0.530°C à -0.575°C et un point d'ébullition légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau soit 100.5°C (**Fredoit, 2006**).

I.5.2 Caractéristiques microbiologiques

Le lait, même provenant d'une traite effectuée dans des conditions de propreté et d'hygiène normale renferme de nombreux germes dont le développement rapide est assuré par sa température à la sortie de la mamelle (35°C) ainsi que par sa richesse en eau et en glucides. Les microorganismes du lait sont répartis selon leur importance en deux grandes classes : la flore indigène ou originale et la flore de contamination, cette dernière est subdivisée en deux classes : la flore d'altération et la flore pathogène (**Vignola, 2002**).

I.5.2.1 Flore indigène

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes/ml) (**Guiraud, 1998**).

Cette flore se définit comme l'ensemble des microorganismes qui se retrouvent dans le lait à la sortie du pis, il devrait contenir moins de 5000 UFC/ml, les principales flores sont *Micrococcus* 30-90%, *Lactobacillus* 10-30%, *Streptococcus* et *Lactococcus* < 10 (Vignola, 2002).

I.5.2.2 Flore de contamination

La flore de contamination est l'ensemble des microorganismes dans le lait de la récolte jusqu'à la consommation. Elle se compose d'une flore d'altération et d'une flore pathogène (Lamontagne, 2002).

I.5.2.2.1 Flore d'altération

Elles sont des espèces bactériennes du lait cru capables de dégrader le lactose, les protéines ou les lipides de cette matière première (Richard, 1987).

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas*, *Proteus*, les coliformes, soit principalement, *Escherichia* et *Enterobacter*, les bacilles, et *Clostridium*, certaines levures et moisissures, ils causeront des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et peuvent réduire la vie de tablette du produit laitier (Lamontagne, 2002).

I.5.2.2.2 Flore pathogène

Parmi les bactéries pathogènes pouvant être retrouvées dans le lait, certaines ont peu de chance de se développer (*Bacilles de kitch*, *Compylobacter foetus*, *Salmonella*). D'autres peuvent se multiplier, c'est le cas des bactéries mésophiles, *E. coli* et *Staphylococcus aureus* (Richard, 1987).

I.5.3. Action de la flore du lait

I.5.3.1 Aspect sanitaire

Des germes pathogènes peuvent être responsables des maladies ou intoxications grave généralement limitées par la surveillance vétérinaire des animaux producteurs (Guiraud, 1998). Les fièvres thyroïdes ou para thyroïdes peuvent être provoquées par les entéropathogènes *Salmonella*, des toxi-infections ou intoxication par les staphylocoques, le cas de dysenterie par *Shigelle*, d'intoxication par les *Escherichia Coli*... etc. Le danger potentiel étant considérable, les traitements appliqués au lait seront calculés de façon à éliminer tout risque (Guiraud, 2003).

I.5.3.2 Aspect qualitatif

De nombreux micro-organismes peuvent se développer abondamment dans le lait entraînant par leur action des modifications de texture et de goût, Ces altérations vont dépendre des conditions de stockage du lait (aération, température) et des traitements qu'il subit **(Guiraud, 1998 et Larpent, 1996)**.

I.6 Qualité organoleptique du lait

I.6.1 Couleur

L'opacité du lait est due à sa teneur en particules suspendues de matières grasses, 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.6.2 Odeur

La présence de la matière grasse dans le lait lui confère une odeur caractéristique, Au cours de sa conservation, le lait est caractérisé par une odeur aigre due à l'acidification par l'acide lactique **(Vierling, 1998)**.

I.6.3 Saveur

Il est difficile de définir cette caractéristique du lait normal car elle provient de l'association d'éléments diversement appréciés selon l'observateur. En effet, on distingue la saveur douce du lactose, la saveur salée du NaCl, la saveur particulière de lécithines qui s'équilibre et qui est atténuée par la masse des protéines **(Martin, 2000)**.

I.7 Différents types de lait

L'évolution des processus technologiques, des techniques de conservation et de distribution a permis l'élaboration d'une large gamme de « laits de consommation » qui se distinguent par leur composition, leur qualité nutritionnelle, organoleptique et leur durée de conservation.

Ils peuvent être classés en deux catégories :

- Lait cru non traité thermiquement.
- Lait traité thermiquement (**Mahaut et al., 2005**).

I.7.1 Lait cru

Le lait cru recueilli à la ferme par traite mécanique ou manuelle, soit directement transporté au centre de ramassage où il est réfrigéré, soit stocké dans des réservoirs réfrigérés avant le transport dans le cas d'exploitations importantes, dans ces conditions, la flore microbienne est stabilisée (Guiraud, 1998). Le lait doit provenir d'animaux sains, soumis à un contrôle vétérinaire, d'une préparation (traite, conditionnement, stockage) effectuée dans des conditions hygiéniques satisfaisantes (**Mahaut et al., 2005**).

I.7.2 Laits traités thermiquement

Les laits (traités) industriels peuvent consister en une modification de composition (lait écrémé...etc.) et en traitement thermique destiné à éliminer les éventuels germes pathogènes (**Guiraud, 2003**).

I.7.3 Lait pasteurisé

La pasteurisation consiste à porter le lait à une température suffisante et pendant un délai pour détruire les bactéries pathogènes (**Veisseyre, 1979**).

- La pasteurisation inactive la phosphatase du lait cru.
- Immédiatement après la pasteurisation, le lait doit être refroidi pour être ramené, dans les meilleurs délais à une température ne dépassant pas 6°C (**Vierling, 1998**).

I.7.4 Lait stérilisé

Selon le procédé de stérilisation, on distingue le lait stérilisé et le lait U.H.T définis en 1979. Ces laits doivent être stables jusqu'à la date limite de consommation.

I.7.5 Lait stérilisé

Le lait stérilisé est obtenu après 20 minutes de chauffage à 120 °C dans un emballage

étanche (**Guiraud, 1998**). Conditionné dans un récipient hermétiquement clos, étanche au liquide et au micro-organisme pathogènes (**Leseur&Melik, 1990**), il peut se conserver très longtemps à température ambiante (**Guiraud, 2003**).

I.7.6 Lait U.H.T. (Ultra haute température)

Le lait UHT est un lait de longue conservation, stérilisé par upérisation à haute température. Le lait UHT, à un bon goût et n'est guère modifié, il peut se conserver plusieurs mois à une température ambiante (**Alais& Linden, 1987**).

I.7.8 Lait concentré

La stabilisation du lait peut être assurée par réduction de l'activité de l'eau, on y parvient par élimination partielle de l'eau et l'addition de sucre (**Mahaut et al, 2005**).

I.7.9 Lait concentré non sucré

Ces laits ne doivent contenir qu'un nombre restreint de micro-organismes (cinq ou plus par ml) et doivent rester stables après incubation (**Plus Quellec, 1991**).

I.7.10 Lait concentré sucré

Le lait concentré sucré est le produit d'une concentration partielle du lait suivie d'une addition de sucre (**Michel et al, 2002**).

I.7.11 Lait sec

Le lait sec destiné à l'alimentation humaine contient :

- Moins de 250 000 bactéries aérobies mésophiles par gramme.
- Moins de 5 bactéries coliformes par gramme (**Plus Quellec, 1991**).

I.7.12 Poudre de lait

Selon la législation sur les aliments et drogues du Canada, les poudres de lait sont des produits résultant de l'enlèvement partiel de l'eau contenant dans le lait.

On répartit les poudres de lait en trois catégories : la poudre de lait entière, la poudre de lait partiellement écrémée et la poudre de lait écrémée (**Michel et al., 2002**).

I.7.13 Lait fermenté

Les laits fermentés sont des laits entiers légèrement concentrés (**Michel et al., 2002**).

Pays	Consommation du lait en Kg/habitant/an
Afrique	36.4
Amérique du nord	198.1
Amérique du sud	116.2
Asie	42.1
Europe	205.3
Océanie	196.4
Océanie	196.4
Monde	78.4

Tableau 4 : Consommation de lait en Kg/habitant/an dans le monde (**Anonyme, 2000**).

I.8 Consommation du lait

Le lait joue un rôle essentiel dans notre régime alimentaire journalier puisqu'il est consommé en grande quantité sous forme de lait de consommation, de produits laitiers variés et dans les préparations diverses (Conserve, Crèmes glacées, etc) (**Cayot et Lorient, 1998**).

I.9 La valeur nutritionnelle du lait

Le lait possède une valeur énergétique de 700kcal/litre. La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables. Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatale (**Deby, 2001**). En regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments ; on le considère donc comme un aliment de forte densité nutritionnelle. Le lait n'est cependant pas un aliment parfait car il ne contient pas à l'état naturel de fibres et que son contenu en certains nutriments, dont le fer et la vitamine D, demeurent relativement faibles.

Le lait et les produits laitiers constituent un des quatre grands groupes reconnus d'une alimentation saine. Ces recommandations reposent surtout sur le fait que le lait et les produits laitiers constituent une bonne et excellente source de certains nutriments pour la santé, autant en ce qui concerne la croissance normale des enfants que le maintien en santé et la prévention des maladies à tout âge de la vie. Par ailleurs, les concentrations ou l'intégrité de ces mêmes nutriments peuvent subir des modifications à la suite des différents traitements industriels appliqués au lait (**Amiot et al ., 2002**).

II Produits laitiers

II .1 Laits fermentés

La dénomination «lait fermenté» est réservée au produit laitier préparé avec des laits écrémés ou non, ou des laits concentrés ou en poudre écrémé ou non, enrichis ou non en constituants du lait, ayant subi un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation (90 à 94°C / 5 à 7 minutes),ensemencés avec des micro-organismes appartenant à l'espèce ou aux espèces caractéristiques de chaque produit.

