

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة البليدة 1

Université Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie et Physiologie Cellulaire

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master 2 en :

Microbiologie et Toxicologie Alimentaire

Thème

Evaluation de la qualité physico-chimique, microbiologique et nutritionnelle du lait de vache, et suivi de la préparation d'une crème fraîche recombinaée

Soutenu par:

Khemiri Fetwa

Semda Yasmine

Devant le Jury :

Mme Rouaki. F

MAA

U.S.D. Blida

Présidente

**Mme Mohamed
Mahmoud. A**

MCB

U.S.D. Blida

Examinatrice

Mme Belmeskine. H

MCB

U.S.D. Blida

Promotrice

Mme Cherfaoui. M

**Maître de Recherche B
(MR B)**

CRAPC

Co-Promotrice

Année Universitaire 2016-2017

Remerciements

Avant tout développement sur cette expérience professionnelle, il apparaît opportun de commencer ce mémoire par des remerciements, à Dieu le tout puissant qui nous a donné, le pouvoir et la patience pour le terminer.

*Nous exprimons toute notre gratitude et nos vifs remerciements à notre promotrice **Dr. BELMESINE H**, pour nous avoir fait l'honneur d'encadrer ce travail, pour ses encouragements, ses conseils et ses orientations. Merci de nous avoir guidées avec patience et d'avoir été à l'écoute tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Nous tenons à remercier notre Co-promotrice **Dr. CHERFAOUI M**, pour avoir accepté de co-diriger ce travail et d'avoir été un apport précieux et indispensable dans cette étude, on ne peut que sincèrement vous exprimer notre respect.*

Nous exprimons toute notre gratitude aux membres de jury :

***Mme ROUAKI F** pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant de présider le jury.*

***Mme MOHAMED-MAHMOUD A**, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

On ne manquerait pas de dire un grand merci à l'ensemble des personnes de la laiterie de BENI-TAMOU et aussi à toute l'équipe du centre de recherche scientifique et technique en analyses physico-chimiques (CRAPC) de Bou-Ismail. Pour leur incontestable contribution à l'accomplissement de notre projet, leurs encouragements et orientations.

Merci à vous tous.

Dédicaces

J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail :

A celui qui a été toujours Mon support dans cette vie, celui qui me donne le courage éclatant pour continuer à chaque fois que j'ai l'impression de reculer, qui s'est sacrifiée pour ma joie et ma réussite, qui a toujours été à mes cotés pour m'aider, et surtout me protéger

Mon cher papa

A celle qui ma donné la vie, qui a éclairé mon chemin, qui m'a soutenue dans mes études, à celle qui ma renseigné comment aimer DIEU ; comment fait apparaitre le succès et la prospérité du sein du mal et des problèmes, qui m' a protégée avec son amour et qui m' a donné sans rien attendre de moi,

Ma très douce Mère.

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux, je prie le bon DIEU de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils sont toujours fiers de moi.

*A mes très chers frères : **Mustapha et Walid.***

*A ma sœur adorée **Fadoua.***

*A mes chères amies : **Soumia, Lydia, Amel.** Et plus particulièrement à mon cher binôme **Fedwa,** tu as été pour moi durant ces années passées ensemble plus qu'une amie, une sœur.*

*Enfin je dédie ce mémoire à tous mes collègues de la spécialité microbiologie et toxicologie alimentaire **MTA.***

A tous mes enseignants tout au long de mes études.

A toute la promotion de master 2016-2017.

Yasmine.

Dédicaces

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir.

À toi mon père.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon coeur, ma vie et mon bonheur

Maman que j'adore.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à tous mes frères :

Mohamed, Abdelhakim et mes sœurs : Nabila Fatiha, Sanaa, Sara.

mes nièces : Malak , Meriem, Mawada

et mes neveux : Mohamed, Mouad, Moncif, Abdelbak, Abdou.

Je dédie ce travail à la personne qui m'accompagnera durant ces années

Mon cher binôme : Yasmine.

A mes chères amies : Zwawai, Lydia, Amel, Meriem.

Enfin je dédie ce mémoire à tous mes collègues de la spécialité microbiologie et toxicologie alimentaire (MTA).

A tous mes enseignants tout au long de mes études.

A toute la promotion de master 2016-2017.

Khemiri Fetwa

Résumé

Dans le but de suivre la qualité de lait crue de vache 120 échantillons provenant de deux régions différentes : (Alger et Médéa), collecté par deux fournisseurs (F1 et F2) de la laiterie de BENI TAMOU BLIDA ont été analysés, dans le but de faire un suivi sur huit semaines de la qualité physico-chimique et microbiologique de ces laits. De plus, une analyse du profil en acides gras de ces laits a été réalisée.

Sur le plan physico-chimique, les résultats obtenus confirment que les paramètres étudiés sur les laits analysés, soit T (°C), A (°D), pH, MG, Densité et point de congélation, sont conformes aux différentes normes (Normes établies par le J.O.R.A n°35 daté du 27 Mai 1998 et Normes d'AFNOR).

Sur le plan microbiologique, le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale, coliformes totaux, coliforme fécaux et streptocoques fécaux des laits analysés révèlent des moyennes respectives de 28.10^6 UFC/ml, 50.10^5 UFC/ml, 36.10^4 UFC/ml et 55.10^5 UFC/ml avec une absence totale des germes pathogènes (*Staphylococcus aureus* et de salmonelle)

Concernant l'analyse de la composition en acides gras des laits les résultats obtenus ont permis d'identifier 14 AG, dont 4 avec une représentation majeure pour l'acide palmitique (C16 :0) F1 (30.14%) et F2 (29.50%), l'acide oléique (C18 :1) F1 (21.60%) F2 (22.39%), l'acide myristique (C14 :0) F1 (12.14%) F2 (12.06%) et l'acide stéarique (C18 :0) F1 (7.21%) F2 (9.94%), et elle montre que les acides gras saturés s'imposent par rapport aux acides gras insaturés (63.29% VS 37.58%) pour le F1 et (64.99% VS 26.38%) pour le F2.

Un essai de fabrication de crème maturé été réalisé, Les résultats d'analyses obtenus ont révélé une qualité microbiologique et physico-chimique satisfaisante dès la matière première « lait cru » jusqu'au produit fini « crème maturé ». Ceci indique la bonne maîtrise de la chaîne de fabrication (Traitement thermique, standardisation, ensemencement par les ferments lactiques...).

Mot clé : lait, contrôle de qualité, acides gras, crème maturé,

Abstract

For the purpose of monitoring the quality of raw cows milk 120 samples from two deferent regions (Algiers and Medea), collected by two suppliers from the dairy of BENI TAMOU- BLIDA, were analyzed, in order to follow up on eight weeks the physicochemical and microbiological quality of these milks. In addition, an analysis of the fatty acids profile of these milks was carried out.

On the physico-chemical level, the results obtained from milk confirm that the parameters studied such as; température (°C), Acidity (°D), pH, fatty matter, density and freezing point are in conformity with the various standards (Standards established by the J.O.R.A n ° 35 dated 27 May 1998 and AFNOR Standards).

On the microbiological level, The count of total aerobic mesophilic flora, total coliforms, fecal coliforms, faecal streptococci with a mean of 28.10^6 CFU / ml, 50.10^5 CFU / ml, 36.10^4 CFU / ml and 55.10^5 CFU / ml with a total absence of pathogenic germs (staphylococcus aureus and salmonella).

Concerning the analysis of the fatty acid composition of the milks, the results obtained made it possible to identify 14 fatty acid , including 4 with a major representation for Palmitic acid (C16 :0) supplier 1 (30.14%) and supplier 2 (29.50%), Oleic acid (C18 :1) supplier1 (21.60%) supplier 2 (22.39%), Myristic acid (C14 :0) supplier1 (12.14%) supplier 2 (12.06%), Stearic acid (C18 :0) supplier 1 (7.21%) supplier 2 (9.94%), and it showed that the saturated fatty acids are imposed relative to the unsaturated fatty acids (63.29% VS 37.58%) for the supplier 1 and (64.99% VS 26.38%) for the supplier 2.

A mature cream production test was carried out. The results revealed a satisfactory microbiological and physico-chemical quality from the raw material “raw milk” Up to finished product “Mature cream”. This indicates the correct control of the production line (Heat treatment, standardization, seeding by lactic ferments...).

Keywords: Milk, quality control, Fatty acids, mature cream

ملخص

لغرض مراقبة جودة حليب البقر الخام 120 عينة من منطقتين مختلفتين : (الجزائر و المدينة), التي تم جمعها من قبل اثنين من موردي الألبان لملمنة بني تامو البلدية , تم تحليلها من أجل متابعة الجودة الفيزيائية الكيميائية , المكر وبيولوجية لهذا الحليب . وبالإضافة إلى ذلك، تم إجراء تحليل لملاحم الأحماض الدهنية لهذه الألبان.

على المستوى الفيزيائي و الكيميائي، نتائج الحليب الخام تؤكد أن المقاييس المدروسة أي :درجة الحرارة، درجة الحموضة،المواد الدهنية , الكثافة و نقطة التجمد تتفق مع المعايير المتبعة (التي أنشئت وفقا لمعايير الجودة رقم 35 بتاريخ 27مايو و 1998 و معايير اف ن و ر.

على المستوى المكر وبيولوجي, عدد البكتيريا الهوائية متوسطة الحرارة, مجموع القولونيات, القولونية البرازية, العقديات البرازية مع المتوسطات منها 28.10^6 UFC/ml , 50.10^5 UFC/ml , 36.10^4 UFC/ml , 55.10^5 UFC/ml مع انعدام تام للمسببات الأمراض (المكورات العنقودية الذهبية والسالمونيلا).

وفيما يتعلق بتحليل تكوين الأحماض الدهنية للحليب، فإن النتائج التي تم الحصول عليها سمحت بإظهار 14 حمض دهني مع وجود 4 أحماض دهنية بنسبة عالية وهي حمض البالمتيك (C16) بالنسبة للمورد 1 (30.14%) و المورد 2 (29.50%) , حمض الاولييك (C18 :1) بالنسبة للمورد 1 (21.60%) و المورد 2 (22.39%), حمض الميرستيك (C 14 :0) بالنسبة للمورد 1 (12.14%) و المورد 2 (12.06%), الحامض الدهني (C18 :0) بالنسبة للمورد 1 (7.21%) و المورد 2 (9.94%), ويظهر أن الأحماض الدهنية المشبعة تفرض على الأحماض الدهنية غير المشبعة (63.29%مقابل 37.58%) للمورد 1 و(64.99% مقابل 26.38%) للمورد 2 .

تم إجراء اختبار إنتاج كريم ناضجة ,نتائج الاختبارات التي أجريت على إعداد كريمة ناضجة كشفت جودة ميكروبيولوجية ,فيزيائية و كيميائية ,من المواد الأولية "الحليب الخام" إلى المنتج النهائي "الكريمة الناضجة" هذا يدل على حسن خط الإنتاج من إتقان (المعالجة الحرارية ,التوحيد,و البذر مع الخمائر اللبنية).

كلمات البحث : حليب , مراقبة الجودة ,كريمة ناضجة ,أحماض دهنية.

Liste des Abréviations

AFNOR : Agence Française de Normalisation.

AGS : Acide Gras Saturé.

AGI : Acide Gras Insaturé.

AGPI : Acide Gras Polyinsaturé.

AGCC : Acide Gras à Courte Chaîne

AGLC : Acide Gras à Longue Chaîne.

ATB : Antibiotique.

BP: Baird Parker

C4 : Composé à 4 atomes de Carbone

CLA: Acide Linoléique Conjugué.

CRAPC : Centre de Recherche Scientifique et technique en Analyse Physico-Chimiques.

°D : degré Dornic

FAO: Food and Agriculture Organization.

GAMT : Germe Aérobie Mésophile Totaux.

GC-MS : Chromatographie Phase Gazeuse couplé à un Spectromètre de Masse.

ISO: Organisation International de Normalisation

J.O.R.A : Journal Officiel de la République Algérienne.

MAT : Matière azotée totale

NaCl : Chlorure de sodium.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

NPP : Nombre le Plus Probable.

OGA : Gélose Oxytétracycline-glucose

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PCA: Plate Count Agar.

S/C: Simple Concentration..

UFC/ml : Unité Formant de Colonie par millilitre.

VF : Viande de Foie.

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

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition générale du lait de vache (Vignola, 2002).	3
Tableau 2 : Symboles, proportions et points de fusion des principaux acides gras présents dans les triglycérides de lait (Vignola, 2002).	5
Tableau 3 : Composition minérale du lait de vache (Jeantet et al., 2007).....	7
Tableau 4 : Composition vitaminique moyenne du lait cru (Amiot et al., 2002).....	8
Tableau 5 : Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Vignola, 2002).....	8
Tableau 6 : Flore originelle du lait cru (Vignola, 2002).....	13
Tableau 7 : Analyses physico-chimiques des échantillons de lait cru collectés de 8 fournisseurs (F1-F8) de la laiterie.....	36
Tableau 8 : Température du lait cru des fournisseurs F1 et F2	37
Tableau 9 : Acidité titrable du lait cru des fournisseurs F1 et F2	37
Tableau 10 : pH de lait cru des fournisseurs F1 et F2	38
Tableau 11 : Densité de lait de vache cru des fournisseurs F1 et F2	39
Tableau 12 : La matière azotée (MAT) de lait de vache cru des deux fournisseurs.....	41
Tableau 13 : Germes recherchés dans les échantillons de lait cru des deux fournisseurs (UFC/ml).....	42
Tableau 14 : Proportion en acide gras du lait de vache.....	47
Tableau 15 : Résultats des analyses physico-chimiques de la crème épaisse.....	50
Tableau 16 : Résultats de l'analyse microbiologique de la crème épaisse.....	51

Liste des figures

Figure 1 : Pourcentage des différentes protéines de lait (Vignola, 2002)	5
Figure 2 : Structure d'une sub-micelle caséique (Bylund, 1995).....	6
Figure 3 : Résultats de test d'ATB.....	25
Figure 4 : Procédure expérimentale suivie pour les analyses d'AG.....	29
Figure 5 : A. Séparation des deux phases. B. Evaporation des solvants.....	30
Figure 6 : Représentation de la GC-MS.....	32
Figure 7 : Diagramme de fabrication de la crème fraîche épaisse (Bridel).....	33
Figure 8 : A. L'olive vert raffiné. B. Produit fini (crème fraîche + olive).....	34
Figure 9 : Point de congélation de lait de vache des deux fournisseurs.....	40
Figure 10 : Valeur de la matière grasse de lait de vache des deux fournisseurs.....	40
Figure 11 : Résultats obtenu pour le test d'antibiotique des échantillons du lait cru tétracycline β -lactamines Témoin	42
Figure 12 : Diagramme de la composition en acide gras saturés, insaturés, mono insaturés, et polyinsaturés des laits.....	48
Figure 13 : Diagramme de la composition en acides gras à courte, moyenne et longue chaîne, des laits.....	48
Figure 14 : Suivi de pH de la crème fraîche épaisse.....	50

Table des matières

Remerciements et dédicaces

Résumés (en arabe, en français et en anglais)

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction1

Partie bibliographique

Chapitre I : Le lait cru

I.1. Définition du lait.....3

I.2. Composition et propriété nutritionnelle du lait.....3

I.2.1. Eau.....4

I.2.2. Matière grasse.....4

I.2.3. Les protéines.....5

I.2.3.1. Les Caséines.....6

I.2.3.2. Protéines du lactosérum.....6

I.2.4. Le Lactose.....6

I.2.5. Les minéraux.....7

I.2.6. Les vitamines.....7

I.2.7. Les enzymes.....8

I.3. Les propriétés physico-chimiques du lait.....9

I.3.1. La densité.....9

I.3.2. Le point de congélation.....9

I.3.3. L'acidité.....9

I.3.4. Le pH.....10

I.3.5. Le point d'ébullition.....10

I.3.6. L'extrait sec.....	10
I.4. Les propriétés organoleptiques du lait.....	10
I.4.1 La couleur.....	10
I.4.2. L'odeur.....	11
I.4.3. La saveur.....	11
I.4.4. La viscosité.....	11
I.5. Propriétés microbiologiques du lait cru.....	12
I.5.1. Flore originelle.....	12
I.5.2. Flore de contamination.....	13
I.5.2.1. Flore pathogène.....	13
I.5.2.2. Flore d'altération.....	14

Chapitre II : La crème fraîche pasteurisée

II.1. Définition.....	15
II.2. Crème fraîche pasteurisée épaisse (ou maturée).....	15
II.3. Fabrication de la crème.....	15
II.3.1. Ecrémage.....	15
II.3.2. Standardisation.....	15
II.3.3. Homogénéisation.....	16
II.3.4. Pasteurisation.....	16
II.3.5. Désaération et désodorisation.....	16
II.3.6. L'ensemencement en ferments lactiques et maturation.....	16
II.3.7. Conditionnement.....	17

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Les lieux d'étude.....	18
III.2. Echantillonnage et technique de prélèvements.....	18
III.3. Analyses physico-chimiques de lait.....	20

III.3.1. Détermination de la température.....	20
III.3.2. Détermination de l'acidité.....	20
III.3.3. Détermination du pH.....	21
III.3.4. Détermination de la densité.....	21
III.3.5. Test d'alcool.....	22
III.3.6. Détermination de point de congélation (cryoscopie).....	23
III.3.7. Détermination de la matière grasse (MG) g et la matières azotées (MAT).....	24
III.3.8. Recherche d'antibiotiques.....	24
III.4. Analyse microbiologique du lait.....	26
III.4.1. Recherche et dénombrement des germes de contamination.....	26
III.4.1.1. Préparation des dilutions.....	26
III.4.1.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM).....	26
III.4.1.3. Dénombrement des coliformes.....	27
III.4.1.4. Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	27
III.4.1.5. Recherche et numération des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteur	27
III.4.1.6. Dénombrement des Streptocoques fécaux	28
III.4.1.7. Recherche de <i>Salmonella</i>	28
III.5. Analyse des acides gras de lait.....	29
III.5.1. Méthode d'analyse.....	29
III.5.2. L'extraction de la matière grasse.....	30
III.5.3. La préparation des esters méthyliques des acides gras.....	31
III.5.4. Détermination du profil des acides gras du lait par GC-MS.....	32
III.6. Formulation du La crème fraîche (Bridel).....	33
III.6.1. Diagramme de fabrication au niveau de la laiterie.....	33
III.6.2. Améliorations de la crème fraîche.....	34
III.6.3. Contrôle de qualité de la crème épaisse.....	35
III.6.3.1. Analyse physico-chimique.....	35

III.6.3.2. Analyses microbiologiques.....	35
---	----

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1. Les analyses physico-chimiques.....	36
IV.1.1. La température.....	36
IV.1.2. L'acidité.....	37
IV.1.3. Le pH.....	38
IV.1.4. La densité.....	39
IV.1.5. Le point de congélation (cryoscopie).....	39
IV.1.6. La matière grasse (MG) g/l.....	40
IV.1.7. La matière azotée totale (MAT).....	41
IV.1.8. Test d'antibiotiques.....	41
IV.2 Les analyses microbiologiques.....	42
IV.2.1. Flore aérobie mésophile totale.....	42
IV.2.2. Coliformes totaux.....	43
IV.2.3. Coliformes fécaux.....	44
IV.2.4. Streptocoques fécaux.....	44
IV.2.5. Staphylocoques.....	44
IV.2.6. Clostridium sulfito-réducteur à 46°C.....	45
IV.2.7. Salmonelles.....	45
IV.3 Analyse des acides gras.....	46
IV.3.1. Identification des pics des acides gras par GC-MS.....	46
IV.3.2. Profil en acides gras.....	46
IV.3.3. Profil en acides gras saturés et insaturés.....	48
IV.4 La crème fraîche (Bridel).....	50
IV.4.1 Analyses physico-chimiques.....	50

IV.4.2 Analyse microbiologique de la crème fraîche.....	51
Conclusion.....	52

Introduction

Introduction

Le lait est un liquide biologique complexe qui contient un ensemble d'éléments nutritifs (glucide, lipides, protéines, vitamines, sels minéraux et de constituants du système immunitaire (immunoglobulines) nécessaires à la croissance rapide et à la protection de jeunes mammifères durant les premières semaines ou les premiers mois de la vie (Martinet et al., 1993).

L'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb, avec près de 3 milliards de litres par an (Kirat, 2007). Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale. Acteur clé de l'industrie agroalimentaire, la filière Lait connaît une croissance annuelle de 8%. Avec un taux de collecte inférieur à 15%, cette filière reste, cependant, fortement dépendante de l'importation de poudre de lait (Silait, 2008).

Sur le plan nutritionnel, le lait est la production la plus proche du concept de « l'aliment complet » au sens physiologique du terme « il renferme la quasi-totalité des nutriments, mais après les premiers mois, il se révèle déficient en « fer » et en quelques oligo éléments, et aussi hypoénergétique (Adriane et Potus, 1995).

Sur le plan microbiologique, le lait est un excellent milieu de culture, de pH avoisinant le 6.5, il permet le développement des bactéries ; des levures et des moisissures, c'est donc une denrée très périssable (Ait Abdelouahab, 2001).

Un des produits dérivés du lait est la crème fraîche pasteurisée épaisse (ou maturée). Selon la norme Codex Alimentarius, la crème est « le produit laitier plus ou moins riche en matière grasse séparé du lait, qui se présente sous la forme d'une émulsion du type graisse dans lait écrémé » (Luquet et Corrieu, 2005).

Dans ce contexte, notre présent travail s'inscrit dans une optique de recherche et développement, visant à avoir une meilleure connaissance de la qualité physico-chimique, microbiologique et nutritionnelle de lait de vache ainsi que l'amélioration d'une crème fraîche.

Pour cela, ce mémoire s'articule principalement sur trois parties :

Dans la première partie, nous présentons une recherche bibliographique qui a pour objet de décrire, dans un premier temps le lait de vache, sa composition et ses caractéristiques. Dans un second temps, nous nous intéresserons aux propriétés physico-chimiques,

Introduction

microbiologiques et nutritionnelles du lait. Enfin on parle de la fabrication d'une crème fraîche épaisse.

Dans la deuxième partie, nous avons cité les moyens expérimentaux et analytiques utilisés.

La troisième partie est réservée à la présentation des résultats obtenus et leur discussion ; et enfin la conclusion et les perspectives de ce travail sont exposées.

Partie

Bibliographique

Chapitre I : Le lait cru

I.1. Définition du lait

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

Le lait est le produit de sécrétion des glandes mammaires des mammifères, comme la vache. Du point de vue physicochimique, le lait est un produit très complexe. Une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physiques et chimiques est indispensable à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels (**Vignola, 2002**).

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

I.2. Composition et propriété nutritionnelle du lait

La composition générale ainsi que les valeurs moyennes et limites des composants du lait de vache sont présentées dans le tableau 1.

Tableau N° 1 : composition générale du lait de vache (**Vignola, 2002**).

Constituants majeurs	Variation limite (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85.5-89.5	87.5
Matière grasse	2.4-5.5	3.7
Protéines	2.9-5.0	3.2
Glucides	3.6-5.5	4.6
Minéraux	0.7-0.9	0.8
Constituants mineurs : enzymes ; vitamines ; pigments ; cellules diverses ; gaz		

I.2.1. Eau

D'après **Amiot *et al.*, 2002**, l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

I.2.2. Matière grasse

Jeantet *et al.*, 2008 rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10 μm et est essentiellement constitué de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés (tableau 2).

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés. Le lait de vache est pauvre en acides gras essentiels (acide linoléique C18:2 et acide linoléique C18:3) par rapport au lait de femme (1.6% contre 8.5% en moyenne) (**Jeantet *et al.*, 2008**).

Les acides gras sont constitués d'une chaîne linéaire d'atomes de carbone et d'hydrogène dont le nombre d'atomes de carbone est toujours pair, entre 4 et 23 ; le premier carbone porte la fonction acide ou dite carboxyle. La chaîne de carbone et d'hydrogène leur confère un caractère hydrophobe. Deux caractéristiques importantes des acides gras influent sur leurs propriétés physicochimiques : la présence de double liaisons entre les atomes de carbone, souvent appelées insaturations, et le nombre d'atomes de carbone (**Vignola, 2002**).

Tableau N°2 : Symboles, proportions et points de fusion des principaux acides gras présents dans les triglycérides de lait (Vignola, 2002).

Acides gras	Symboles	Pourcentage du contenu en Ag(%)	Point de fusion (°C)
Acide gras saturés :			
butyrique	C4 :0	3.0-4.5	-7.9
caproïque	C6 :0	1.3-2.2	-1.5
caprylique	C8 :0	0.8-2.5	+16.5
caprique	C10 :0	1.8-3.8	+31.4
laurique	C12 :0	2.0-5.0	+34.6
myristique	C14 :0	7.0-11.0	+53.8
palmitique	C16 :0	25.0-29.0	+62.6
stéarique	C18 :0	7.0-13.0	+69.3
Acide gras insaturés :			
Oléique	C18 :1	30.0-40.0	+14.0
Linoléique	C18 :2	2.0-3.0	-5.0
Linoléinique	C18 :3	Jusqu'à 1.0	-11.0
arachidonique	C20 :4	Jusqu'à 1.0	-49.5

I.2.3. Les protéines

Selon (Jeantet *et al.*, 2007), le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes (figure 1) :

- Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales,
- Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.

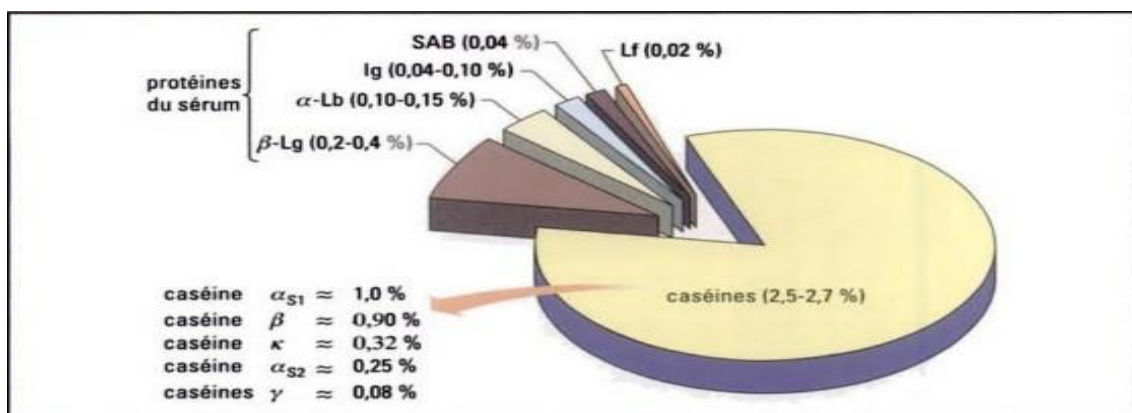


Figure 1 : Pourcentage des différentes protéines de lait (Vignola, 2002).

I.2.3.1. Les Caséines

Jean et Dijon (1993) rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g mol⁻¹, forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de 0,1 µm (Figure2).

La caséine native a la composition suivante : protéine 9%, calcium 3%, phosphore 2.2%, acide citrique 0.5% et magnésium 0.1% (**Adrian et al., 2004**).

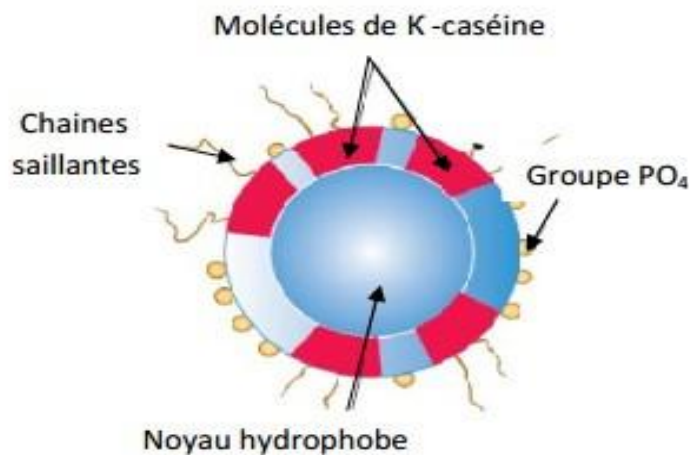


Figure 2 : structure d'une sub-micelle caséique (**Bylund, 1995**).

I.2.3.2. Protéines du lactosérum

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées (**Debry, 2001**). (**Thapon, 2005**), définit les protéines du lactosérum comme protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique.

I.2.4. Le Lactose

Mathieu (1999), évoqua que le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule C₁₂H₂₂O₁₁, est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie.

Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait monogastriques. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache. Cette teneur représente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un sucre spécifique du lait (**Hoden et Coulon, 1991**).

I.2.5. Les minéraux

Selon **Gaucheron (2004)**, le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont le calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (Tableau3).

Tableau N°3: Composition minérale du lait de vache (**Jeantet et al., 2007**).

<i>Eléments minéraux</i>	<i>Concentration (mg.kg-1)</i>
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

I.2.6. Les vitamines

Selon **Vignola (2002)**, les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser (Tableau 4). On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantités constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (**Jeantet et al., 2008**).