La coagulation ne doit pas être obtenue par d'autres moyens que ceux qui résultent de l'activité des micro-organismes utilisés (**Luquet,1985**).

II.2 L'ben

II.2.1 Définition

Le l'ben est issu d'une fermentation spontanée du lait cru jusqu'à coagulation, suivie d'un mouillage, puis un barattage, permettant de recueillir une part plus ou moins importante de matière grasse sous forme de beurre (**Tantaoui-Elaraki et al., 1983 a**).

Le L'ben est produit également à l'échelle industrielle. C'est un lait pasteurisé fermenté.

L'acidification est provoquée par ensemencement des ferments lactiques mésophiles. Le lait qui sert à la préparation du L'ben est reconstitué. Il subit une pasteurisation à 84°C pendant 30 secondes, puis refroidi à 22°C etensemencé de levain lactique (**Benkerroum etTamime, 2004**).

II.2.2 Composition du l'ben

La composition du l'ben est variable selon la composition du lait dont il provient. Sa composition moyenne est illustrée dans le tableau III.

Constituants	valeurs
Protéines totales	25,6g/l
Lactose	26,9g/l
Graisse	8,9g/l
Matières sèches totale	89g/l

Tableau 5: Valeurs moyennes des principaux constituants du L'ben (Tantaoui-Elaraki et *al.*, 1987)

II.2.3 Propriétés physico-chimiques du l'ben

Les paramètres physico-chimiques vérifiés pour contrôler la qualité du l'ben sont les mêmes que ceux du contrôle de la qualité du lait, à part la densité.

Paramètre	Valeurs
pH	4,4
Acidité Dornic (°D)	75
Matière grasse (g/l)	9,6
Extrait sec (g/l)	87,9

Tableau 6 : Composition physico-chimique du l'ben (Tantaoui-Elaraki et *al.*, 1983 b).

II.2.4 Microbiologie du l'ben

Les bactéries lactiques du genre *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Streptococcus* ont été identifiés dans le l'ben (**Mongensen, 1993**).

Les espèces *Lactococcus* et *Leuconostoc* sont prédominantes dans le l'ben (**Tantaoui-Elaraki et al., 1983 a. Tantaoui-Elaraki et al., 1983 b**).

Les bactéries lactiques mésophiles sont responsables de la fermentation lactique et du développement de l'arôme dans le l'ben, elles peuvent atteindre 10 UFC/ml (**Tantaoui-Alaraki et al., 1983 a. Tantaoui-Elaraki et al., 1983 b**).

II.3 Yaourt

II.3.1 Définition

Selon le Codex alimentarius et la FAO (Food and Agriculture Organization, 1975), le yaourt est un « produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbrueckii* *ssp* *bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* à partir du lait (pasteurisé, concentré, partiellement écrémé enrichi en extrait sec) ». Les bactéries dans le produit fini doivent être vivantes et présentes en abondance. Ces produits doivent notamment être maintenus jusqu'à leur consommation à une température comprise entre 0 et 6°C pour que les bactéries lactiques restent vivantes (**Luquet et Carrieu, 2005**).

II.3.2 Composition chimique

La composition d'un yaourt nature est illustrée dans le tableau 7, cette composition est exprimée par 100g du yaourt.

Constituants	Pour 100g
Protéines (g)	4,3
Lipides (g)	1,2
Glucides (g)	5
Valeur énergétique (kj)	201
Calcium (mg)	148

Tableau 7 : Composition d'un yaourt nature au lait partiellement écrémé (Anonyme, 1997).

II.3.3 Les ferments du yaourt

Ce sont des bactéries lactiques homo fermentaires, micro-aérophiles et thermophiles dont la température optimale de développement se situe de 37 à 46°C pour *S. thermophilus* et de 42 à 50°C pour *Lb. Bulgaricus*. Ils confèrent un caractère plus ou moins filant au produit par production d'exopolysaccharides (EPS) en quantité variable selon les souches, la composition du mélange et les paramètres (durée, température) de fermentation (Mahaut *et al.*, 2000).

Les deux espèces microbiennes vivent en symbiose et il existe une synergie entre les deux bactéries qui porte sur une stimulation mutuelle (Figure 1).

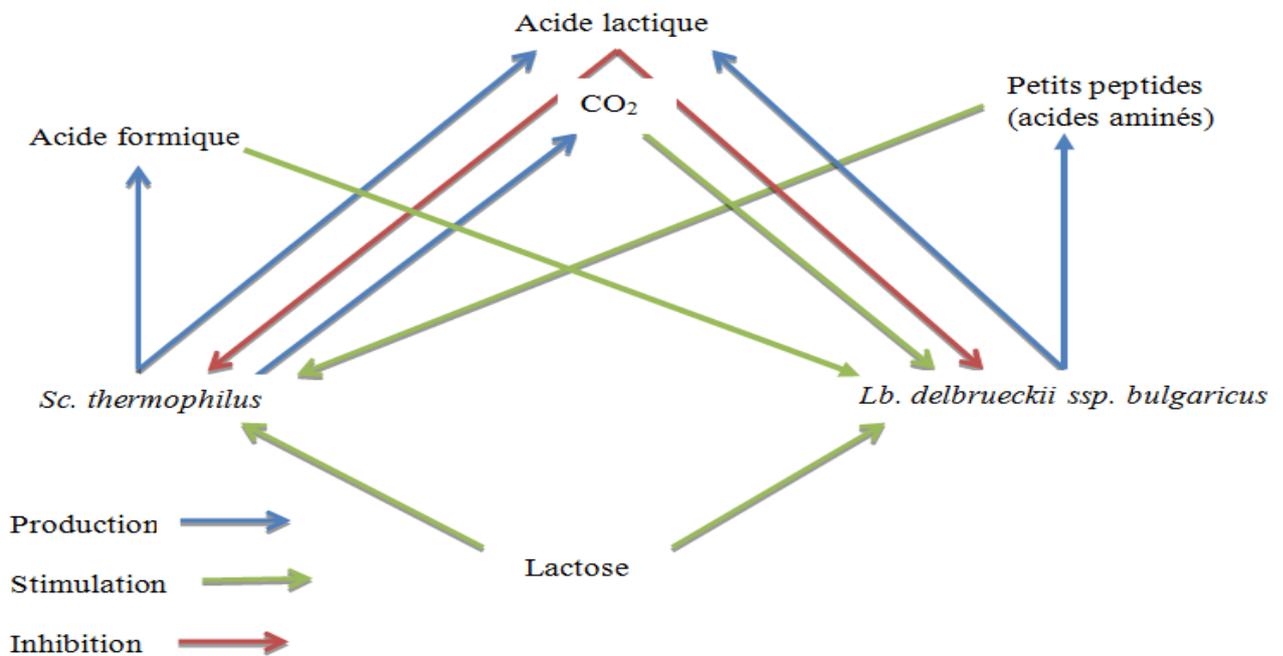


Figure 02: Schéma illustrant des interactions de *S. thermophilus* et *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus* en culture mixte dans le lait (Mahaut *et al.*, 2000).

II.3.4 Types du yaourt

Il existe deux types de yaourts :

- **Yaourts fermes**, dont la fermentation a lieu en pots : ce sont généralement les yaourts naturels et aromatisés ;
- **Yaourts brassés**, dont la fermentation a lieu en cuve avant brassage et conditionnement : c'est le cas des yaourts veloutés naturels ou aux fruits.

La fabrication de ces deux types de yaourts peut être réalisée soit à partir de lait entier, soit à partir de lait partiellement ou totalement écrémé (3,5% ; 1,0% ; 0,0% de MG) (**Mahautet *al.*, 2000**).

II.3.5 Aspect nutritionnel

Un pot de yaourt nature possède la même valeur nutritive qu'un verre de lait :

- Protéines : 4 à 5 % ;
- Lipides à un taux variable ;
- Glucides : 5 à 20% selon qu'il soit nature ou sucré.

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre de modifications. Certaines de ces modifications en font un produit de meilleure valeur nutritionnelle que le lait.

La présence des bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une bonne assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactase.

Le yaourt est plus digeste que le lait non fermenté et contient deux fois plus d'acides aminés libres, cette propriété résulte du traitement thermique, de l'acidification, et de l'activité protéolytique des bactéries (**Jeantet *et al.*, 2008**).

Matière grasse laitière

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0,1 à 10.10⁻⁶ m et est essentiellement constituée de triglycérides (98%) (Jeantet et al., 2008).

II.4 Crème

II.4.1 Définition et composition

La crème est le produit fluide plus ou moins riche en matière grasse qui se présente sous la forme d'une émulsion du type graisse-dans-lait écrémé et qui a été obtenue en la séparant physiquement du lait (FAO, 2007).

La dénomination « crème » est réservée aux produits dont la teneur en matière grasse est supérieure ou égale à 30% (Tableau 8) (Jeantet et al., 2008).

Matière grasse	30%
Lactose	3,1%
Protéines	2,3%
Minéraux	0,5%
Calcium	90 mg / 100g
Eau	59%

Tableau 8 : Composition moyenne de la crème fraîche à 30% de MG (Jeantet et al., 2008)

II.5 Beurre

II.5.1 Définition et composition

La dénomination «beurre » est réservée au produit laitier de type émulsion d'eau dans la matière grasse, obtenu par des procédés physiques et dont les constituants sont d'origine laitière. Les termes de matières grasses laitières ou butyriques sont réservés aux lipides du lait(Vierling, 2003 a).

Composants	Valeurs
Energie	3155 K joules, 755 KCalorie
Lipides	83 g dont:
Acidesgrassaturés	52,6 g
Acidesmono-insaturés	23,5 g
Acidesgraspolyinsaturés	2 g
Protéines	1 g
Glucides	1 g
Eau	15 g
Cholestérol	250 mg
VitamineA	900 µg à 1mg
VitamineD2	5 µg

Tableau 9 : Composition moyenne pour 100g de beurre (Apfelbaum et al., 2009).