Tableau N°4 : Composition vitaminique moyenne du lait cru (*Amiot et al., 2002*)

<i>Vitamines</i>	<i>Teneur moyenne</i>
<i>Vitamines liposolubles</i>	
Vitamine A (+carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
<i>Vitamines hydrosolubles</i>	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B12 (cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3.5µg/100ml

I.2.7. Les enzymes

Pougenon (2001), définit les enzymes comme des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile (Tableau5).

Tableau N°5 : caractéristiques des principaux enzymes du lait (*Vignola, 2002*)

Groupe d'enzymes	Classes d'enzymes	pH	Température (°C)	substrats
Hydrolases	Estérases			
	Lipases	8.5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	4.0-5.2	37	Esters phosphoriques
	Protéases			
	Lysozyme	7.5	37	Paroi cellulaire microbienne
	Plasmique	8	37	Caséine
Déshydrogénases ou oxydases	sulfhydryle oxydase	7	37	protéine, peptide
	Xanthine oxydase	8.3	37	base purique
Oxygénases	lactoperoxydase	6.8	20	composés réducteurs +H ₂ O ₂
	Catalase	20	20	H ₂ O ₂

I.3. Les propriétés physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques considérées dans l'industrie laitière sont ; la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (Amiot *et al.*, 2002).

I.3.1. La densité

La densité de lait d'une espèce donnée, n'est pas une valeur constante, elle varie d'une part, proportionnellement avec la concentration des éléments dissous et en suspension et d'autre part, avec la proportion de la matière grasse. La densité de lait de vache est comprise entre 1030 et 1033 à une température de 20°C. À des températures différentes, il faut effectuer une correction. La densité est mesurée par le thermo-lacto-densimètre (Alais, 1984).

D'après (Vignola, 2002), la densité du lait augmente avec l'écémage, et diminue avec le mouillage.

I.3.2. Le point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Il peut varier de -0,530 °C à -0,575°C avec une moyenne de -0,555 °C. Un point de congélation supérieur à -0,530°C permet de soupçonner une addition d'eau au lait. On vérifie le point de congélation du lait à l'aide d'une cryoscopie (Vignola, 2002).

I.3.3. L'acidité

L'acidité de lait est une notion importante pour l'industrie laitière. Elle permet de juger l'état de conservation du lait. Elle résulte d'une titration qui consiste à ajouter au lait un volume nécessaire de solution alcaline titrée pour atteindre le point de virage d'un indicateur, en générale la phénophtaléine. Elle est exprimée en "degré Dornic" (°D), ce dernier exprime la teneur en acide lactique: 1°D = 0,1g d'acide lactique. L'acidité titrable est comprise entre 15°D et 18°D (Alais, 1984). Elle varie entre 0,13 et 0,17% d'équivalent d'acide lactique (Vignola, 2002).

I.3.4. Le pH

Le pH du lait change d'une espèce à une autre, étant donné les différences de la composition chimique, notamment en caséine et en phosphate et aussi selon les conditions environnementales (**Alais, 1984**). Le pH du lait de vache est compris entre 6,5 et 6,7 (**Goursaud, 1985**).

I.3.5. Le point d'ébullition

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi, comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C. Cette propriété physique diminue avec la pression. On applique ce principe dans les procédés de concentration du lait (**Vignola, 2002**).

I.3.6. L'extrait sec

C'est l'ensemble des substances présentes dans le lait à l'exclusion de l'eau. La teneur en extrait sec du lait se diffère selon l'espèce (100-600 g/l). La cause de cette différence est essentiellement due à la teneur en matière grasses (**Alais, 1984**).

I.4. Les propriétés organoleptiques du lait

Vierling (2003) rapporte que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais.

I.4.1. La couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (**Fredot, 2005**)).

Reumont (2009) explique que dans le lait, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche.

I.4.2. L'odeur

Selon **Vierling (2003)**, l'odeur caractéristique du lait est due au fait de la matière grasse qu'il contient qui fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur) et à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

I.4.3. La saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum.

L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc., peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**Thieulin et Vuillaume, 1967**).

I.4.4. La viscosité

Rheotest (2010) a montré que la viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes.

La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques.

C'est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur. Ainsi, un consommateur d'Europe centrale évalue de manière très positive le lait concentré à forte consistance (filandreux). Il associe la teneur élevée des composants du lait à la viscosité élevée.

I.5. Propriétés microbiologiques du lait cru

Le lait contient un nombre variable de cellules ; celles-ci correspondent à la fois à des constituants normaux comme les globules blancs, mais également à des éléments d'origine exogène que sont la plupart des microorganismes contaminants (**Gripon *et al.*, 1975**).

Les microorganismes, principalement, présents dans le lait sont les bactéries. Mais, on peut aussi trouver des levures et des moisissures, voire des virus. De très nombreuses espèces bactériennes sont susceptibles de se développer dans le lait qui constitue, pour elles, un excellent substrat nutritif. Au cours de leur multiplication dans le lait, elles libèrent des gaz (oxygène, hydrogène, gaz carbonique, etc.), des substances aromatiques, de l'acide lactique (responsable de l'acidification en technologie fromagère), diverses substances protéiques, voire des toxines pouvant être responsables de pathologie chez l'homme (**Institut de l'élevage, 2009**).

L'importance et la nature des bactéries contaminants le lait dépendent de l'état sanitaire de l'animal, de la nature des fourrages (**Agabriel *et al.*, 1995**), mais aussi des conditions hygiéniques observées lors de la traite, de la collecte, de la manutention et de la température de conservation du lait (**Robinson, 2002**).

Un lait est considéré comme peu contaminé s'il renferme quelques centaines à quelques milliers de germes par millilitre, un lait fortement pollué peut en contenir plusieurs centaines de milliers à plusieurs millions par ml (**Ramet, 1985**).

Dans cette microflore contaminant, les bactéries conditionnent le plus directement la qualité hygiénique ainsi que l'aptitude à la conservation et à la transformation de la matière première (**Adda *et al.*, 1982**).

I.5.1. Flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes/ml). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et est protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (**Cuq, 2007**).

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (**Vignola, 2002**).

Il s'agit de microcoques, mais aussi de streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (**Guiraud, 2003**) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (**Varnam et Sutherland, 2001**).

Le tableau n°6 regroupe les principaux microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives.

Tableau N° 6 : Flore originelle du lait cru (Vignola, 2002)

Microorganismes	Pourcentage (%)
<i>Micrococcus sp</i>	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
<i>Streptococcus ou Lactococcus</i>	< 10
Gram négatif	<10

I.5.2. Flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (**Vignola, 2002**).

I.5.2.1. Flore pathogène

Elle fait partie de la flore contaminante du lait. Les bactéries pathogènes pour l'homme peuvent être présentes dans le lait cru, ou dans les produits laitiers qui en dérivent. Elles sont capables de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits.

Les bactéries les plus importantes de cette flore pathogène sont le plus souvent mésophiles et les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (**Vignola, 2002**).

I.5.2.2. Flore d'altération

Incluse dans la flore contaminante, la flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et réduira la vie de tablettes du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. L'un n'exclut pas l'autre. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont : *Pseudomonas sp*, *Proteus sp*, les coliformes soit principalement les genres : *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telles que *Bacillus sp*, *Clostridium sp* et certaines levures et moisissures (**Vignola, 2002 et Richard, 1990**).

Chapitre II :
La crème fraîche
Pasteurisée

Chapitre II : La crème fraîche pasteurisée

Le lait est un produit de forte valeur nutritionnelle. C'est l'un des rares à convenir à toutes les tranches d'âge (nourrisson, enfant, adolescent, adulte, personne âgée) qui le consomment tel quel à l'état liquide (lait frais) ou sous forme de produits dérivés, et parmi ces produits on a la crème fraîche.

II.1. Définition

La crème peut se définir comme une émulsion d'origine laitière de type matières grasses dans l'eau c'est-à-dire que les particules de matière grasse sont dispersées en gouttelettes dans la phase aqueuse (**Vilain, 2010**).

Le terme « crème » est réservé aux produits dont la teneur en matière grasse est supérieure ou égale à 30%. La texture de la crème laitière varie suivant l'ensemencement en ferments lactiques, l'ajout d'additifs autorisés et le taux de matière grasse (**Merigaud et al., 2009**).

II.2. Crème fraîche pasteurisée épaisse (ou maturée)

A la suite de la pasteurisation, si l'on souhaite une crème épaisse, on procède à la maturation. Le procédé consiste à refroidir la crème pour « cristalliser » une partie de la matière grasse (maturation physique) puis à l'ensemencer avec des ferments lactiques prélevés sur des crèmes, particulièrement, aromatiques (maturation biologique) et possédant un taux d'acidité élevé (**Fredot, 2005**).

II.3. Fabrication de la crème

II.3.1. Ecrémage

Le lait est chauffé à 50°C suivie d'une séparation de la matière grasse du lait au cours de l'opération d'écémage donnant deux produits: le lait écrémé et la crème. Cette séparation se fait par centrifugation avec des machines perfectionnées à une température de 35°C (**Boutonnier, 2007**).

II.3.2. Standardisation

C'est une opération qui consiste à ajuster le taux de matière grasse par addition de crème plus riche en matière grasse ou encore de lait écrémé à une crème riche en matière grasse (**Vignola et al., 2002**).

Parties bibliographique

II.3.3. Homogénéisation

Ce traitement permet d'obtenir des crèmes relativement visqueuses avec des taux de matière grasse assez faibles. Les paramètres d'homogénéisation sont variables suivant la teneur en matière grasse de la crème (pression élevée pour les crèmes légères) (**Partridge, 2008**).

II.3.4. Pasteurisation

La pasteurisation consiste en un traitement thermique à haute température qui se fait entre 85°C et 90°C pendant 15 à 20 secondes tout en préservant les qualités organoleptiques de la crème. Elle provoque la destruction des germes pathogènes et de la plupart des germes saprophytes, la destruction des lipases facteurs de rancissement, la formation de composés sulfurés réducteurs qui s'opposent à l'oxydation des lipides, et la maîtrise ultérieure de la maturation lactique de la crème (**Fredot, 2005**).

II.3.5. Désaération et désodorisation

La présence d'air, sous forme dissoute ou dispersée dans la crème, est issue des nombreuses opérations de transvasement du lait ou de la crème.

Cet air occasionne, notamment l'incrustation des surfaces d'échange thermique à haute température, des pertes de précision au niveau des mesures volumétriques, ainsi que des risques d'oxydation des acides gras insaturés.

En outre, la crème peut contenir des substances malodorantes :

- Issues de l'alimentation (plantes sauvages en pâturage, chou fourrager, etc.).
- Originaires d'une fixation, par la matière grasse du lait, d'odeurs de substances diverses (produits d'hygiène, solvants divers, etc.).
- Résultant d'une activité enzymatique ou microbienne.

Ce traitement s'effectue généralement dans un cyclone au sein duquel la crème circule en couche mince tangentielle à la paroi. La pression dans cette enceinte est réduite de manière à faciliter l'extraction de l'air et la vaporisation des substances malodorantes sans provoquer l'ébullition de la crème (**Boutonnier, 2007**).

II.3.6. L'ensemencement en ferments lactiques et maturation

Si on veut accroître la viscosité de la crème pour obtenir une crème épaisse afin de faciliter certaines applications, on lui fait subir une maturation biologique.

Parties bibliographique

On ensemence la crème, pasteurisée puis refroidie, avec un mélange de souches de ferments lactiques mésophiles qui comprend :

- d'une part, des **souches acidifiantes**, comme *Lactococcus lactis* et *Lactococcus cremoris*, qui transforment le lactose en acide lactique.

Ce dernier permet un abaissement du pH, et l'inhibition des microorganismes de contamination.

D'autre part, **des souches aromatiques** comme *Lactococcus diacetylactis* et *Leuconostoc cremoris*, fermentent les citrates et produisent du diacétyle.

Cette maturation dure entre 15 et 20 heures. Elle s'opère à des températures soit basses vers 14-15°C pour favoriser les souches microbiennes aromatiques, soit plus élevées vers 20-23°C afin, au contraire, de privilégier les souches microbiennes acidifiantes (**Boutonnier, 2007**).

Les valeurs de pH varient selon le type de la crème, elles sont de 6,2 à 6,3 pour les crèmes fraîches et 4,5 à 4,6 pour les crèmes acides. C'est surtout à partir de pH 5,0 que l'augmentation de la viscosité de la crème est plus importante et que les *Leuconostoc* se développent en produisant de l'arôme (**Jeantet et al., 2008**).

II.3.7. Conditionnement

Le mode de conditionnement et le type d'emballage utilisés varient selon le produit. La crème est répartie dans les pots sur une conditionneuse dotée de doseurs à piston. Les pots sont ensuite étiquetés puis stockés en chambre froide (**Dudez et al., 2002**).

Partie
Expérimentale

Chapitre III :

Matériel et

méthodes

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Les lieux d'étude

III.1.1. La laiterie de BENI-TAMOU

Cette laiterie est un véritable complexe industriel implanté sur un terrain de sept hectares, située dans la commune de BENI-TAMOU à environ 10 Km au nord du chef-lieu de la wilaya de Blida.

Créée en 1988, et démarrant sa production en 1989, cette laiterie répond aux besoins en lait et dérivés des wilayas de Blida et Tipaza. **Elle fut reprise par le groupe Lactalis (un investisseur étranger).**

III.1.2. Le Centre de Recherche Scientifique et technique en Analyses Physico-chimiques (CRAPC)

Le Centre CRAPC, sous la dénomination « centre de recherche scientifique et technique en analyses physico-chimiques » est située dans la zone industrielle de Bou-Ismaïl, wilaya de Tipaza.

Le centre est spécialisé dans l'analyse physico-chimique sur ses deux volets ; recherche et développement, et offre de prestations. Ces activités concernent 4 principales divisions à savoir ; la division santé, division sciences des matériaux, division produits naturels et sciences des aliments et division chimie de l'environnement.

III.2. Echantillonnage et technique de prélèvements

Notre étude a été menée durant une période de deux mois (février et mars) au niveau de la laiterie de BENI-TAMOU dans l'objectif de suivre la qualité physico-chimique et microbiologique de lait de vache ainsi que l'amélioration du procédé de fabrication de la crème fraîche épaisse (Bridel).

Ensuite on a suivi notre expérimentation au niveau de CRAPC pour analyser la composition en acides gras du lait.

On a choisi deux fournisseur de la laiterie pour réalisée notre suivie car ils sont l'habitude d'arriver tout les jours, aussi ils ont un grand volume de lait.

Fournisseur N°1 : collecte du lait de vache d'une ferme de la région de media qui comporte déférents races des vaches (fleckvieh, montbéliarde, pie noire), elle prendre comme alimentations le foin , le concentré VL18 et le fourrage vert.