II.5.2 Qualité nutritionnelle

Les lipides du beurre sont des glycérides possédant 65 % d'acides gras saturés et 35 % d'acides gras insaturés. 15 % d'acides gras sont à chaîne courte et moyenne particulièrement digestes et 3 % à 5% des acides gras poly-insaturés essentiels (acide linoléique et linoléique). Le beurre est la seule matière grasse qui apporte de la vitamine A en quantité notable (une ration journalière de 24 g couvre environ 30 % des besoins en vitamine A). Son faible point de fusion le rend digeste : un temps de séjour dans l'estomac plus faible que celui des autres matières grasses animales et une vitesse d'absorption plus grande (Jeantet et al., 2008).

II.5.3 Quelques dénominations du beurre

- Le beurre cru ou de crème crue est issu de crème n'ayant pas subi de traitement thermique.
- Le beurre fin ne doit pas contenir plus de 30% de matières grasses congelées ou surgelées.
- Le beurre de cuisine ou beurre cuisinier contient au minimum 96% de MG.
- Le beurre concentré contient au moins 99,8% de MG.
- Le beurre demi-sel contient entre 0,5 et 3% de sel.
- Le beurre salé présente une teneur en sel supérieure à 3%. (**Jeantet et al., 2008**).

II.5.4 Caractéristiques organoleptiques

Selon la saison, le goût, la texture et la couleur du beurre, les caractéristiques organoleptiques changent. Un beurre de printemps fait avec du lait de vaches nourries à l'herbe, aura plus d'arôme et une texture plus tartinable. De même, un beurre de printemps sera jaune pâle tandis qu'un beurre d'hiver sera blanc. Aussi, la texture du beurre se fait en fonction des rapports entre la matière grasse liquide et la matière grasse solide (**Cossut et al., 2002**).

II.5.5 Coproduits de la beurrerie

La fabrication du beurre à partir de crème génère les coproduits suivant :

- **Babeurre** : C'est un liquide blanchâtre extrait de la baratte ou du butyrateur lors de l'inversion de phase. Sa composition est voisine de celle du lait écrémé (**Jeantet et al., 2008**).
- **Eaux de lavage du beurre** : L'eau du premier lavage du grain de beurre est intéressante à recycler, puisque son extrait sec est de l'ordre de 1 à 2 % et le volume voisin de celui du babeurre (**Jeantet et al., 2008**).

II.6. Le fromage

II.6.1 Définition

Le fromage est un aliment obtenu à partir de lait coagulé ou de produits laitiers, comme la crème, puis d'un égouttage suivi ou non de fermentation et éventuellement d'affinage (fromages affinés). Le fromage est fabriqué à partir de lait de vache principalement, mais aussi de brebis, de chèvre, de bufflonne ou d'autres mammifères. Le lait est acidifié, généralement à l'aide d'une culture bactérienne. Une enzyme, la présure ou un substitut comme l'acide acétique ou le vinaigre, est ensuite adjointe afin de provoquer la coagulation et former le lait caillé et le lactosérum¹. Le lactose est alors transformé partiellement en acide lactique. Certains fromages comportent de la moisissure, sur la croûte externe et/ou à l'intérieur. Le lactosérum peut être réutilisé pour un autre fromage (**François Savatier,2012**).

II.6.2 Fromage fondu

II.6.2.1 Définition du fromage fondu

Selon **ANDRE et GILLIS (1997)**, le fromage fondu est un produit moderne obtenu par le mélange de fromage de différentes origines et à différents stades d'affinage, avec des sels de fonte. Ce mélange est broyé puis chauffé sous vide partiel et agitation constante jusqu'à l'obtention d'une masse homogène qui est conditionnée dans un emballage protecteur il présente plusieurs avantages parmi lequel ; c'est un produit stable par traitement thermique, ceci lui confère d'excellente qualité de conservation et une bonne commercialisation, cette commercialisation est assurée même dans les zones à climat chaud.

Il a une excellente valeur nutritionnelle.

C'est un produit à goût doux et régulier. Il possède une large possibilité de présentation, d'usage et d'aromatisation.

II.6.2.2 Composition et valeur énergétique du fromage fondu

Le fromage fondu se compose de plusieurs éléments, cités dans le tableau 10

Eléments constitutifs du fromage fondu	Composition moyenne
Eau (g/kg)	32
Glucides (g/kg)	18.3
Energie (kcal)	292
Lipides (g/kg)	25.4
Protéines (g/kg)	38
Calcium (g/kg)	940
Phosphates (mg/kg)	1170
Magnésium (mg/kg)	25
Potassium (mg/kg)	760
Sodium (mg/kg)	1600

Tableau 10 : Composition du fromage fondu. (FEINBERG *et al* ,1987)

II.6.2.3 Propriétés organoleptiques du fromage fondu

Les caractères organoleptiques d'un aliment déterminent l'attrait qu'il exerce sur le consommateur. L'aspect d'un fromage, sa consistance et sa saveur plus ou moins riche et intense stimulent les sens de la vue, de l'ouïe, du toucher, de l'odorat et du goût et provoquent des réactions plus ou moins vives de désir ou de rejet (**VASSAL, 1987**).

Le développement du goût dans le fromage est dépendant de la foule d'enzymes présents dans celui-ci durant le déroulement de sa fabrication. La matière grasse du lait est peut être la source la plus importante de saveur (**LINDEN et al, 1985**).

Pour faire un fromage fondu de qualité, il importe donc de trier soigneusement la matière première afin d'éliminer tous les produits présentant des mauvais goûts (**VEISSEYRE, 1979**).

Dans les fromages fondus on ajoute des produits laitiers divers : beurre, crème, caséine, lait, babeurre, lactosérum, le goût est plus doux mais il faut veiller aussi bien à la qualité des produits laitiers et à leur mode d'obtention qu'aux conditions de cuisson et à la composition du fromage fondu. En cherchant à éviter certaines réactions irréversibles : Dénaturation des protéines, réaction de Maillard, cristallisation du lactose. (**PATART,1987**).

III Analyses

III.1 Analyses réalisées

Durant ce travail, nous avons effectué des analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait U.H.T (Candia) et quelques dérivés (l'ben, yaourt, crème fraîche et fromage) au niveau du Laboratoire Régional de l'Armée. Les paramètres physico-chimiques et microbiologiques étudiés sont résumés dans le tableau suivant :

Produits	Analyses réalisées	
	Physico-chimiques	microbiologiques
Lait	-Ph -acidité lactique - matière grasse -densité	- Flore totale mésophile(FTAM) -Coliformefécaux -ColiformeTotaux
L'ben	Ph, acidité lactique, teneur en MG, extrait sec	Enterocoques, staphylocoques, salmonelle
Yaourt	Ph,acidité	Enterocoques, staphylocoques, salmonelle
Fromage	Ph, teneur en MG	Germes totaux, Coliformes totaux Coliformes fécaux <i>Staphylococcus aureus</i>
Crème fraîche	Non disponibles au niveau de laboratoire	Enterocoques, staphylocoques, salmonelle
Beurre	Ph,acidité, teneur en MG, teneur en eau	Coliformes totaux Staphylocoques Levures et moisissures Salmonelles

Tableau11 : les parametres physico-chimiques et microbiologiques etudiés

III.1.1 Prélèvement des échantillons

Le lait et les divers produits ont été achetés au niveau d'une supérette. Cinq échantillons de chaque produit ont fait l'objet d'analyses pendant 5 jours.

III.2 Analyses physico-chimiques

III .2.1 Lait

III .2.2 Détermination de la densité

Principe

La densité d'un liquide est le rapport entre la masse volumique de ce liquide et celle d'un même volume d'eau à 20°C. Elle est réalisée au moyen d'un thermo-lacto- densimètre. La détermination de la densité est très important car :

- Elle permet de détecter les fraudes comme le mouillage du lait.
- Elle nous indique la conformité du produit fini à la norme en vigueur. **(INAPI, 1993).**

Mode Opératoire

On verse le lait dans une éprouvette (250 ml) tenue inclinée jusqu'au débordement de lait sur ses côtés. En effet ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture et afin d'éviter la formation de bulles d'air.

On remplit l'éprouvette jusqu'à un niveau tel que le volume restant soit inférieur à celui de la carène du lactodensimètre (il est commode de repérer ce niveau par un trait de jauge sur l'éprouvette).L'éprouvette ainsi remplie est placée en position verticale, on plonge doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette et en le retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre et on procède à la lecture.

Expression des résultats

Sur le lactodensimètre on lit à la surface d'un côté la température et de l'autre la densité. Cependant si le lactodensimètre est utilisé à une température autre que 20°C, une correction de la lecture doit être faite de la manière suivante:

- Si la température est à 20°C la densité est en effet réelle.
- Si la température est inférieure à 20°C on enlève 0.2 à la densité lisible pour chaque degré Celsius (1°C).
- Si la température est supérieure à 20°C on ajoute 0.2 à la densité lisible pour chaque degré Celsius (1°C).

La densité est donnée par la formule suivante : $D = D' + 0.2(T - 20^\circ\text{C})$ (D= densité corrigée, D'= densité brute, T= température).

III.2.3 Détermination de l'acidité

Principe

La détermination de l'acidité du lait est basée sur la neutralisation de l'acidité lactique dans le lait par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré. (AFNOR, 1995)

Mode opératoire

- A l'aide d'une pipette (10 ml) on introduit 10 ml du lait dans un bécher de 100 ml.
- On ajoute quelques gouttes (3 à 4) de solution de phénolphtaléine (1%).
- Dans un acidimètre on titre avec une solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au début de virage au rose facilement perceptible par comparaison avec la solution témoin constituée du même lait.