Fournisseur N°2 : collecte du lait de vache d'une ferme de la région de Dergana wilaya d'Alger qui comporte une seule race du vache c'est le (montbéliarde), elle prendre comme alimentations le foin et le fourrage vert.

Les prélèvements pour **les analyses microbiologique** s'effectuent à partir du robinet disposé à la partie inférieure de la citerne iso thermique de collecte du lait, dans un flacon stérile bouché avec un bouchon à vis et placé dans un réfrigérateur jusqu'au moment de l'analyse.

Les prélèvements pour **les analyses physico-chimiques** nécessitent l'emploi d'une louche inox qu'on plonge à l'intérieur de la citerne de collecte par son ouverture supérieure.

Des échantillons de lait sont prélevés dans des tubes à essai, placé dans le congélateur puis transporté dans une glacière **pour l'analyse de la composition en acide gras** du lait.

- Matériel utilisé

- la verrerie (voir annexe 1)
- les réactifs (voir annexe 1)
- les milieux de culture (voir annexe 1)
- les appareils de mesure (voir annexe 1)

III.3. Analyses physico-chimiques de lait

Toutes les analyses physico-chimiques ont été effectuées selon les méthodes et procédures établies par la laiterie, selon leur norme interne.

III.3.1. Détermination de la température

La température de lait cru est mesurée à l'aide d'un thermomètre. Elle est exprimée en ° C.

- **Mode opératoire**

Un thermomètre est plongé pendant 2 mn dans un bêcher contenant 50 ml de lait.

- **Expression des résultats**

La lecture de la température s'effectue directement sur la graduation du thermomètre.

III.3.2. Détermination de l'acidité

L'acidité du lait est définie comme la quantité d'acide lactique obtenue après fermentation du lactose par les microorganismes ainsi présents. Elle est exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait.

- **Mode opératoire**

-Remplir la burette de la solution de NaOH (N/9), régler le niveau du liquide à Zéro.
- A l'aide de la pipette de 10 ml, prélever 10 ml de lait et transférer dans un bêcher de 100ml.

- Ajouter 3 à 4 gouttes de solution de phénolphtaléine et titrer jusqu'à l'apparition d'une couleur rose persiste 30 secondes.

-Noter le volume de solution titrant utilisé en dixième de millilitres.

- **Expression des résultats**

L'acidité est exprimée en degré Dornic « °D » qui correspond à 0.1ml de la soude Dornic, ou en gramme par litre d'acide lactique.

0,1 ml de NaOH = 1°D

III.3.3. Détermination du pH :

Le pH du lait est mesuré à l'aide d'un pH-mètre.

- **Mode opératoire**

-Etalonner le pH mètre pour but d'ajuster le point 0 (pH 7) et la pente de l'instrument, on doit donc utiliser deux solutions tampon en choisissant le niveau d'incertitude de celles-ci (en générale est de $\pm 0,1$ à $\pm 0,2$).le pH de la premier solution doit se situer au voisinage du point zéro (pH=7) et la seconde doit différer d'au moins deux unités de la première.

-Régler la température de l'appareil à 20°C.

-Introduire l'électrode dans le récipient contenant l'échantillon à 20°C.

-Attendre la stabilisation du pH pour effectuer la lecture.

- **Expression des résultats**

La lecture des résultats se fait directement à partir de l'affichage sur le cadran de pH mètre.

III.3.4. Détermination de la densité

La densité d'un corps est exprimée par le rapport de sa masse spécifique à celle de l'eau pure mesurée dans les mêmes conditions.

- **Mode opératoire**

-Verser doucement le lait dans une éprouvette tenue inclinée, afin d'éviter la formation de mousse.

- Remplir l'éprouvette jusqu'à ras bord de manière que le lait déborde légèrement pour entraîner les traces de mousse qui pourrait gêner la lecture.

- Plonger le thermo lactodensimètre dans le lait en retenant jusqu'au voisinage de l'équilibre.

- Lire directement la température et la densité.

- **Expression des résultats**

-Si la température est de 20°C, le niveau de flottement correspond à la graduation de lecture de densité.

- Si la température est inférieure ou supérieure à 20°C, il faut soustraire ou additionner respectivement le nombre de graduations qui séparent le niveau de la température correspondante à 20°C.

$$D = D^{\circ} \pm 0,2 (20 - T^{\circ})$$

Ou : **D** : densité finale.

D[°] : densité donnée par le thermo lactodensimètre.

T[°] : température lue sur le thermo lactodensimètre.

0,2 : coefficient empirique.

III.3.5. Test d'alcool

Il existe une corrélation directe entre la stabilité des protéines du lait aux traitements thermiques et leur stabilité à des concentrations plus ou moins élevées d'alcool (65° ; 68° ; 72°). Le test d'alcool provoque parfois une floculation des protéines.

- **Mode opératoire**

- Introduire 1 ml du lait à examiner dans une boîte de pétri.

- Ajouter un même volume d'alcool éthylique.

- Tourner la boîte de pétri et observer la présence ou l'absence de floculation.

- **Expression des résultats**

-Apparition de floculants : test positif.

-Absence de floculants : test négatif.

III.3.6. Détermination de point de congélation (cryoscopie)

Concrètement, la cryoscopie est la mesure du point de congélation du lait effectué par un appareil dénommé cryoscope. Quant au point de congélation du lait, il s'agit de la température à laquelle le lait gèle, permettant ainsi de déterminer la présence d'eau étrangère dans le lait « mouillage ».

Le point de congélation originale du lait de vache se situe normalement en moyenne entre $-0,515$ et $-0,525$ °C.

- **Mode opératoire**

-Mélanger le récipient contenant l'échantillon de lait par agitation modérée et retournements successifs sans incorporer d'air.

-Verser à l'aide d'une pipette une prise d'essai de 2.5 ± 0.1 ml de lait dans un tube à échantillon sec et propre.

-S'assurer que la sonde et l'agitateur sont propres et secs, si nécessaire, les essuyer avec un tissu doux, propre et ne pluchant pas.

-Placer l'échantillon dans le cryoscope étalonné selon les instructions du fabricant.

-Mettre en marche l'appareil pour refroidir l'échantillon et démarrer la congélation à $-3^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$.

-Le plateau est atteint lorsque la montée en température n'a pas excédé 0.5 m°C pendant les 20 derniers seconds. Pour les appareils ayant une résolution ne dépassant pas 1 m°C, le plateau est atteint lorsque la température est restée constante pendant 20s.

-Enregistrer cette température.

-Si pour une raison quelconque, la congélation débute avant l'intervalle de température spécifiée, arrêter l'analyse et la recommencer avec une autre prise-d'essai de lait de 2,5ml.

-Si cette deuxième prise d'essai congèle également avant la température spécifiée, chauffer un autre échantillon à environ $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et maintenir à cette température pendant 5 min pour permettre la fusion de la matière grasse cristalline. Refroidie à $20-25^{\circ}\text{C}$ et procéder à un nouvel essai immédiatement.

- **Expression des résultats**

Prendre comme résultat, la moyenne des deux valeurs obtenues arrondie à la troisième décimale. Si le 4^{ème} chiffre est le chiffre 5, arrondir au chiffre pair le plus proche.

III.3.7. Détermination de la matière grasse (MG) g et la matières azotées (MAT)

La matière grasse (MG) et la matière azotée (MAT) de lait cru sont mesurées par le Milko Scan FT2 ; c'est la solution idéale pour les laiteries ayant besoin d'analyses rapides, précises et fiables avec un minimum de préparation d'échantillon.

- **Mode opératoire**

-Prélever 50ml de lait cru dans des flacons stériles.

-Placer le flacon dans le MilkoScan FT2 et attendre quelques minutes pour l'affichage de résultats

- **Expression des résultats**

Les résultats sont affichés directement sur l'écran qui est placé avec le MilkoScan FT2.

III.3.8. Recherche d'antibiotiques

Beta Star Combo est un test de détection visuelle rapide pour les Béta-lactames (Amoxicilline, Ampicilline...) et résidus d'ATB Tétracycline (oxytétracycline, Tétracéline...) dans le lait cru.

- **Mode opératoire**

-Mélanger l'échantillon de lait

-Retirez soigneusement le capuchon et le bouchon de caoutchouc du flacon réactif.

-Pipeter 0.2 ml de lait dans le flacon, remplacer le bouchon de caoutchouc du flacon.

-Mélanger le lait et réactif à fond jusqu'à ce que tous les solides soit en solution.

-Retirez le bouchon du flacon et placer le flacon dans le bloc de chauffage et incubé à 47.5°C pendant 2min.

-A la fin des 2min d'incubation, placer la bandelette dans le flacon incubé et faire une 2ème incubation pendant 3 min à 47.5°C.

-Retirez la bandelette du flacon et retirer le tampon à effet de mèche du fond des jauges qui va arrêter la réaction ultérieure de l'appareil, a la fin lire les résultats trouvés.

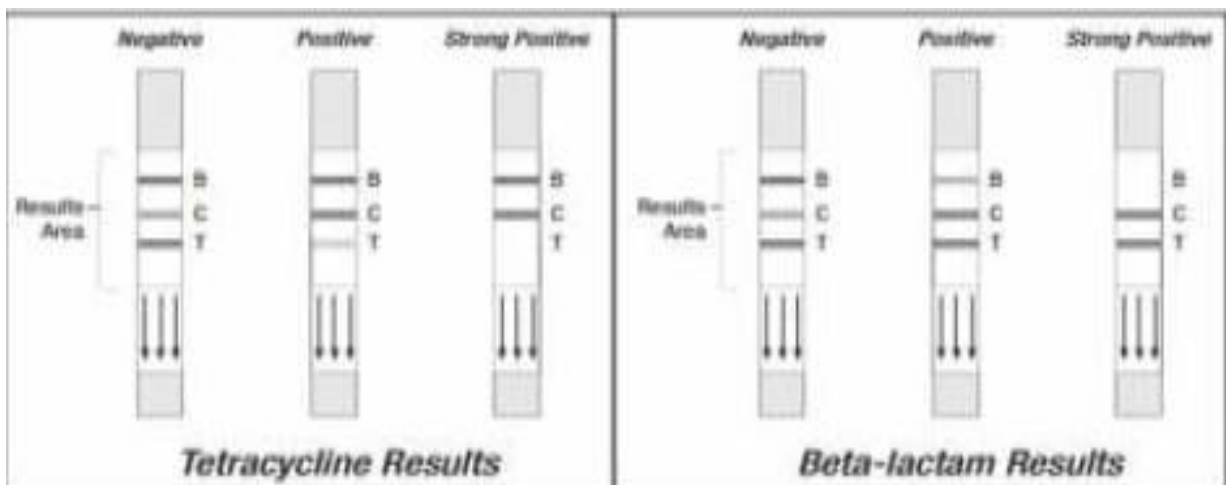
- **Expression des résultats**

Lire les résultats dans les 5 à 6 min suivant l'immersion de la languette. La ligne de contrôle C doit apparaître dans tous les cas, sinon le test est invalide (figure 3).

-Toutes les lignes apparaissent : Le résultat du test est négatif, pas d'antibiotiques de la liste répertoriée.

- lignes T et C apparaissent : Test positif, β -lactam détectés.

- ligne B et C apparaissent : Test positif, tétracyclines détectées.



- Seule la ligne C apparaît : β -lactam et tétracycline sont détectés.

Figure 3 : résultats de test d'ATB.

III.4. Analyse microbiologique du lait

III.4.1. Recherche et dénombrement des germes de contamination

On entend par «microorganisme de contamination» tout microorganisme autre que ceux responsables de fermentations spécifiques du type du lait fermenté considéré (**JORA n° 32 du 23 mai 2004. Arrêté du 27 mars 2004**).

III.4.1.1. Préparation des dilutions

Une série de dilutions est réalisée à partir du lait cru que l'on aura homogénéisé par au moins 10 secondes d'agitation au vortex. La première dilution est préparée de façon classique en prélevant 1mL du lait cru dans 9mL d'eau physiologique stérile (**GUIRAUD, 2003**). Il est souvent nécessaire d'aller jusqu'à la dilution 10^{-7} . Ensemencement de deux boîtes de Pétri par dilution et par milieu de culture.

La composition des milieux de culture utilisée est en annexe 1.

En tenant compte que les boîtes contenant entre 10 et 300 colonies. Le nombre de microorganismes par ml est calculé à l'aide de la formule suivante (**GUIRAUD, 2003**) :

$$N = \frac{\sum c}{(n1 + 0.1n2)d}$$

C : nombre de colonies comptées par boîte

n1 : nombre de boîtes comptées dans la première dilution

n2 : nombre de boîtes comptées dans la deuxième dilution

d : facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus

III.4.1.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

Le dénombrement de cette flore reflète la qualité microbiologique générale du lait, et peut donner une indication sur l'état de sa fraîcheur ou de son altération. 1mL des dilutions (10^{-1} jusqu'à 10^{-7}) est ensemencé dans la masse d'une gélose *Plate Count Agar* (PCA). Les cultures sont incubées à 30°C pendant 72 heures. Le résultat s'exprime en unités formant colonies (UFC)/ml (**LEBRES et al., 2002**).

III.4.1.3. Dénombrement des coliformes

Leur présence dans l'échantillon est une indication d'une contamination fécale récente (GUIRAUD, 2003).

Le dénombrement est effectué par ensemencement dans la masse des dilutions (10^{-1} jusqu'à 10^{-7}) d'une gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL). L'incubation est faite pendant 24 à 48 heures à 37°C pour les coliformes totaux et à 44°C durant 24 à 48 heures pour les coliformes fécaux. Les coliformes totaux et fécaux forment sur ce milieu des colonies rouges foncées, d'un diamètre de moins de 0,5mm et ayant une forme ronde ou lenticulaire (LEBRES *et al.*, 2002).

III.4.1.4. Recherche de *Staphylococcus aureus*

Elle est faite sur une gélose Baird Parker (BP). A 225mL de cette gélose en surfusion, 15mL d'une solution de jaune d'œuf au téllurite de potassium est ajoutée. 0,1mL de la solution mère et des premières dilutions (10^{-1} et 10^{-2}) est ensemencé en surface. Après une incubation de 24 à 48 heures à 37°C, les colonies caractéristiques de *Staphylococcus aureus* sont noires, brillantes, convexes entourées d'une zone de transparence qui peut être translucide. Pour s'assurer qu'il s'agit bien de colonies de *Staphylococcus aureus*, une recherche de la catalase est effectuée sur 2 à 3 colonies par boîte de Pétri (LEBRES *et al.*, 2002).