Expression des résultats

L'acidité titrable (acidité naturelle + acidité développée) mesure tous les ions H⁺ disponibles dans le milieu qu'ils soient dissociés (ionisés) ou non (Amiot *et al.*, 2002). Elle est déterminée par la formule suivante : $AT = V \cdot 10$ (AT= Acidité titrable, V= volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium versé).

III .2.4 Détermination de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique deGerber)

Cette méthode est basée sur la dissolution des composants du lait par l'acide sulfurique à l'exception de la matière grasse qui se sépare sous l'influence de la centrifugation et grâce à l'adjonction d'une petite quantité d'alcool iso-amylque permettant la séparation de la phase aqueuse et la phase lipidique.

Principe

La méthode adoptée est basée sur l'utilisation d'un butyromètre. Les constituants du lait, autre que la matière grasse sont dissous par l'acide sulfurique. L'ajout d'une petite quantité de l'alcool iso-amylique (C₅H₁₁OH) et la force centrifuge permettent de dissoudre la matière grasse, cette dernière se sépare et monte au sommet du butyromètre. **(AFNOR, 1989)**

Mode opératoire**Préparation du butyromètre**

A l'aide d'une pipette ou d'une doseuse d'acide, on mesure 10ml d'acide sulfurique et 01ml d'alcool iso-amylique et on les introduits dans un butyromètre en évitant de mouiller le col, ensuite on ajoute 11 ml de lait à l'aide d'une pipette de manière que la pipette soit placée en contact avec la paroi du butyromètre devant être fermé hermétiquement par la capsule.

Pour réaliser un mélange homogène du lait avec l'acide sulfurique et l'alcool, on effectue une agitation manuelle de telle sorte que la base du butyromètre soit placée au centre de la paume gauche de la main et en faisant le mouvement de va et vient par la main droite qui attrape l'ampoule ensuite placée dans une centrifugeuse à une vitesse de 1000 à 1200 tours par minute pendant environ cinq minutes.

Lecture

Elle doit être effectuée rapidement après la centrifugation, le butyromètre étant placé verticalement. On observe que la matière grasse se sépare en une couche transparente, on lit le niveau le plus bas du ménisque supérieur de la colonne grasse et le niveau du ménisque inférieur de la colonne grasse, les traits gravés sur l'échelle du butyromètre représentent des grammes.

Expression des résultats

La teneur en matière grasse du lait est exprimée en gramme par litre (g/l) de lait et est donnée par la formule suivante : **TMG = (M-M').10**

TMG : teneur en matière grasse.

M : la valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse.

M' : la valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne grasse.

III .2.5 Mesure du pH (NFV04-350)

Le principe de la mesure du pH est le même pour toutes les analyses. La mesure du pH est réalisée à l'aide d'un pH-mètre à une température avoisinant les 20°C. Elle est basée sur une réaction mettant en jeu les ions H₃O⁺ libres d'une solution (**Amiot et Britten, 2002**).

Mode opératoire

Mélanger dans un bécher 3g d'échantillon avec 30ml d'eau distillée et mesurer le pH à 20°C.

Lire la valeur du pH après la stabilité de l'affichage sur l'écran du pH mètre.

Produits laitiers

Les analyses physico-chimiques effectuées pour le yaourt et l'ben sont :

- Le pH à 20°C
- L'acidité titrable
- Teneur en MG

Les principes et les modes opératoires sont les mêmes que celles effectuées pour le lait.

III.3 Fromage

III .3.1 Détermination du pH

Cette méthode décrit la mesure de l'acidité ionique du fromage. Elle consiste à introduire délicatement l'électrode du pH-mètre dans le fromage en réglant le correcteur de la température.

La valeur du pH est lue directement sur le pH-mètre.

III.3.2 Détermination de la matière grasse (ISO 1736)

Son principe est basé sur la dissolution des éléments du fromage par addition d'acides sulfurique ($d=1,525$) et la séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre de VAN GULIK, la séparation étant favorisée par l'addition d'une quantité d'alcool isoamylique.

La teneur en matière grasse en gramme pour 100 grammes du fromage est obtenue par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

Donc on va peser 3g de l'échantillon dans le godet, on le place dans le butyromètre, on ferme le col du butyromètre et on ajoute de l'acide sulfurique jusqu'à l'immersion totale de la prise d'essai.

On va palier l'ensemble dans un bain marie à $+65^{\circ}\text{C}$ pendant 5 minutes, on retire et on agite énergiquement pendant 10 secondes.

Par la suite, on va ajouter 1 ml d'alcool iso amylique, puis de l'acide sulfurique jusqu'à ce que le niveau atteigne le trait repère (35%) de l'échelle du butyromètre.

On ferme et on retourne 2 à 3 fois le butyromètre et enfin on va le placer immédiatement dans la centrifugeuse (1200tr /min) pendant 10 minutes.

La teneur en matière grasse (MG) de l'échantillon est exprimée en pourcentage.

$$3.MG\%=(B-A)*100$$

A : La lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne grasse.

B :La lecture faite à l'extrémitésupérieure de la colonne grasse.

III.4 Beurre

III.4.1 Détermination du pH

La mesure du pH se fait à l'aide d'un pH-mètre. On fait fondre une quantité suffisante du beurre au bain marie, puis on porte les tubes du beurre fondu à la centrifugation (1200tr/min.pendant 5 minutes), jusqu'à ce que la matière grasse soit limpide. On prend la phase non grasse et on la transvase dans un tube à essai propre. On met ce dernier dans le congélateur pour quelques minutes, puis on mesure le pH.

III.4.2 Dosage de l'acidité grasse exprimée en acide oléique :

Le principe de cette méthode consiste à la neutralisation de l'acide oléique en présence de la phénolphtaléine et à l'aide de la soude 0,1N jusqu'à la coloration légèrement rose.

Pour cela on prend une quantité du beurre, on la fait fondre, on prend 3g de la partie surnagent qu'on va la mettre dans un bécher de 50ml. On complète jusqu'à 25 ml d'éther, on rajoute ensuite 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine. A la fin, on titre avec NaOH jusqu'à la coloration rose pale.

L'acidité est exprimée en % d'acide oléique.

6. $A = \frac{V \cdot N \cdot K \cdot 100}{P}$ (%d'acide oléique)

V: Volume en ml de la solution alcaline versée dans la titration.

N : La normalité de la solution alcaline (0,1N).

K : Le coefficient de l'acide oléique (0,282).

P : La masse de la prise d'essai en gramme.

III.4.3 Détermination de la teneur en eau

L'eau est déterminée par une évaporation de l'eau du beurre à l'aide d'une douce flamme, après sa fonte, la différence du poids entre l'échelle de départ et le résidu après exposition à la chaleur représente le taux d'humidité.

Pour cela, on va prendre le récipient en métal qui était précédemment lavé et séché, on effectue une pesée du récipient vide, peser 10g de notre échantillon de beurre, à l'aide d'une paire de pinces on amène le récipient sur le bec benzène tout en remuant pour éviter de brûler l'échantillon. Cette étape est effectuée pendant 2 minutes jusqu'à évaporation totale de l'eau, le récipient est ensuite mis dans un dessiccateur, lorsque le récipient a atteint une température ambiante, on effectue la pesée.

$$7. H\% = (M0 - M1) / E \times 100$$

M0 : Le poids de la capsule + la prise d'essai avant évaluation.

M1 : Le poids de la capsule + la prise d'essai après évaluation.

E : La masse de la prise d'essai.

III.5 Analyses microbiologiques

Méthodes d'analyses microbiologiques

Le contrôle microbiologique permet de garantir la sécurité et la salubrité des aliments. Il permet d'éviter la présence de microorganismes pathogènes dans les produits afin de ne pas risquer une altération de la qualité hygiénique des produits finis ou, au moins de détecter des microorganismes s'ils sont présents dans les produits finis avant leur commercialisation. (Multon, 1994).

Les analyses microbiologiques portent essentiellement sur la détection et le dénombrement des germes pathogènes dans le produit fini. Ces germes largement répandus dans la nature peuvent contaminer tous les aliments dont les fromages et entraîner des toxi-infections alimentaires ou des intoxications.

III.6 Analyse du lait

L'analyse microbiologique du lait est une étape importante qui vise d'une part à conserver les caractères organoleptiques et sensoriels du lait, donc d'allonger sa durée de vie et d'autre part, à prévenir les cas d'empoisonnements alimentaires liés à leur transmission au consommateur.

Sur le plan microbiologique, nous avons effectué le dénombrement et la recherche des microorganismes susceptibles d'évoluer dans le lait recensé dans l'arrêté interministériel du 27 mai 1998, relatif aux spécifications de certaines denrées alimentaires.

Technique de dilution**Préparation des solutions mères et des dilutions décimales****Cas des produits solides :**

Après avoir effectué notre échantillonnage, on prépare les solutions mères et les dilutions de chaque produit (Poudre du lait, beurre, cheddar et fromage fondu).

Le but de ces dilutions est de faciliter la lecture en diminuant la charge microbienne dans une boîte de pétri contenant un milieu de culture. Nos dilutions sont effectuées jusqu'à 1/1000 soit (10^{-3}).

Dans un flacon de 225ml de solution TSE (Tryptone Sel Eau), 25 g du produit à analyseront été introduit aseptiquement.

Homogénéisation de la solution par des mouvements de va et de vient. Cette solution mère correspond à une dilution de 10^{-1} .

À partir de cette solution mère, les dilutions décimales ont été préparées comme suit :

- Dans un tube à essai contenant 9 ml de diluant TSE, on a introduit aseptiquement 1 ml de la solution mère précédente afin de réaliser une solution de 1/100 (10^{-2}).
- A l'aide d'une nouvelle pipette stérile, on a prélevé ensuite 1 ml de la dilution 10^{-2} et on l'a introduit dans un tube contenant 9 ml de TSE, ce qui donnera la dilution 1/1000 (10^{-3}).