III.4.1.5. Recherche et numération des *Clostridium* sulfito-réducteurs

Le dénombrement est réalisé en anaérobiose et repose sur l'appréciation de la réduction du sulfite en H_2S dont la mise en évidence est obtenue par addition au milieu d'alun de fer. A 20 mL de gélose viande-foie (VF) régénérée et ramenée à 50°C, on ajoute 0,5 mL d'une solution aqueuse de sulfite de Na à 5% (p/v) (stérilisé par filtration) et 0,2 mL d'une solution aqueuse d'alun de fer à 5% (p/v) (stérilisé par filtration).

1mL de la solution mère et des dilutions 10^{-1} et 10^{-2} est introduit dans le tube en surfusion. Refroidissement et incubation à 37°C pendant 24 heures. Les colonies des bactéries sulfitoréductrices sont noires ; leur taille varie selon l'espèce (LEBRES *et al.*, 2002).

III.4.1.6. Dénombrement des Streptocoques fécaux

Les streptocoques du groupe D ou streptocoques fécaux sont recherchés et dénombrés en milieu liquide par la technique du NPP (Nombre le plus probable) (**LEBRES *et al.*, 2002**).

- **Test présomptif :**

Le milieu à l'acide de sodium (Rothe) est ensemencé en triple, à partir de trois dilutions successives (10^{-1} à 10^{-3}). Après 24 à 48 heures d'incubation à 37°C, les tubes présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs.

- **Test confirmatif :**

Chaque tube positif du test de présomption a fait l'objet d'une confirmation sur milieu EVA Litsky par repiquage à l'aide d'une öse. Après incubation à 37°C pendant 24 heures, les tubes présentant à la fois un trouble microbien et une pastille blanchâtre ou violette au fond sont considérés positifs. Le dénombrement est fait par usage de la table de McGrady à trois tubes.

III.4.1.7. Recherche de *Salmonella*

La recherche des salmonelles a été effectuée selon le protocole décrit par (**Lebres *et al.*, 2002**) :

Pour le Pré-enrichissement, ajouter 25mL du lait à 225mL d'une eau peptonée tamponnée. Incubation à 37°C pendant 18 heures.

L'enrichissement est réalisé à partir du milieu de pré-enrichissement, 10mL est transféré dans deux flacons contenant 100mL du bouillon au sélénite et à la cystéine, l'incubation se fait à 37°C pour le premier flacon et à 42°C pour le deuxième flacon pendant 24 à 48 heures.

L'isolement est effectué par ensemencement d'une öse du milieu d'enrichissement à la surface de la gélose biliée lactosée au vert brillant et au rouge de phénol. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

Les salmonelles forment des colonies roses entourées d'une zone rouge.

III.5. Analyse des acides gras de lait

On a prélevé dix échantillons de lait de deux différents fournisseurs de laiterie de BNI-TAMOU, et on les a transportés au niveau du CRAPC pour l'analyse de leur composition en acides gras.

III.5.1. Méthode d'analyse

La méthodologie de travail adoptée dans cette étude est récapitulée dans la figure 4.

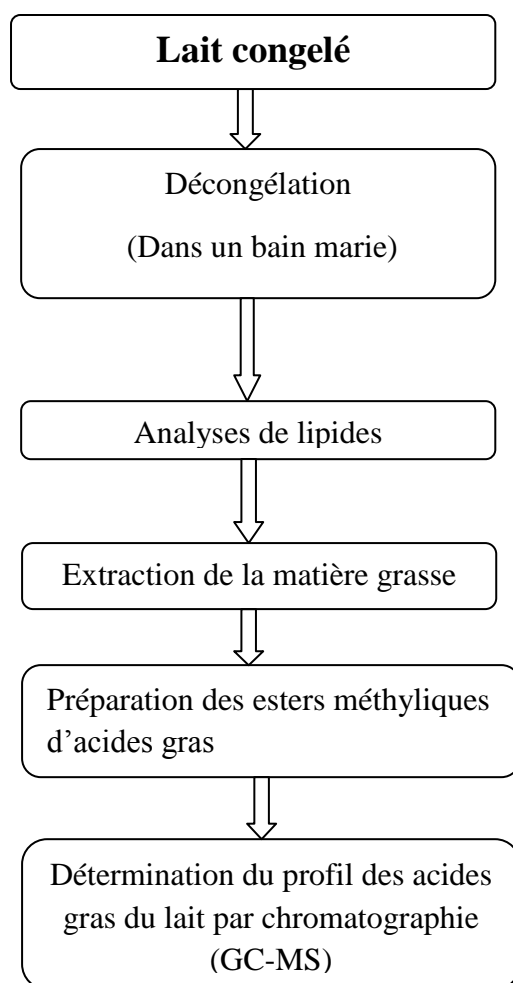


Figure 4 : Procédure expérimentale suivie pour les analyses.

III.5.2. L'extraction de la matière grasse

Nous avons suivi la méthode de (**ROSE-GOTTLIEB, 1960**), qui correspond à un dosage des lipides par pesée après extraction éthéro-ammoniacale.

• Mode opératoire :

L'échantillon du lait est porté à 40°C dans un bain marie et refroidie rapidement à 20°C.

Sous une « hotte aspirante », avec une ventilation adéquate et dans une ampoule à décanter de 500 ml, 10 ml de lait sont mélangés par retournement (en laissant s'échapper les gaz de temps en temps) à 2 ml d'hydroxyde d'ammonium et 10ml d'éthanol. Puis 25 ml d'oxyde di-éthylique sont rajoutés et l'ampoule est agitée vigoureusement par retournement, pendant 1 minute (min).

25 ml d'éther de pétrole sont rajoutés encore et l'ampoule est agitée par retournement.



Figure 5 : A. séparation des deux phases. B. évaporation des solvants.

L'ampoule est laissée au repos jusqu'à la séparation complète des deux phases (figure 5).

La phase supérieure (organique) est récupérée et la phase inférieure (aqueuse) est transvasée dans une ampoule à décanter de 500 ml. L'extraction est répétée deux fois avec 15 ml d'éther di-éthylique, 15 ml d'éther de pétrole sur la phase aqueuse.

Nous récupérons la phase supérieure dans un ballon taré (P1) séché au préalable 30 min à l'étuve (70°C), puis refroidi 30 min dans un dessiccateur à température ambiante.

Les solvants sont ensuite évaporés dans un évaporateur rotatif à 60°C. Puis le ballon est mis dans une étuve pendant 1 heure à 70°C puis refroidie au dessiccateur avant d'être pesé (P2).

Le poids de la matière grasse récupéré = P2- P1.

Pour chaque échantillon, l'extraction des lipides a été répétée deux fois.

III.5.3. La préparation des esters méthyliques des acides gras :

Pour analyser les acides gras (AG) obtenus en Chromatographie Phase Gazeuse couplé à un spectromètre de masse (GC-MS), nous devons tout d'abord les estérifiés dans le but de rendre les acide gras volatils.

La formation des esters méthyliques d'acides gras constitue une phase préalable indispensable à la chromatographie (**Mordret, 1992**). Le principe consiste en une méthanolyse en milieu alcalin (saponification AG) suivie d'une méthanolyse en milieu acide (transforment les savons AG) puis en esters.

Les esters méthyliques ainsi formés sont extraits par un solvant apolaire puis injectés dans le chromatographe.

- **Mode opératoire :**

Pour 1g de matière grasse nous ajoutons 10ml d'heptane et 0,5 ml de la solution méthanoïque d'hydroxyde de potassium. En fonction de la quantité de la matière grasse extraite, il est nécessaire d'ajuster le volume d'heptane et d'hydroxyde de potassium à ajouter. Après il faut fermer le tube à essai et mélanger le contenu en agitant jusqu'à ce que la solution devienne limpide (environ 20 seconde).

Après la clarification, le glycérol se décante rapidement. A l'aide d'une micropipette nous prélevons la couche supérieure qui contient les esters méthyliques et est transférée dans des Vials destinés pour l'analyse en GC-MS.

III.5.4. Détermination du profil des acides gras du lait par GC-MS

L'analyse qualitative et semi-quantitative des échantillons d'esters méthyliques d'acides gras est déterminée par un GC de type Hewlett Packard –modèle, 6890 couplé à un spectromètre de masse de type Hewlett Packard, modèle 5973 et équipé d'une colonne capillaire de marque Restek Co., Stabilwax-DA d'une longueur : 60 mètre (m), diamètre intérieur : 0.25 millimètre (mm) et d'une épaisseur de: 0.25 μm . L'hélium est utilisé comme gaz vecteur avec un débit de 1.5 ml/min.

L'injection des esters méthyliques d'acides gras dans le chromatographe s'effectue à l'aide d'une micro seringue. La durée de l'analyse est de 30 min.

-le programme d'analyse au niveau du GC-MS (voir annexe 2).

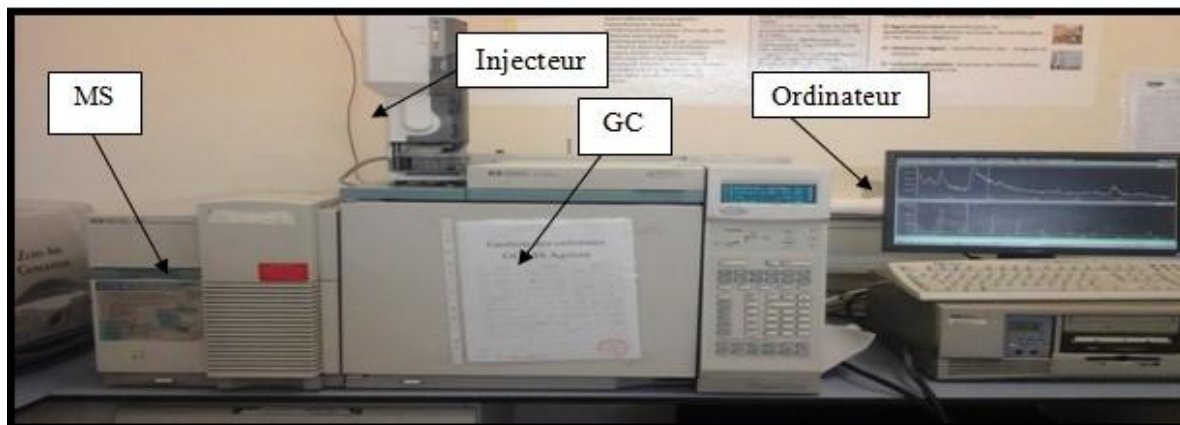


Figure 6 : Représentation de la GC-MS

III.6. La crème fraîche (Bridel)

La Crème fraîche épaisse et pasteurisée de Normandie Bridel est une crème onctueuse et savoureuse. Idéale pour les utilisations chaudes (sauces accompagnant viandes ou poissons) ou froides (desserts).

III.6.1. Diagramme de fabrication au niveau de la laiterie

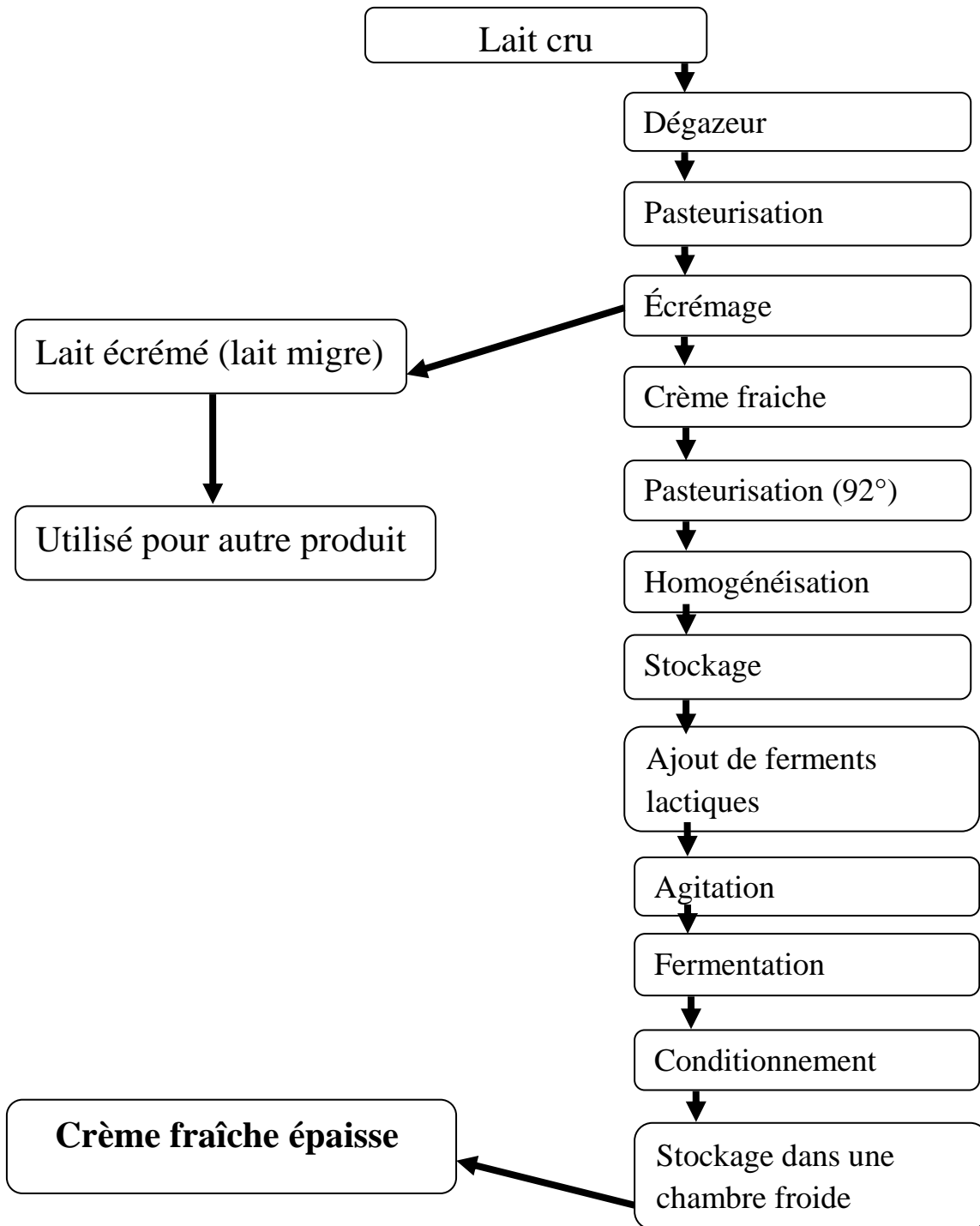


Figure 7 : diagramme de fabrication de la crème fraîche épaisse (Bridel).

III.6.2. Améliorations de la crème fraîche

- **L'objectif :**

-Amélioration du goût en ajoutant un ingrédient qui est l'olive vert.

-Atteindre un pourcentage de MG de 30 % en ajoutant du lait maigre comme ingrédient dans la préparation.

- **Mode opératoire :**

-Après l'écémage du lait, on a récupéré la crème et le lait maigre.

-Mélanger un volume X de la crème + un volume X de lait maigre et mesurer la MG.

-La MG de ce mélange est de 27 %, on doit l'élever jusqu'à MG=30%.

-On a équilibré le pourcentage de MG par l'addition d'un ingrédient qui est l'olive raffiné à des doses progressives et qui est séchée à des différentes températures.

-Suivre le changement de MG dans le mélange, prendre la dose d'olive qui donne un pourcentage de MG de 30%.

-Addition des ferments lactiques et laisser fermenté pendant 10 à 12h en suivant le pH du mélange.

- Lorsque l'on arrive à un pH= 4,4 on met la crème dans le réfrigérateur pour empêcher l'activité des ferments.

- Déposer la crème dans des pots et présenter pour la dégustation.



Figure 8 : A. L'olive vert raffiné. B. Produit fini (crème fraîche + olive)

III.6.3. Contrôle de qualité de la crème épaisse :

III.6.3.1. Analyse physicochimique

Suivi le même protocole des analyse du lait cru.

III.6.3.2. Analyses microbiologiques :

III.6.3.2.1. Préparation des échantillons :

L'échantillon de la crème (5g) est placé dans un récipient stérile avec 45mL d'eau physiologique stérile. L'ensemble est homogénéisé et sert à préparer les dilutions jusqu'à 10^{-4} (Guiraud, 2003).

III.6.3.2.2 Recherche et dénombrement des germes de contamination :

La recherche et le dénombrement des germes de contamination de la crème épaisse est identique à celle de la section 4-1.

Chapitre IV :
Résultats
Et Discussions

Chapitre IV : Résultats et discussions

Notre étude a porté sur l'analyse physico-chimique, microbiologique et nutritionnelle du lait de vache cru ainsi que l'amélioration de la crème fraîche (Bridel).

IV.1. Analyses physico-chimiques du lait cru

La laiterie de BENI TAMOU collecte du lait cru de vache auprès de 8 fournisseur Le tableau N°7 regroupe les résultats relatifs aux caractéristiques physico-chimiques du lait cru collecté.

Tableau N°7 : Analyses physico-chimiques des échantillons de lait cru collecter des 8 fournisseurs (F1-F8) de la laiterie.

fournisseurs	T°C	Acidité	densité	pH	MG	MAT	Cryoscopie
F1	5	18	1028	8	3,27	3,284	500
F2	4	18	1029	7	4,01	3,3	496
F3	9	17	1029	6,8	3,82	3,223	527
F4	5,4	16,5	1030	6,5	3,34	3,285	515
F5	5,2	17	1029	7	3,67	3,322	496
F6	10	18	1028	6,5	3,15	3,296	516
F7	10	18	1028	7,5	3,51	3,181	530
F8	5	17,5	1031	7	3,14	3,223	523
Moyenne	6,7	17,5	1029	7,04	3,49	3,26	512,88
Ecart-Type	2.51	0.60	1.07	0.50	0.32	0.05	13.86

Les Résultats d'analyses physico-chimiques (T°C, Acidité, densité, MG,) du lait issu des différents fournisseurs répondent aux normes. La température de lait cru, doit avoir des valeurs entre 4 -7 °C (Afnor 2001). D'après (Aboutayeb, 2005), un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18°D. La densité de lait de vache est comprise entre 1030-1033 à une température de 20°C (Alais, 1984). Les teneurs moyennes en matières grasse du lait sont comprises entre 28.5 et 32.5g /l (Afnor, 2001).

Alors que les valeurs de pH et MAT et du point de congélation sont déférent à celle menée par d'autre auteur. Le pH de lait cru doit avoir des valeurs entre 6.7 et 6.8 (Afnor,

1986). Les valeurs de MAT selon (**Pellegrini et al., 1994**) et (**Assenat, 1985**) sont (5.63%) (5.78%) respectivement. Les valeurs du point de congélation varient entre - 0,530 °C à - 0,575°C (**Vignola, 2002**).

Par la suite, nous avons sélectionné le lait collecté des fournisseurs F1 et F2 afin de poursuivre notre travail expérimental. Les analyses physico-chimiques du lait cru collecté de ces deux fournisseurs ont été suivies pendant 8 semaines.

IV.1.1. La température

Les résultats de suivi de températures de lait de vache cru sont illustrés dans le tableau N°8

Tableau N°8 : Température du lait cru des fournisseurs F1 et F2

Dates (par semaine)	Valeurs de T °C	
	Moyenne ± l'écart type	
	F1	F2
s1	5,6±0.9	7±1.9
s2	7±4.5	6,1±1.2
s3	5,7±0.9	6,2±2.3
s4	6,9±2	6,4±1.8
s5	5,7±1	6,6±1.5
s6	7,1±4.2	6,9±2.1
s7	6±1.2	6,9±1.7
s8	6,2±1.3	6±1.3

Les valeurs de températures du lait cru de ces deux fournisseurs sont comprises entre 5.6 et 7.1°C, elles sont en conformité avec les normes. La température de lait cru, doit avoir des valeurs entre 4 et 7 °C (**Afnor, 2001**).

IV.1.2. L'acidité

Tableau N°9 : Acidité titrable du lait cru des fournisseurs F1 et F2.

Dates par semaine	Acidité en (°D)	
	Moyenne ± l'écart type	
	F1	F2
S1	17,00±0	17,14±0.75
S2	15,64±3.4	16,86±0.38
S3	16,93±0.19	17,43±0.53
S4	17,14±0.38	16,86±0.38
S5	17,14±0.38	17,29±0.49
S6	15,81±3.21	16,94±0.42
S7	15,88±0.35	17,38±0.52
S8	16,94±0.42	16,94±0.17

Les échantillons de lait cru analysés présentent des valeurs d'acidité titrable située entre 16.86-17.43 °D et entre 15.64-17.14 °D, pour les fournisseurs F1 et F2 respectivement. Les valeurs moyennes d'acidité titrable du lait cru de vache de ces deux fournisseurs sont similaires à celles obtenues dans la littérature.

D'après (**Aboutayeb ,2005**), un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18°D. La (**FAO, 2010**) rapporte que l'acidité du lait est en moyenne 16 °D (15-17 °D) et selon (**Alais, 1984**) l'acidité titrable du lait est comprise entre 15°D et 18°D.

IV.1.3. Le pH

Le pH des échantillons de lait collecté durant les 8 semaines de prélèvements a été mesuré. Les valeurs du pH de lait cru analysées (tableau n°10) sont comprises entre 6.60 et 7.01 avec une moyenne de 6.81 ± 0.37 pour le F1 et 6.78 ± 0.41 pour le F2. Les résultats obtenus sont conforme aux normes, soit entre 6.7 et 6.8 pour le lait cru, lait entier (**Afnor, 1986**).

Les résultats de pH obtenus sont aussi similaires à celles mentionnées par d'autres auteurs tels que (**Sharma, 2006**) et (**Kailasapathy et al., 2011**), pH = 6.6 et 6.8 à 20°C, respectivement.

Tableau N°10 : pH de lait cru des fournisseurs F1 et F2.

Dates par semaine	Valeurs de pH Moyenne \pm l'écart type	
	F1	F2
S1	6,76 \pm 0.38	7,01 \pm 0.39
S2	6,73 \pm 0.52	6,69 \pm 0.42
S3	6,76 \pm 0.33	7,01 \pm 0.49
S4	6,83 \pm 0.32	6,83 \pm 0.47
S5	6,94 \pm 0.27	6,69 \pm 0.45
S6	6,84 \pm 0.43	6,85 \pm 0.40
S7	6,70 \pm 0.35	6,60 \pm 0.33
S8	6,65 \pm 0.34	6,83 \pm 0.30

Tableau N°11 : Densité de lait de vache cru des fournisseurs F1 et F2.

Dates par semaine	La densité	
	Moyenne \pm l'écart type	
	F1	F2
S1	1030,29 \pm 0.49	1030 \pm 0.82
S2	1029,86 \pm 0.69	1030,57 \pm 0.98
S3	1030,29 \pm 1.38	1030,14 \pm 1.57
S4	1030,43 \pm 1.27	1030,29 \pm 1.11
S5	1030,29 \pm 1.25	1029,71 \pm 1.8
S6	1029,75 \pm 1.04	1030,25 \pm 1.16
S7	1030,25 \pm 0.46	1029,50 \pm 1.07
S8	1030,5 \pm 0.76	1029,75 \pm 1.04

Les résultats illustrés dans le tableau 11 montrent que la densité du lait de fournisseur F1 varie entre 1029,29 et 1030 avec une moyenne de $1030,20 \pm 0.92$ tandis que celle du lait de fournisseur F2 est comprise entre 1029,09 et 1030.57 avec une moyenne de $1030,03 \pm 1.19$. Ces valeurs sont similaires à celle rapportée par la (FAO, 2010) soit 1028-1033 et à celle relevé par (Aboutayeb, 2005) soit 1028-1035 et aussi par (Alais, 1984). La densité de lait de vache est comprise entre 1030 et 1033 à une température de 20°C.

IV.1.5. Le point de congélation (cryoscopie).

D'après les résultats obtenus, nous avons noté l'absence d'eau dans les échantillons de lait analysée des deux fournisseurs qu'est situé dans l'intervalle de - 0,514°C et - 0,520°C pour le F1 et -0.506°C et -0.523°C pour le F2. Les résultats de ces deux traites ne répondent pas aux normes citées par (Vignola, 2002) qui varient entre - 0,530 °C à -0,575°C. Cependant, ils sont conformes à ceux cités par (Amariglio, 1968).

Le point de congélation n'est pas une valeur constante, la moyenne se situe à - 0,55°C, mais il faut tenir compte des légères fluctuations dues aux variations saisonnières, à la race de la vache, à la région de production, etc. (Vignola, 2002).

Les valeurs du point de congélation de lait cru durant les 8 semaines de prélèvements sont récapitulées dans l'histogramme suivant. (Figure 9).

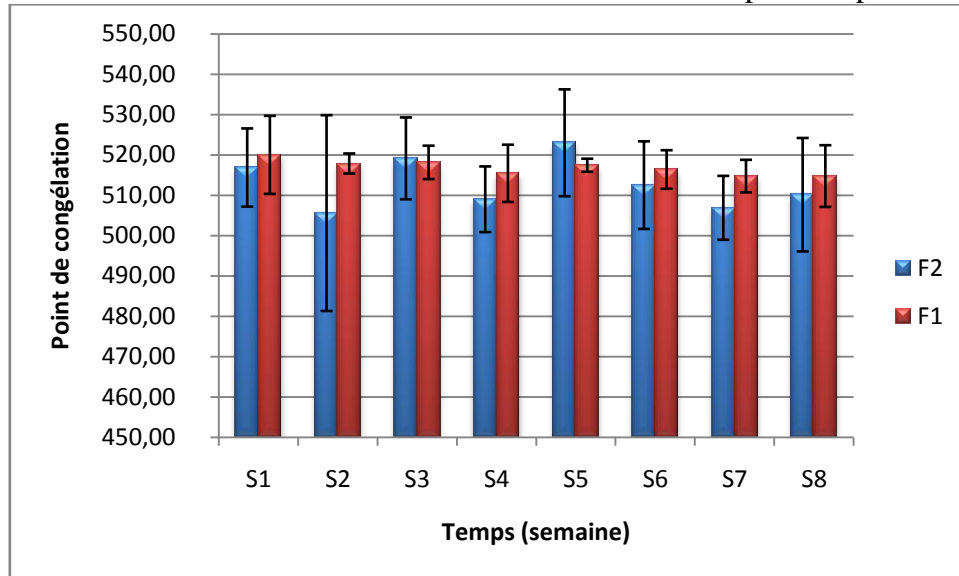


Figure 9 : Point de congélation de lait de vache des deux fournisseurs.

IV.1.6. La matière grasse (MG) g/l

La teneur en matière grasse varie entre 30.61 g/l et 30.89 g/l pour le lait prélevé du fournisseur 1 et entre 30.014 g/l et 30.68 g/l pour le lait prélevé du fournisseur 2. Nos résultats sont en conformité avec les normes. Les teneurs moyennes en matières grasse du lait sont comprises entre 28.5 et 32.5g /l (Afnor, 2001).

Les valeurs de la matière grasse du lait cru mesurées durant les 8 semaines de suivi sont présentées dans l'histogramme suivant. (Figure 10).

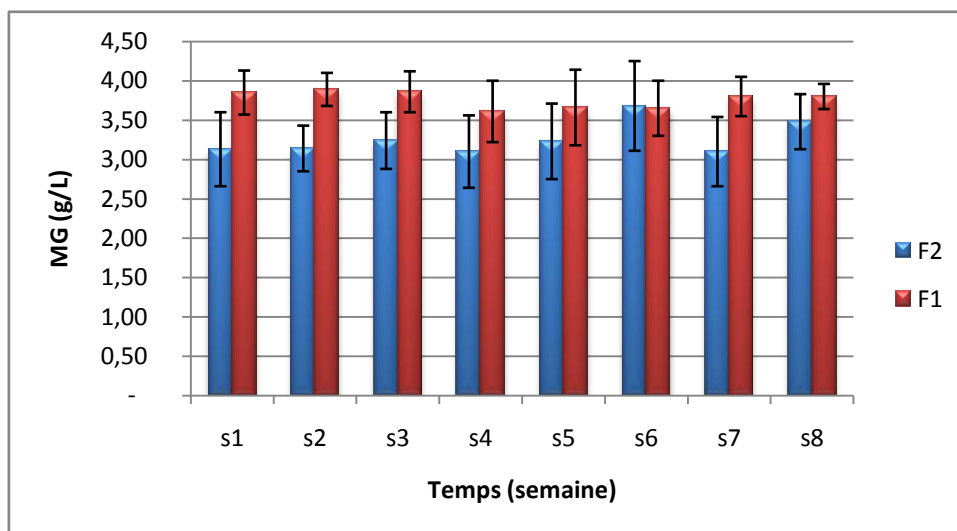


Figure 10 : Valeur de la matière grasse de lait de vache des deux fournisseurs.

IV.1.7. La matière azotée totale (MAT)

Les résultats du dosage de la matière azotée dans le lait de vache cru des deux fournisseurs concernés par l'étude sont présentés dans le tableau 12.

Tableau N° 12 : La matière azotée (MAT) de lait de vache cru des deux fournisseurs.