Cas des produits liquides :

On met notre lactosérum dans un erlenmeyer stérile, ce qui constitue donc la solution mère(SM).

Pour réaliser les solutions décimales on procède de même manière que dans le cas des produits solides.

Remarque :

Au moment de la réalisation des dilutions décimales, il est impératif de changer les pipettes entre chaque dilution.

Contrairement à cela, lors de l'ensemencement, il est recommandé de commencer par la faible dilution, dans le but de ne pas changer de pipettes.

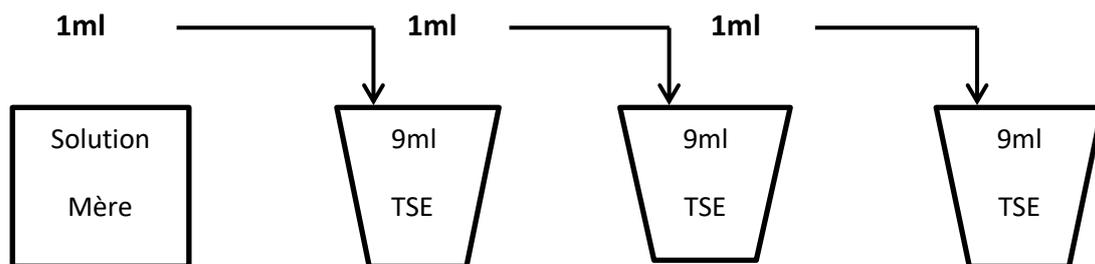


Figure 3 : Préparation des dilutions à partir de la solution mère

III.6.1 Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile(FTAM)

Guiraud en 1998a montré que cette flore, appelée aussi FTAM (flore aérobie totale mésophile générale revivifiable) est un bon indicateur de la qualité générale et de la stabilité des produits, ainsi le nombre des germes totaux pourra donner une indication de l'état de fraîcheur ou de la qualité sanitaire du produit.

C'est l'ensemble des microorganismes aptes à se multiplier à l'air aux températures moyennes, plus précisément ceux dont la température optimale de croissance est située entre 25 et 40°C. Par définition, ce sont des microorganismes aptes à donner naissance à des colonies visibles après trois jours à 30°C sur gélose pour dénombrement (**Bourgeois et al., 1996**).

Le dénombrement s'effectue sur milieu PCA (**Plate Count Agar**) après 72 heures d'incubation à 30°C (Labioui et al., 2009).

Principe

Les microorganismes aérobies et aéro-anaérobie facultatifs se développent dans un milieu nutritif exempt d'inhibiteurs et d'indicateurs, le milieu choisi pour le dénombrement de la flore totale est le PCA.

Mode opératoire

- On prépare le milieu de culture (PCA) en le mettant dans un bain-marie, ensuite il est refroidi à 45°C devant un bec benzène et sur une paillasse bien stérile.
- On ajoute 01 ml de chaque dilution choisie (10⁻³) dans les boîtes de pétrie vides et stérile et on remplit le 1/3 de la boîte avec le milieu gélosé.
- Ensuite on mélange soigneusement en faisant des huit (08) pour pouvoir réaliser un ensemencement homogène et on laisse les boîtes jusqu'à ce que le contenu devienne solide.
- On incube les boîtes de pétrie à 37 et 44°C pendant 48h.

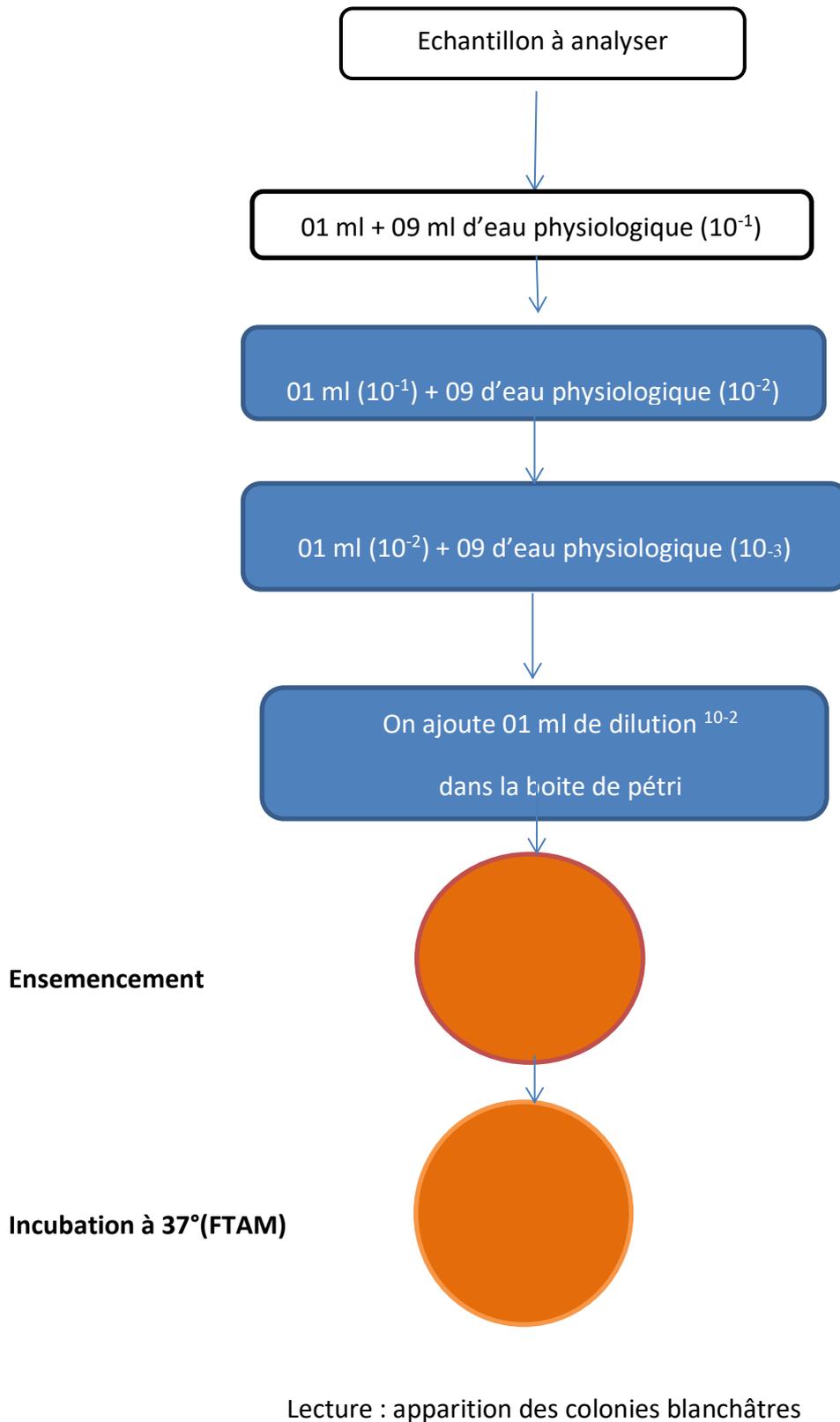


Figure 4 :Dénombrement de la flore total

III.6.2 Recherche et dénombrement des coliformes

Les coliformes appartiennent à la famille des Entérobacteriaceae. Ce sont des bactéries à Gram négatifs, anaérobies facultatifs vivant notamment dans l'intestin de l'homme et des animaux, ils se caractérisent par leur aptitude à fermenter plus ou moins rapidement le lactose avec production d'acide et de gaz à une température de 37°C pendant 48h. Ils révèlent la probabilité d'une contamination, donc d'une mauvaise qualité hygiénique et même une présomption de la présence des microorganismes pathogènes beaucoup plus dangereux (Bourgeois & Levea, 1980 ; Petransxiene & Lapiede., 1981).

Principe

Le milieu sélectif pour le dénombrement des coliformes est le DCLA (Desoxycholate-Citrate Lactose Agar) qui permet à ces germes de fermenter plus ou moins rapidement le lactose.

Mode opératoire

- On dépose 01 ml de l'échantillon à examiner dans des boites de pétrie stériles.
- On remplit le 1/3 de la boite par le milieu de culture (DCLA).
- On incube les boites dans une étuve pendant 48h à 37°C pour les coliformes fécaux et à 44°C pour les coliformes totaux.

Les colonies caractéristiques des coliformes sont d'un rouge foncé et d'un diamètre d'au moins 0.5 mm.

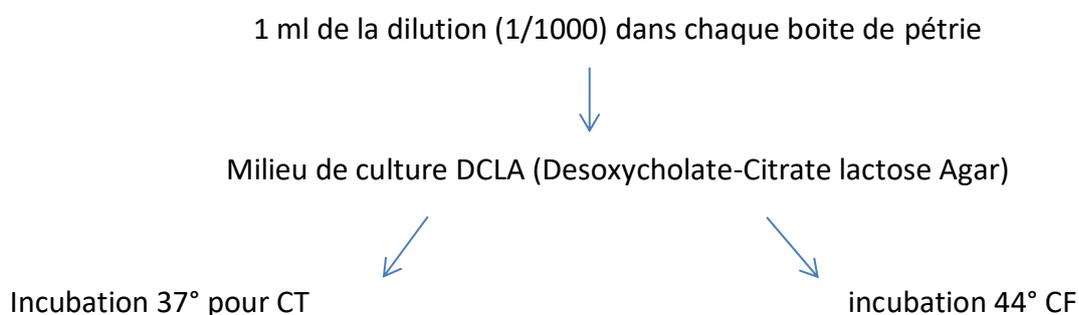


Figure 5: Dénombrement des coliformes.