Dates par semaine	La matière azotée totale (MAT)	
	Moyenne \pm l'écart type	
	F1	F2
S1	3.42 \pm 0.17	3.42 \pm 0.14
S2	3.41 \pm 0.14	3.39 \pm 0.14
S3	3.47 \pm 0.18	3.33 \pm 0.06
S4	3.46 \pm 0.17	3.34 \pm 0.15
S5	3.49 \pm 0.28	3.30 \pm 0.38
S6	3.44 \pm 0.25	3.11 \pm 0.25
S7	3.41 \pm 0.14	3.34 \pm 0.19
S8	3.36 \pm 0.09	3.26 \pm 0.10

La teneur moyenne en matière azotée totale des échantillons de lait des deux fournisseurs est de l'ordre de 3.43% \pm 0.18 pour le premier fournisseur et de 3.31 % \pm 0.18 pour le deuxième fournisseur. Elle est inférieure à celle rapportée par (**Pellegrini *et al.*, 1994**) (5.63%) et (**Assenat, 1985**) (5.78%) en France ainsi que (**Rouissi *et al.*, 2006**) (6.4 à 6.55%) en Tunisie.

IV.1.8. Test d'antibiotiques

La recherche d'antibiotiques dans le lait cru réalisée par l'appareil **BetaStar® Combo 2Neogen** a révélé leur absence (figure 11) dans tout les échantillons prélevés des deux fournisseurs durant les deux mois de suivi.

Cette absence est recommandée par la réglementation nationale et internationale (Arrêté de 24 janvier 1998, JORA N° 35 du 27-05 1998 ; Arrêté française du 18 mars 1994).

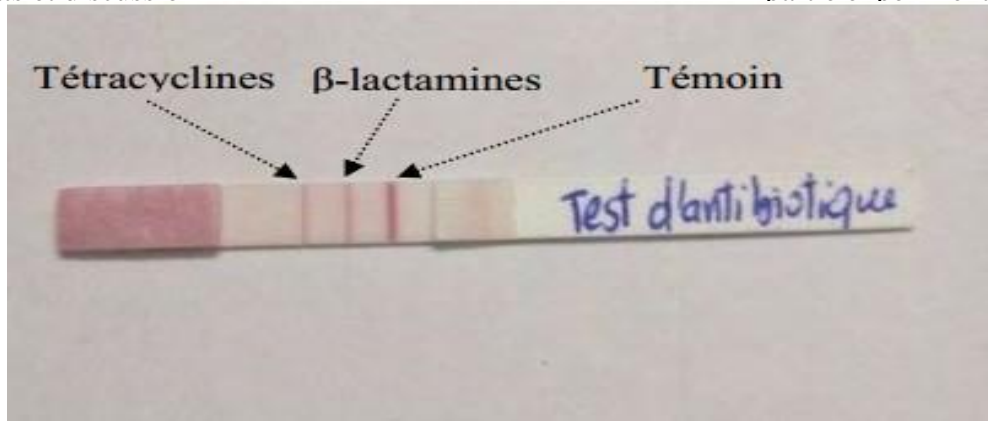


Figure 11 : Résultat obtenu pour le test d'antibiotique des échantillons du lait cru
Tétracyclines β-lactamines Témoin.

IV.2 Analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques des laits analysés exprimés en UFC/ml sont présentés dans le tableau N°13. Ils représentent la charge en différentes microflores recherchées dans les laits crus analysés.

Tableau N°13 : Germes recherchés dans les échantillons de lait cru des deux fournisseurs (UFC/ml).

Germes recherchés UFC/ml	Moyenne F1	Moyenne F2	Normes (UFC/ml) (JORA n°35, 1998)
FTAM	28.10^6	25.10^6	10^5
Col.totaux	50.10^5	50.10^5	-
col.f.	36.10^4	32.10^4	10^3
strept. f.	52.10^4	50.10^4	Absence/0,1 ml
staph.	Absence	Absence	Absence
Salmonelles	Absence	Absence	Absence
Clostridium sulfito- réducteur	Absence	Absence	Absence

IV.2.1. Flore aérobie mésophile totale :

C'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques, qui nous renseigne sur la qualité hygiénique du lait cru et elle est considérée comme le facteur déterminant la durée de conservation du lait frais (**Guinot-Thomas et al., 1995**).

Le dénombrement de cette flore pour tout les échantillons de lait cru a montré qu'il y a une charge moyenne en microorganismes d'environ 28×10^6 UFC/ml pour le F1 et d'environ 25×10^6 UFC/ml pour le F2 (tableau N°14). Ce résultat indique une contamination en flore totale dépassant la norme fixée à 10^5 UFC/ml. (**JORA N°35,1998**)

Selon (**Ameur et al., 2011**), en Algérie, le lait cru collecté présente un taux de contamination microbienne très élevé (entre 10^5 et 10^7 UFC/ml), préjudiciable aussi bien à la transformation dans l'industrie laitière qu'à la santé publique. Nos résultats se situent dans cet intervalle de contamination, ils sont supérieurs aux résultats rapportés par (**Aggad et al., 2009**) dans l'ouest Algérien où le niveau de contamination moyen avoisine 83.10^4 UFC/ml avec les mêmes points de prélèvements (tank de réception).

Ceci s'explique par un moindre degré de contamination cumulé de la production à l'arrivée du lait à la laiterie. Cependant, ils sont en accord avec ceux de (**Affif et al., 2008**), (**Labioui et al., 2009**), (**Mennane, 2007**), (**Srairi et al., 2005**) et (**Bonfoh et al., 2002**).

IV.2.2. Coliformes totaux

Les résultats présentent un dénombrement moyen en coliformes totaux de 50×10^5 UFC/ml pour le F1 et le F2. La flore coliforme est composée des entérobactéries qui fermentent le lactose et produisent ainsi des acides et du gaz. Leur développement est freiné par l'abaissement du pH et leur croissance stoppée lorsque le pH est inférieur à 4,5. Ils sont peu résistants à la chaleur (**Le Minor et Richard, 1993**).

D'après (**Magnusson et al., 2007**), les litières fortement souillées contiennent plus de coliformes et dans ce cas la prévalence de mammites augmente, suggérant une contamination des trayons et du lait plus importante. D'autres sources de contaminations sont également à considérer tel que les mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite.

Selon **Larpent (1990)**, la présence des coliformes n'est pas obligatoirement une indication directe de la contamination fécale. Certains coliformes sont, en effet, présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement laitier.

Nos résultats sont supérieurs à ceux rapportés par (**Afif et al., 2008**) avec $3,2.10^5$ UFC/ml, cependant ils sont inférieurs aux dénombrements retrouvés par (**Ouinine et al., 2004**) $1,07.10^7$ UFC/ml au Maroc.

IV.2.3. Coliformes fécaux

La moyenne des dénombrements des **coliformes fécaux** est de 36.10^4 UFC/ml pour le F1 et de 32.10^4 UFC/ml pour le F2. Ces résultats sont très variables et supérieurs à la norme 10^3 UFC/ml (**JORA, 1998**).

La recherche de microorganismes indicateurs de la contamination d'origine fécale permet de juger l'état hygiénique d'un produit. Même à des niveaux faibles, ils témoigneraient de conditions hygiéniques dégradées lors de la traite ou au cours du transport (**Labioui et al., 2009**). Leur présence est souvent associée à des entérobactéries pathogènes comme les *Salmonella*, les *Shigella*, les *Yersinia* et certains biotypes d'*E.coli* (**Guiraud et Rosec, 2004**).

Nos résultats sont supérieurs à ceux rapportés par (**Ghazi et Niar, 2011**), dans la région de Tiaret avec une moyenne de $1,7.10^4$ UFC/ml, ils se rapprochent des résultats obtenus par (**Affif et al., 2008**) dans l'une des coopératives laitières à Tadla (Maroc) 32.10^4 UFC/ml, mais sont nettement inférieurs aux résultats rapportés par (**Ouinine et al., 2004**) $1.99.10^6$ UFC/ml.

IV.2.4. Streptocoques fécaux

La charge moyenne en streptocoques fécaux est de 52.10^4 UFC/ml pour le F1 et de 50.10^4 UFC/ml pour le F2. Selon le **JORA N°35(1998)**, ces seuils de contamination en flore totale dépassent la norme fixée à « absence/0.1ml ».

Des charges en streptocoques fécaux dépassant les normes ont été également observées par (**Aggad et al., 2009**) dans des laits de mélange de l'ouest algérien. Cependant, les dénombrements sont moins importants $0.64.10^2$ UFC/ml. La moyenne des résultats de l'étude menée par (**Labioui et al., 2009**) au Maroc est de $0.4.10^3$ UFC/ml.

Nos résultats sont également supérieurs à ceux rapportés par (**Affif et al., 2008**) au Maroc qui est de 10^2 UFC/ml.

IV.2.5. Staphylocoques :

Les staphylocoques sont très répandus dans la nature, certains sont pathogènes, d'autres Saprophytes. La norme concernant le *Staphylococcus aureus* est l'absence du germe dans le lait cru. Les infections mammaires à staphylocoques représentent la principale source de contamination du lait à la production (**Thieulon, 2005**).

Les résultats obtenus présentent une **absence totale** dans tous les échantillons F1 et F2. Cela veut dire que le lait est conforme à la norme. Cette conformité est l'œuvre d'une bonne hygiène du personnel chargé à la traite.

IV.2.6. Clostridium sulfito-réducteur à 46°C :

Les résultats d'analyse de ce type de micro-organismes est l'absence totale dans le lait analysés de F1 et de F2, ce qui est conforme à la réglementation algérienne.

IV.2.7. Salmonelles

L'analyse microbiologique de ce groupe microbien pathogène n'a pas montré de contamination chez les deux fournisseurs, ce qui est conforme à la réglementation algérienne. En général, l'isolement des salmonelles dans le lait cru est difficile à mettre en évidence (**Affif et al., 2008**).

La principale source de contamination du lait cru serait l'excrétion fécale de salmonelles, dissémination de la bactérie dans l'environnement, puis contamination de la peau des mamelles et du matériel de traite et enfin passage dans le lait (**Guy, 2006**).

IV.3 Analyse des acides gras

Notre étude a porté sur l'analyse de la composition en acides gras de dix échantillons de lait cru de vache (cinq échantillons du fournisseur F1 et cinq échantillons du fournisseur F2).

IV.3.1. Identification des pics des acides gras par GC-MS

L'analyse qualitative de nos échantillons a révélé l'existence de 14 pics d'AG dans le lait de vache de fournisseur F1 et 13 pic pour le fournisseur F2. Avec un pourcentage de 63.29% d'AGS et 37.58% d'AGI pour le F1 et de 64.99% d'AGS et 26.38% d'AGI pour le F2.

La nomenclature, l'ordre d'élution et le temps de rétention des pics identifiés dans les échantillons du lait de vache injectés par GC-MS sont présentés dans les tableaux 1 et 2 (voir annexe 3).

Les chromatogrammes de premier échantillon de lait analysé des fournisseurs F1 et F2 sont présentés dans les figures 1 et 2 (voir annexe 3).

Nous remarquons, généralement les mêmes pics d'acides gras identifiés pour les échantillons des deux fournisseurs, excepté pour le fournisseur F1 où l'on identifie un pic d'AG au temps de rétention 43.846 min et qui est le Hexadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester.

Sylvain Lerch (2012) dans son étude a identifié 31 pic beaucoup plus que nous, parce qu'il a utilisé une méthode d'extraction différente (extraction par méthylation (**Sukhija et Palmquist, 1988**)). Il a réussi d'identifier et de quantifier avec précision certain isomères d'AG faiblement représentés (ALC, ALn et AG trans), grâce à son utilisation de différentes techniques chromatographiques et spectrométriques.

IV.3.2. Profil en acide gras

Le pourcentage en AG de lait de vache cru des échantillons analysées a été réalisé par le rapport entre l'air des pics correspondant et la somme des aires des pics de tous les acides gras. Les proportions en AG du lait de vache sont présentées dans le tableau 14 et la figure 3 (voir annexe 3).

Tableau N°14 : Proportion en acide gras du lait de vache.

Formules d'Acide gras	AG %	
	Moyenne ± l'écart type	
	F1	F2
Butyrique C4:0	1,508±0,24	1,974±0,27
Caproïque C6:0	1,538±0,13	1,89±0,25
Caprylique C8:0	1,9304±0,54	1,62±0,54
Caprique C10:0	3,216±0,30	3,244±0,42
laurique C12 :0	3,992±0,47	3,71±0,50
Myristique C14 :0	12,14±0,95	12,06±0,91
Myristoléique C14 :1		1,163±0,14
Pentadécylique C15 :0	1,622±0,22	1,044±0,02
Palmitique C16 :0	30,1425±2,53	29,508±1,96
Palmitoléique C16:1	2,372±0,31	1,472±0,12
Stéarique C18 :0	7,21±2,02	9,942±1,61
Oléique C18 :1	21,608±2,68	22,394±2,18
Oléique C18 :1	8,48±0,78	
Linoléique C18 :2	5,1225±1,35	2,515±0,11

A la lecture de nos résultats présentés dans le diagramme et le tableau précédent on trouve que les mêmes acides gras sont présents dans le lait de vache des deux fournisseurs avec des proportions très proches entre eux, à l'exception d'acide myristoléique C14 :1 qui est présente uniquement chez le fournisseur F2 avec un pourcentage de 1.16%.

Cette différence est causée par la différence de la race des vaches laitières des deux fournisseurs , nos résultats sont en accord avec ceux menée par d'autres auteurs.

L'effet de la race sur la composition de la matière grasse est aussi observé chez la vache (**Ferlay et al., 2011**).

Les facteurs qui affect la composition en acide gras du lait de vache ont aussi fait l'objet d'une revue de synthèse par (**Roca Fernandez et Rodriguez, 2012**). Les plus importants de ces facteurs sont liés aussi bien à l'alimentation qu'à l'animal.

L'alimentation joue un rôle très important sur le profil en AG du lait et son effet est rapide et réversible (**Chilliard et al., 2001 ; Dewhurst et al., 2006**).

IV.3.3. Profil en acides gras saturés et insaturés

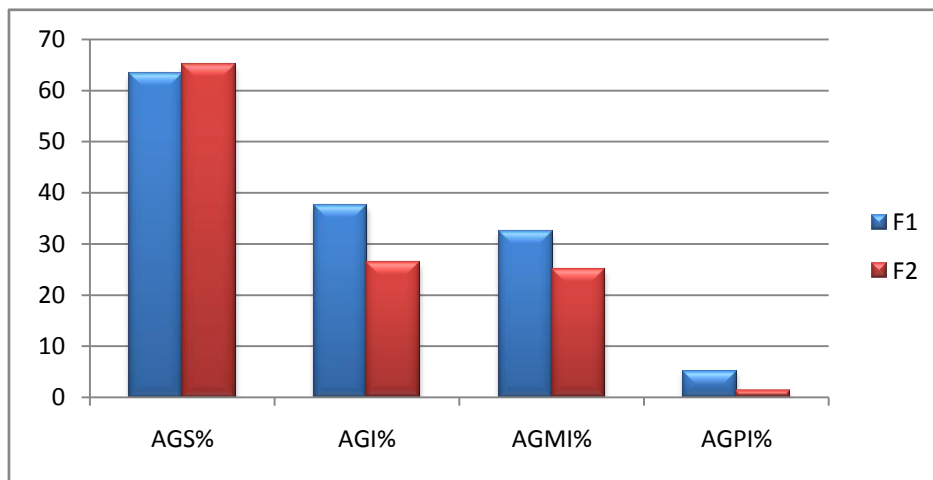


Figure 12 : Diagramme de la composition en acide gras saturés AGS, insaturés AGI, mono insaturés AGMI, et polyinsaturés AGPI des laits.