III.7 Fromage

III.7.1 Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Les *Staphylococcus aureus* appartiennent à la famille des *Micrococcaceae*. Ce sont des cocci à Gram positif, non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs, immobiles, halophiles, se divisent en plusieurs plans en formant des amas irréguliers, coagulase, protéase et catalase positives. (Bourgois et al., 1996).

C'est un germe pathogène capable de produire une entérotoxine pouvant causer une intoxication alimentaire.

Sa recherche permet de savoir si le produit présente des risques d'atteinte à la santé du consommateur.

L'enrichissement sur Giolitti Contonii est basé sur le principe de l'inhibition par tellurite de potassium et le chlorure de lithium des bacilles et la plupart des micrococques.

Le milieu d'isolement Chapman, grâce à son taux élevé en NaCl (7.5%) permet aux staphylocoques de se développer.

Au moment de l'emploi, on ouvre aseptiquement le flacon de 225 ml contenant le milieu Giolitti Cantoni pour y ajouter 15 ml de la solution de Tellurite de potassium. On mélange soigneusement. Le milieu est alors prêt à l'emploi.

À partir des dilutions décimales retenues, on porte aseptiquement 1 ml par dilution dans un tube à vis stérile. On ajoute par la suite environ 15 ml du milieu d'enrichissement. On mélange le milieu et l'inoculum.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48h. Seront considérés comme positifs, les tubes ayant virés au noir.

Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'un isolement sur milieu gélose Chapman préalablement fondu, coulée en boîtes de pétri et bien séchée.

Les boîtes de Chapman ainsiensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48h. Après ce délai, on va repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune et pourvues d'une coagulasse et d'une catalase.

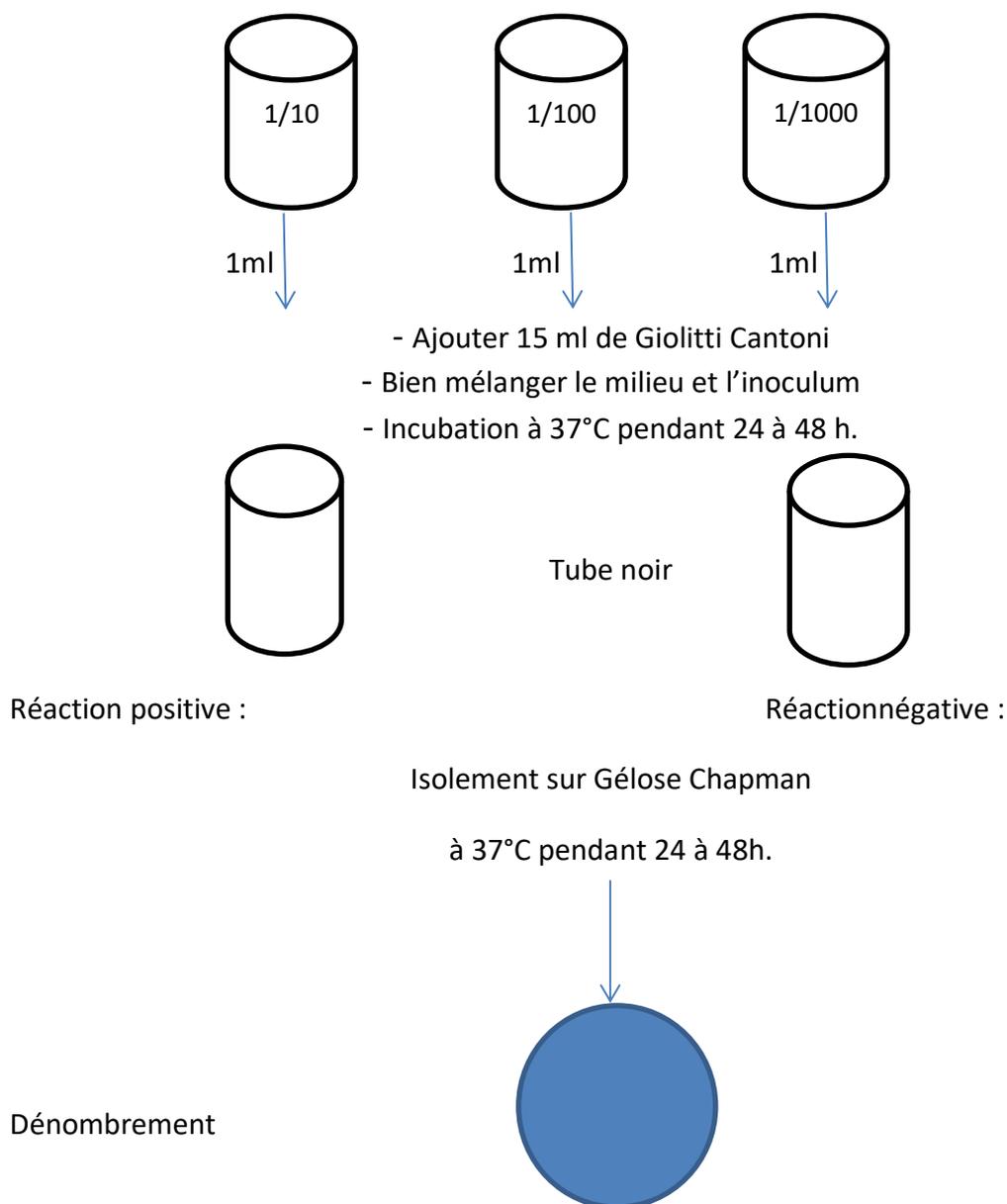


Figure 6 : Recherche de *Staphylococcus aureus* par la méthode de Giolitti Cantoni.

III.7.2 Recherche des Germes totaux, CT, CF

Préparation des dilutions (cas de produits liquides), puis les méthodes et les principes sont identiques à celle du lait.

III.8 Beurre

III.8.1 Recherche des Salmonelles

Un processus de revivification et multiplication correspondant à un enrichissement voire un pré-enrichissement des cellules, est suivi d'un isolement sur milieu gélosé sélectif.

- **Pré-enrichissement** : 225 ml de la solution ept (eau peptoné tamponné) + 25 g échantillon Incubée à 37° pendant 24h.
- **Enrichissement** : 0,1 ml de la solution du Pré-enrichissement dans un tube à essai (par rapport vasiliadis), puis incubation à 44 ° pendant 24h.
- Lecture des tubes, s'il y a un virage de couleur vers le vert = présumé salmonelle.
- Isolement : boîte pré-coulée Hektoen (milieu sélectif de culture).

→ Anse à ensemencement → faire des stries à partir des tubes positifs → incubation 37° 24h
→ lecture.

III.8.2 Recherche des levures et moisissures

III.8.2.1 Les levures :

Les levures sont des champignons microscopiques, se présentent sous formes unicellulaires.

Les cellules sont généralement ovoïdes et leurs tailles varient de quelques microns jusqu'à 25 à 30 microns. Certaines levures peuvent former des associations cellulaires (Pseudo-mycélium) ou se présentent sous forme filamenteuses mycélium à certains stades de leurs vies (**Bourgeois *et al.*, 1996**).

III.8.2.2 Les moisissures :

De nombreux champignons filamenteux appelés souvent moisissures. Elles sont aérobies, en général acidophiles (pH compris entre 3 et 7) et mésophiles (température optimale 20 à 30°C), cependant certaines espèces sont osmophiles. Ils ont un besoin en eau faible par rapport aux autres micro-organismes et peuvent se développer sur des aliments à faible teneur en eau. Leurs métabolismes peuvent être oxydatif mixte. (**Bourgeois et al. 1996**).

Le dénombrement est réalisé sur milieu O.G.A (Oxytetracycline Glucose Agar) qui permet la croissance de toutes les levures et moisissures rencontrées dans les produits alimentaires tout en inhibant totalement le développement des bactéries.

A partir des dilutions décimales retenues (de 10⁻¹ à 10⁻³), on porte 0,1 ml par dilution sur la boîte d'O.G.A correspondantes puis les étaler à l'aide d'un râtelier stérile en commençant par la plus haute dilution.

L'incubation de ces boîtes se fait à 22°C, donc à température ambiante, couvercle vers le bas pendant 5 jours.

III.8.3 Recherche des coliformes totaux

Préparation des dilutions (cas de produits solides).

- la méthode de recherche et le principe sont identiques à celles du lait

III.8.4 recherche des staphylocoques

la méthode de recherche et le principe sont semblables à celle du fromage.

III.9 L'ben, yaourt et crème fraîche liquide

III.9.1 Recherche des entérocoques

Les entérocoques sont des bactéries à gram positif qui se présentent sous forme de coques en courtes chaînes. Ils peuvent notamment hydrolyser l'esculine en présence de 40 % de bile et ont la capacité de croître à une température entre 10 et 45 °C, à un pH alcalin de 9,6, dans une solution contenant 6,5 % de NaCl (CEAEQ, 2000; Facklam et al., 1999; Hancock et Gilmore, 2000); ces caractéristiques sont utilisées pour leur identification. Les entérocoques peuvent être détectés en milieu liquide (dilution en tubes multiples – méthode du nombre le plus probable) ou sur gélose lors d'une filtration sur membrane (FM); cette dernière est considérée comme étant la mieux adaptée à l'eau potable (**Clausen et al., 1977; APHA-AWWA-WEF, 1998**).

Préparation de la solution mère :

- 9ml TSE(Tripton Sel Eau) + 1 ml (g) de l'échantillon → Solution mère (1 /10).
- 9ml TSE +1ml SM → dilution (1/100).
- 9ml TSE + dilution (1/100) → dilution (1/1000) .
- on prend 1ml de solution et on Ensemence en profondeur (dilution puis on verse la gélose).
- on fait des mouvement en huit (8) pour assurer l'homogénéisation du mélange (échantillon /gélose).
- incubation à 37° pendant 24h → lecture.

III.9.2 Recherche des staphylocoques

La méthode et le principe sont identiques à celles du fromage.

III.9.3 Recherche des salmonelles

La méthode et le principe sont identiques celles du beurre.

IV Résultats

IV.1 Résultats d'analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur les matières premières et les produits finis sont représentés dans le tableau suivant :

Produit	Parametre	Resultat	Norme	Reference
Lait	Ph	6,65	6,45 – 6,80	Nie
	Acidité	14 °D	>11,25 °D	
	MG	3,2 %	2,8% min	
	Densité	1 ,032	1,030 – 1,034	
L'ben	Ph	4,52	4,30 – 4,60	Codex 2011
	Acidité	62,5°D	>30°D	
	MG	1,6%	<10%	
	Extrait sec	9,1%	8% à 10%	
yaourt	Ph	4,29	4,30 – 4,60	NIE
	Acidité	73,65°D	60 à 90 °D	
fromage	Ph	5,13	5,1-5,5	J.O.R.A
	MG	18 %	/	
beurre	Ph	4,1	/	J.O.R.A 1998
	Acidité grasse	0,26 %	0,35%	
	Teneur en eau	14,4%	16%	

Tableau 12: Résultats des analyses physico-chimiques (Normes AFNOR)

IV.1.1 Le lait :

Le pH et l'acidité du lait sont les deux paramètres qui nous renseignent sur sa fraîcheur et sa stabilité.

Le pH du lait frais normal est de l'ordre de 6,7. Cette valeur est due en grande partie aux groupements basiques ionisables et acides dissociables des protéines, aux groupements esters phosphoriques des caséines et aux acides phosphorique et citrique (**Mathieu, 1998**).

Un lait frais, lait dont le lactose n'a pas encore été transformé en acide lactique, a une acidité de l'ordre de 16°D (**Mathieu, 1998**), qui correspond à 1,6g d'acide lactique, cette évaluation n'est qu'une fiction, l'acidité originelle du lait n'est pas due à l'acide lactique (**Tapernoux, 1928**), mais à sa richesse en caséines, phosphates et citrate. C'est la raison pour laquelle on distingue l'acidité naturelle d'une acidité développée issue de la transformation du lactose en acide lactique par divers types de microorganismes. La titration d'un lait altéré donne la somme des deux sans qu'on puisse connaître la valeur de chacune (**Mathieu, 1998**).

Le résultat obtenu du pH et de l'acidité du lait entier sont conformes aux normes du journal officiel , et indiquent sa fraîcheur et sa stabilité, aussi, l'absence d'altération par les microorganismes et les bonnes conditions de production.

La densité du lait varie entre 1,030 et 1,032 selon les normes internes de l'entreprise, ce paramètre est fortement lié au taux butyreux. Plus un lait contient un pourcentage élevé en matière grasse, plus sa densité sera basse (**Vignola, 2002**),

Donc On peut dire que le lait analysé est conforme aux normes .

IV.1.2 L'ben

Les résultats d'analyses de tous les paramètres physico-chimiques du l'ben sont conformes aux normes déterminés par le journal officiel ce qui reflète le respect de toutes les conditions de production du produit.

IV.1.3 Le yaourt

La valeur du pH obtenue est légèrement inférieure à la norme, ce résultat peut-être expliqué par un temps d'incubation prolongé ou un refroidissement tardif, qui aboutissent à

une élévation de la quantité d'acide lactique produit par les ferments du yaourt, tandis que l'acidité du yaourt est d'une valeur conforme aux normes du J.O.R .A

IV.1.4 Beurre

Le beurre analysé est conforme aux normes. sa teneur en humidité est de 14,4 %, son acidité grasse est de 0,26% et

son pH est de 5,1.

Une stabilité du pH pour le fromage analysé (5,13).

IV.2 Résultats d'analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques réalisées sur produits finis sont :

Produit	Germes recherchés	Resultat	Norme	Reference
Lait	Germes aérobies à 30°C	Abs	3.10⁴	J .O.R.A
	Coliformes totaux	Abs	1	
	Coliformes fécaux	Abs	Abs	
L'ben,	Coliformes totaux	< 100	3.10⁴	J .O.R.A
	Coliformes fécaux	<10	30	
	Staphylocoques	Abs	3.10 ²	
	Salmonelles	Abs	Abs	
Beurre	Salmonelles	Abs	Abs	J .O.R.A
	Levures	Abs	10 ³	
	Moisissures	Abs	3.10 ²	
	Coliformes totaux	Abs	10	
	Staphylocoques	abs	10 ²	
Fromage	Germes totaux,	10	3.10 ³	J .O.R.A
	Coliformes totaux	Abs	10 ²	
	Coliformes fécaux	Abs	10	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	abs	10 ²	
Yaourt	Coliformes totaux	Abs	10	J .O.R.A
	Coliformes fécaux	abs	1	
	Staphylocoques	Abs	10	
	Salmonelles	Abs	abs	
Creme fraiche	Coliformes totaux	abs	3.10 ⁴	J .O.R.A
	Coliformes fécaux	abs	30	
	Staphylocoques	Abs	3.10 ²	
	Salmonelles	Abs	Abs	

Tableau13 : resultats des analyses microbiologiques (J.O.R.A)

IV.2.1 Germes aérobies

Le dénombrement de la FTAM reflète la qualité microbiologique générale d'un produit naturel et permet d'en suivre l'évaluation, le nombre des germes totaux pourra donner une indication de l'état de fraîcheur ou de décomposition (altération) du produit (**Guiraud et Rosec, 2004**). Les germes aérobies sont absents dans tous les échantillons analysés, à l'exception de la poudre du lait 26% où on a remarqué leur présence, mais d'une charge qui ne dépasse pas la norme.

Une charge microbienne nettement inférieure aux normes peut s'expliquer par les bonnes pratiques d'hygiène lors de la manipulation, ainsi que les bonnes conditions hygiéniques de production (**Jeantet et al., 2008**).

IV.2.2 Coliformes totaux et fécaux

On parle de coliformes pour définir les microorganismes servant d'indicateurs à la présence possible de contaminations fécales. Leur recherche et leur dénombrement permettent d'apprécier l'importance de contamination du lait et des produits laitiers (**Vignola, 2002**).

La recherche des coliformes a montré leur absence dans tous les échantillons analysés à part l'un où on a marqué l'apparition de colonies, mais d'un nombre inférieur à la norme.

D'après **Guiraud (2003)** et **Leary (2004)**, 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 (Nettoyage En Place) d'autre part.

IV.2.3 Streptocoques fécaux

Les Streptocoques constituent la famille des Streptococcaceae qui regroupe des genres très fréquents dans l'industrie alimentaire comme contaminants et surtout comme agents de fermentation lactique (**Guiraud et Galzy, 1980**).

Les résultats de leur recherche ont indiqués leur absence dans tous les échantillons.

IV.2.4 Staphylococcus aureus et Salmonelles

Les Staphylocoques présumés pathogènes et les Salmonelles sont totalement absents dans tous les échantillons analysés.

La recherche des staphylocoques s'effectue pour l'évaluation de la qualité sanitaire des produits alimentaires, plus particulièrement les produits laitiers, la présence de cette espèce peut provoquer des intoxications alimentaires (**Vignola, 2002**).

L'absence ou la faible présence de la flore pathogène peut trouver son explication dans le fait que la contamination initiale va subir l'effet de l'abaissement du pH et de l'antagonisme des bactéries lactiques (**Alais, 1984**).

Selon **Poueme (2006)**, les salmonelles ne résistent pas à un pH situés entre 4,6 et 4,8.

Les Staphylococcus aureus sont inhibés par un pH acide (**Guiraud, 2003**). Dans le cas du yaourt et l'ben, ils peuvent être éliminés lors de la fermentation.

IV.2.5 Levures et moisissures

Les levures et moisissures, selon Snappe (2010), provoquent des accidents de fabrication, dégradation du goût, gonflement, mauvaise présentation et la diminution de la durée de conservation des produits.

Les résultats de leur recherche ont montré l'absence des moisissures dans tous les échantillons, et la présence des levures dans le yaourt et le beurre, mais à des valeurs qui ne dépassent pas la norme

Les six produits analysés sont de qualité microbiologique satisfaisante, suivant les normes fixées par le (**J.O.R.A**), ceci confirme le respect des règles d'hygiène et de production, de conditionnement et d'entreposage.

Les produits analysés ne présentent aucun risque pour la santé du consommateur car ils ne contiennent aucune bactérie pathogène responsable d'intoxication.

Enfin, on peut dire que la combinaison d'un traitement thermique efficace, d'une bonne qualité microbiologique de matière première et d'une préparation dans des bonnes conditions opératoires et hygiéniques offre une meilleure qualité microbiologique aux produits.

Conclusions

Le stage effectué au niveau du laboratoire regional d'oran a permis d'évaluer la qualité physico-chimiques et microbiologiques du lait U.H.T , du l'ben, du yaourt ,du beurre ,du fromage , et de la crème fraiche.

La production d'un aliment d'une bonne qualité doit être le souci du fabricant, et toutes les personnes qui sont en relation avec la chaîne de production y compris les laboratoires qui doivent être sensibilisées afin de satisfaire le consommateur et de lui préserver sa santé.

Pour cela, le contrôle doit être effectué d'une façon rigoureuse sur le processus de fabrication et avec le respect des bonnes pratiques de fabrication, pour détecter à quel stade le produit a été contaminé et de prévenir sa conformité ou sa non-conformité par rapport aux normes réglementaires.

L'ensemble des résultats obtenus ont montrés que les produits analysés présentent des qualités physico-chimiques et microbiologiques satisfaisantes selon les normes du **(J.O.R.A)**.

Ces résultats sont en général la conséquence du respect des règles d'hygiène durant toutes les étapes de fabrication, depuis la préparation jusqu'au conditionnement, aussi l'efficacité des traitements technologiques effectués tels que le traitement thermique (pasteurisation à 95°C).

Références bibliographiques

-A-

•**Alais C. et Linden G., 1997**

Biochimie alimentaire. Edition Masson.

•**Alais C. et Linden G., 1997**

Abrégé de biochimie alimentaire. 4 ème Edition. Masson.

•**Anonyme., 2001.**

Les produits laitiers, intérêts technologiques et nutritionnels. 4 ème conférences européennes d'arilait recherche.

-B-

•**Banon.S,Hardy.J.2002**

Chapitre 10 : l'eau dans les produits laitiers dans : l'eau dans les aliments.

•**Benkerroum N. Tammime A.Y. (2004).** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (lben, jben and smen) to small industrial scale. Food. Microbiol.65. pp. 1- 15.

•**BOURGEOIS C.M & LEVEA J.Y, 1980.**

Technique d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaire. Tome3. Edition. Tec & Doc. Paris.

•**Boudier.J.F, Luquet.F.M.1981.**

Dictionnaire laitier.

agroalimentaires 2011. Mémoire de fin d'étude.

-C-

•**Cayot.P et Lorient.D.1998.**

Structure et technologique des protéines du lait

Edition : Tec et Doc. Lavoisier.Paris.

•**Comelade.E.1995.**

Les produits laitiers dans : Technologie des aliments et hygiène alimentaire.

-D-

•**Dalgleach, 1992 cités par Cayot et Lorient, 1998.**

Structure et techno fonction des protéines du lait.

Ed : tec et doc, Lavoisier, Paris.

•**Debry G., 2001.**

Lait, Nutrition et santé.

Edition : Lavoisier, Tec et Doc.

-F-

•**François Savatier**, « Le fromage aurait été inventé en Europe », *Pourlascience.fr*, 20 décembre 2012

•**Fredoit E., 2006.**

Connaissance des aliments. Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique.

Edition : Tec et Doc.

-G-

•**Gosta. (1995).** Manuel de transformation du lait Edition Tetra packs processing Systems. AB, Sweden. pp: 215- 232.

•**Goursoud.J.1985.**

Chapitre1 : composition et propriétés physico-chimiques dans :

Lait et produits laitiers de vache

Edition : Tec et Doc. Apria.Paris.

•**Guiraud J.P et Galzy G. (1980).** L'analyse micro biologique dans les industries alimentaire. Les éditions de l'Usine Nouvelle Paris. p76.

•**Guiraud.J.1998.**

Microbiologie alimentaire.

Edition : Paris.

•**Guiraud.J.2003.**

Microbiologie alimentaire.

Edition :Paris

-H-

•**Hardy.J.1987.**

Le lait matière de l'industrie laitière.

Edition :Cepil. Paris.

-I-

•**I.N.A.P.I**

•**ISO1736**

-L-

•**Lamontagne.M, Champagne.C.P.Ausseau.L 2002.**

Chapitre2 : microbiologie du lait dans : Science et technologie du lait.

Edition : Canada

•**Larpent J.P. (1997).** Microbiologie alimentaire. Techniques de laboratoire. Paris. Ed.

Technique et documentation. 273 p.

•**Leary M.J. (2004).** Manuel de transformation du lait. chapitre 13. 249p.

•**Leseur.R, Melik.N.1990.**

Chapitre1 : lait de consommation dans :

Lait et produits laitiers de vache volume (2).

Edition : Tec et Doc. La Voisier, Paris.

•**Luquet, F. M. et Boudier J. F.1970.**

Dictionnaire laitier.

•**Luquet F.M. Carrieu G. (2005).** Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires. Technique et documentation. Lavoisier (Ed),

Paris. 307.

-M-

•**Mahaut M. Jeantet R. Schak P.et Brul G. (2000).** Les produits industriels laitiers.

Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 192p.

•**Mahieu.H.1985.**

Modification du lait après récolte. Dans lait et produit laitiers (Luquet F.M) tome1.

Le lait de la mamelle à la laiterie.

Edition : Tec et Doc., Lavoisier.

Références

•**Martin M., 2000.**

Direction développement technique.

•**Mathieu J. (1998).** Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec et Doc. Lavoisier.

Paris. 214p.

•**Mothieu.J.1998.**

La synthèse et la composition du lait dans :

Initiation à la physicochimie du lait.

Edition : école nationale des industries du lait et des viandes de la roche sur

Foron.Paris.

•**Michel.J.C, Pouliot. M et Richard.J .2002.**

Science et technologie du lait.

Edition : Canada.

-P-

•**Poueme N.R.S. (2006).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait dans la filière artisanale au Sénégal. Thèse : Méd.Vét. : Dakar ; 23.

-R-

•**Richard.J.1987.**

La microbiologie et l'hygiène du lait dans : Le lait matière première de l'industrie.

Edition : Paris codex.

•**Rodier J. Legube B. Merlet N. et coll (2009).** L'analyse de l'eau. 9ème édition. Ed.

DUNOD. 1526p.

-S-

•**Snappe J.J. Hasni-Alaoui I. Hamma A. et Faye B. (2010).** Protéines laitières. In.

Technique de l'ingénieur. Traité Agroalimentaire. P. 19.

-T-

•**Tantaoui-Alaraki. Berrada M. Elmarrakchi A. Berramou A. (1983a).** Etude sur le

lben marocain .Le lait. 63. Pp. 230-245.

•**Tapernoux M. A. (1928).** Les relations entre l'acidité actuelle et l'acidité potentielle

-V-

•**Vesseyre.R.1979.**

Technologie du lait : constitution. Récolte, traitement et transformation du lait.

Edition : la maison rustique.

•**Vierling E., 2003.**

Alimentation et boisson : technique et aspect réglementaires. 1 ème édition, Doin.

•**VignolaC. 2002.**

Science et technologie du lait, transformation de lait. Ecole polytechnique de Montréal.

-W-

•**Wattiaux.M.A.2003**

Chapitre 21 : principe de la traite dans lactation et récolte du lait.

L'institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur Laitier.

•**Wattiaux.A.M.2006.**

TEXTES REGLEMENTAIRES

Textes règlementaires

1. **FAO et OMS. (2007).** Lait et produits laitiers. Rome. 1ère édition. Pp. 14.
2. **FAO et OMS. (2011).** Lait et produits laitiers. Rome. 2ème édition. Pp. 3
3. **J.O.R.A.n°35, (1998).** Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994. Relatif aux Spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. p.17.
4. **J.O.R.A. n°66, (2012).** Arrêté du 3 Août 2011 relatif à la méthode de détermination De la teneur en chlorure de sodium dans les corps gras d'origine animale et végétale. p.15.
5. **J.O.R.A.n°19, (2000).** Arrêté interministériel du 27 Dhou El Hidja 1420 Correspondant au 2 avril 2000, modifiant et complétant l'arrêté du 17 Rajab 1420 Correspondant au 27 octobre 1999 relatif aux spécifications du lait en poudre Industriel et aux conditions et modalités de sa présentation, sa détention, sont Utilisation et sa commercialisation. P.15.
6. **J.O.R.A.n°69, (1993).** Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la représentation de certains laits de consommation. P. 16.
7. **J.O.R.A.n°96, (1998).** Arrêté interministériel du 21 Chaabane 1419 correspondant au 10 décembre 1998 relatif aux spécifications techniques des beurres et aux modalités de leur mise à la consommation. P.54.
8. **J.O.R.A.n°94, (1998).** Arrêté interministériel du 13 Chaabane 1419 correspondant au 2 décembre 1998 relatif aux spécifications techniques des laits en poudre et aux conditions et modalités de leur présentation. p. 23.

Liste des abréviations

- CT => coliformes totaux
- CF => coliformes fécaux
- GT => germes totaux
- F.A.O => food agriculture organisation

Listes des figures

Figure 1 : Synthèse du lactose (Mathieu, 1985)

Figure 02 : Schéma illustrant des interactions de *S. thermophilus* et *Lb. delbrueckii* sp. *bulgaricus* en culture mixte dans le lait (Mahaut et al., 2000).

Figure 3 : Préparation des dilutions à partir de la solution mère

Figure 4 : Dénombrement de la flore total

Figure 5 : Dénombrement des coliformes.

Figure 6 : Recherche de *Staphylococcus aureus* par la méthode de Giolitti Cantoni.

Liste des tableaux

- **Tableau 1** : caractéristiques physico- chimiques du lait (Anonyme, 2001).
- **Tableau 2** : Composition chimique du lait (Alais et Linden, 1997)
- **Tableau 3** : Caractéristique des principaux enzymes du lait (Amiot *et al.* , 2002).
- **Tableau 4** : Consommation de lait en Kg/habitant/an dans le monde (Anonyme,2000).
- **Tableau 5** : Valeurs moyennes des principaux constituants du L'ben (Tantaoui-Elaraki *etal.*, 1987)
- **Tableau 6** : Composition physico-chimique du l'ben (Tantaoui-Elaraki *et al.*, 1983b).
- **Tableau 7** : Composition d'un yaourt nature au lait partiellement écrémé (Anonyme, 1997).
- **Tableau 8** : Composition moyenne de la crème fraiche à 30% de MG (Jeantet *et al.*, 2008)
- **Tableau 9** : Composition moyenne pour 100g de beurre (Apfelbaum *et al.*, 2009).
- **Tableau 10** : Composition du fromage fondu. (FEINBERG *et al.* ,1987)
- **Tableau11** : les parametres physico-chimiques et microbiologiques étudiés
- **Tableau 12**: Résultats des analyses physico-chimiques (Normes AFNOR)
- **Tableau13** : resultats des analyses microbiologiques (J.O.R.A)