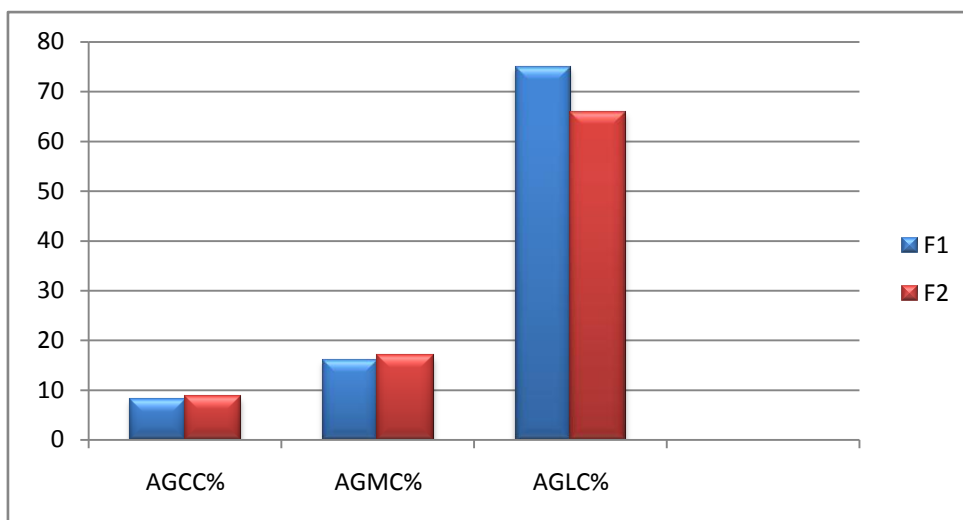


Figure 13 : Diagramme de la composition en acides gras a court, moyenne et longue chaine, AGCC%, AGMC%, AGLC% des laits.

Les résultats présentés dans la figure 14 montrent que les acides gras saturés s'imposent par rapport aux acides gras insaturés (63.29% VS 37.58%) pour le F1 et (64.99% VS 26.38%) pour le F2. Ces résultats sont en conformité avec (Meribai *et al.*, 2015) qui trouve aussi que les AGS sont majoritaire par apport au AGI, mais ils sont légèrement inférieur aux valeur de

celui-ci qui trouve (66.88 %) AGS et (33.16%) AGI. Nos résultats sont similaires à ceux trouvé par (**Alais, 1984 et Moate *et al.*, 2007**) (63%).

Les résultats présentés dans la figure 15 indique que parmi les acides gras saturés, ceux dont la chaîne hydrocarbonée est supérieures ou égale à 14 atomes de carbone sont les majoritaires F1 (76.55%) et F2 (66.87%), avec prédominance de l'acide palmitique F1 (30.14%) et F2 (29.50%), suivie des acide myristique et stéarique avec des taux respectifs de F1 (12.14%) F2 (12.06%) et F1 (7.21%) F2 (9.94%).

Les acides gras à courte et moyenne chaîne (C4-C12) dans le lait totalisent un pourcentage de F1 (8.2%) et F2 (8.72%) dans de groupe, l'acide laurique est l'AG majoritaire suivie des acides caprique, butyrique, caproïque et caprylique. cette tendance confirme celle d'autre études de (**Meribai *et al.*, 2015**) sur le lait de vache.

D'après (**Lopez, 2011**) la proportion en acides gras à chaîne courte, moyenne et longue, et en acide gras saturés, mono insaturé et polyinsaturé est très spécifique de chaque espèce et est modulable suivant l'alimentation.

IV.4 La crème fraîche (Bridel)

IV.4.1 Analyses physico-chimiques

La crème épaisse fabriqué à partir des ferments lactique a montré une acidification importante après 12 heures d’incubation.

Le pH enregistré après leur incubation est 4,44.comme il est montré sur la figure 17.

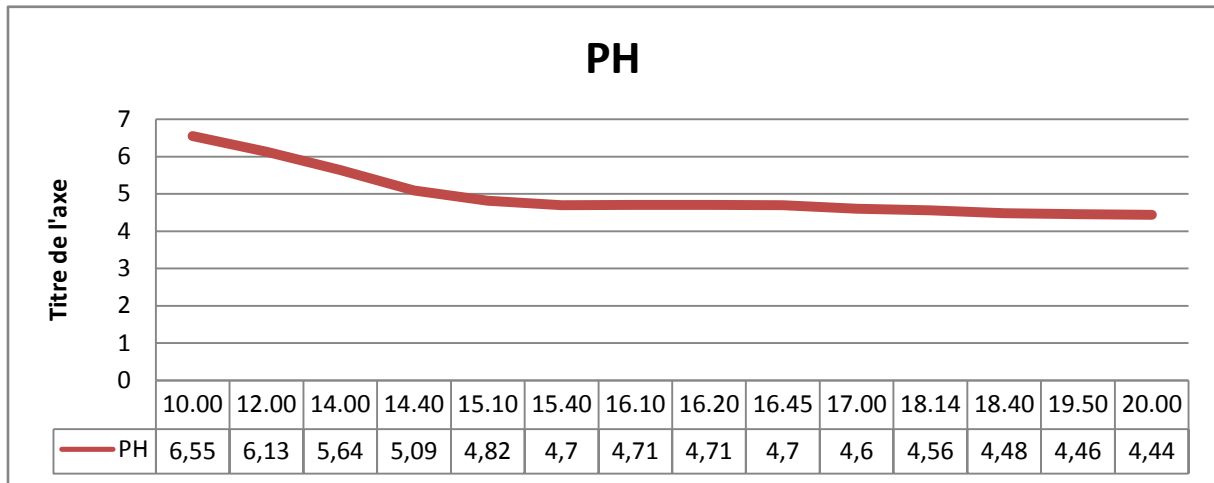


Figure 14 : Suivi de pH de la crème fraîche épaisse.

L’un des plus importants paramètres physicochimiques de la crème épaisse est sa teneur en matière grasse et aussi de l’extrait sec total. Les résultats enregistrés par l’analyseur **Food Scan™ -FOSS** sont 30 % de matière grasse et 32.76% de l’extrait sec total (tableau 17).

Ces valeurs se trouvent dans l’intervalle de valeurs recommandées par (**Kosikowski et Mistry, 1997**) et (**Costello, 2009**).

Tableau N° 15 : Résultats des analyses physicochimiques de la crème épaisse.

Paramètres	résultats
pH	4.4
MG(%)	30
EST%	32.76

IV.4.2 Analyse microbiologique de la crème fraîche :

L'analyse microbiologique de la crème maturé fabriquée par utilisation des ferments mixtes mésophiles a montré une absence de charge microbienne (tableau18), donc ces produits sont conformes aux normes algériennes (**JORA N° 35 du 27-05-1998**). Le produit fabriqué est de qualité hygiénique satisfaisante ceci peut être dû au traitement thermique qui a pour but de détruire les germes pathogènes et à l'effet de l'acidification obtenue par fermentation lactique.

Tableau N° 16 : Résultats de l'analyse microbiologique de la crème épaisse.

Nombre (UFC/ml) Germes	Crème épaisse	Norme nationale
FTAM	Abs	3.10 ⁴
Coliformes totaux	Abs	10 ²
Coliformes fécaux	Abs	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	10

Nous avons formulé une crème fraîche (Bridel) à l'olive, qui a été proposée à dégustation à un panel composé de 8 personnes. Les résultats de l'analyse sensorielle de la crème fraîche à l'olive portant sur les critères : la couleur, l'odeur, le goût, et la texture.

- Les résultats d'examen de dégustation de la crème sont récapitulés dans des fiches de dégustations (voire annexes 3).

Conclusion

Le travail réalisé est basé sur un suivi de la qualité physicochimique, microbiologique et nutritionnel du lait cru collecté au niveau de différentes régions et destiné à la fabrication des différentes gammes de produits laitiers.

Les résultats des analyses physico-chimiques du lait cru soient ; la température, le pH, l'acidité, MAT, MG et la densité rentrent dans l'intervalle de conformité aux normes d'AFNOR avec de légères fluctuations qui peuvent être expliquées par la variation des facteurs climatiques et ainsi que la race des vaches laitières.

Les échantillons sont caractérisés par une absence d'antibiotiques, qui est un bon indicateur sanitaire, car leur présence dans le lait provoque l'inhibition des bactéries lactiques, ce qui bloque le déroulement des fermentations.

Les résultats microbiologiques sont très variables avec des moyennes de dénombrements de la flore mésophile aérobie totaux de 28.10^6 UFC/ml.

Les échantillons sont également contaminés par les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux avec des moyennes respectives de 50.10^5 UFC/ml, 36.10^4 UFC/ml et 55.10^5 UFC/ml.

Concernant la recherche des germes pathogènes (staphylococcus aureus et de salmonelle), nos résultats ont révélé l'absence totale de ces germes dans tous nos échantillons.

En général, le nombre et le type des microorganismes qui contamineront le lait seront influencés par : la santé et la propreté de l'animal, l'environnement dans lequel l'animal est maintenu et l'environnement de traite, les procédures de nettoyage et désinfection de l'équipement de traite, de stockage et de transport, la température et le temps de stockage.

Sur le plan nutritionnel, notre résultat porté sur l'analyse de la composition en acides gras chez les deux fournisseurs a révélé un bon profil des acides gras pour la majorité des échantillons, avec la présence de presque les mêmes pics pour eux dans le diagramme avec des petites fluctuations.

Cette différence est causée par la différence de la race des vaches laitières des deux fournisseurs et aussi de leur alimentation.

Concernant le suivi de la préparation de la nouvelle recette du la crème fraiche maturé, les résultats physicochimiques et microbiologiques ont été conformes aux normes algériennes (JORA N° 35 du 27-05-1998), avec une moyenne acceptable concernant les tests de dégustation.

Pour notre part, nous suggérons de suivre les recommandations suivantes :

- Instaurer une politique de qualité avec la vulgarisation des bonnes pratiques d'élevage et insister sur la propreté des animaux et de leur environnement.
- Respecter surtout la chaine froide durant le transport du lait.
- Installer tous les moyens d'hygiène et un équipement de nettoyage compétant et bien formé au niveau de l'entreprise pour nettoyer les cuves du collecteur.
- Manager un système qui va gérer et améliorer la qualité du processus, du produit et de l'entreprise : « HACCP, ISO 22000, ISO 9001... ».

Références
Bibliographiques

Référence bibliographiques

“Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by cows in high-forage systems”, *anim. Feed sci. technol.*, 131, 168-206.

- **ABOUTAYEB (2005)**. Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.
- **ADDA J., GRIPON J. C. et VASSEL L. (1982)**. The chemistry of flavor and texture generation in cheese. *Food chemistry*. 9, 115 - 129.
- **ADRIAN J., POTUS J. et FRANGNE R., (2004)**. La science alimentaire de A à Z 2^{ème} édition, Tec et Doc, Lavoisier : 79,477 p.
- **ADRIANE ET POTUS, (1995)**. La science alimentaire de A à Z. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. pp : 320-369.
- **AFIFA., FAID M. et NAJIMI M. (2008)**. Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology* Vol 7. N°1. pp: 2-7.
- **AFNOR (1986)**. Recueil de la qualité des produits laitiers. Ed. AFNOR. Paris 222-321p.
- **AFNOR-Lait (2001)**. Détermination de la teneur en matière grasse – Méthode gravimétrique (méthode de référence). NF EN ISO 1211, 21 p.
- **AGABRIEL C., COULON J.B., BRUNSCHWIG G., SIBRA C. et NAFIDI C. (1995)**. Relations entre la qualité du lait livré et les caractéristiques des exploitations. *INRA Prod. Anim.*, 8 (4), 251-258.
- **AGGAD H., MAHOUZ F., AHMED AMMAR Y. et KIHAL M. (2009)**. Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l’ouest algérien. *Revue Méd. Vét.*, 160(12), 590- 595.
- **AIT ABDELOUAHAB N. (2001)**. *Microbiologie Alimentaire*. Ed. O.P.U, Alger.
- **ALAIS C. (1984)**. Sciences du lait. Principes de techniques laitières. 3^{ème} édition, édition Publicité France.
- **AMARIGLIO (1968)**. Contrôle de la qualité des produits laitiers : analyses physiques et chimiques AFNOR, ITSV, 3^{ème} éd, 1968, 1030 p.
- **AMEUR A., RAHAL K. et BOUYOUCEF A. (2011)**. Evaluation du nettoyage des tanks de réfrigération dans les fermes laitières de la région de Freha (Algérie). *Revue Nature et Technologie*. N°6. pp : 80-84.
- **AMIOT J., FOURNER S., LEBEUF Y., PAQUIN P., SIMPSON R et TURGEON H., (2002)**. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait *In VIGNOLA C.L*, Science et technologie du lait Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3 25-29 (600 pages).

Référence bibliographiques

- **ASSENAT(1985)**. Le lait de brebis. Composition et propriétés ; in : « Lait et Produits Laitiers.1. Les laits de la Mamelle à la Laiterie ». Ed. Tec. Et Doc., Lavoisier, Paris.
- **BONANOME, A, GRUNDY SM. 1988**. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. *New England J.Med.* 1988 ; 318 :1244.
- **BONFOH B., FANE A., TRAORE N. A, COULIBALY Z., SIMBE C. F, ALFAROUKH O., NICOLET J., Farah Z. et ZINSSTAG J. (2002)**. Qualité microbiologique du lait et des produits laitiers vendus en saison chaude dans le district de Bamako au Mali. *Bioterre, Rev. Inter.Sci. de la vie et de la terre, N° spécial actes du colloque international, centre Suisse. Editions Universitaires de Cote d’Ivoire.* pp: 242-250.
- **BOUTONNIER J.L. (2007)**. Matière grasse laitière – crème et beurre standard. Ville franche de Rouergue, France : Techniques de l’ingénieur, p. 1-16.
- **BYLUND G., (1995)**. Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86, Lund, Sweden : 18-23-381(436 pages).
- **CARDAK, A.D ., YETISMEYEN, A and BRUCHNER, H. (2003)**. Quantitative comparison of camel, goat and cow milk fatty acids, *Milchwissenschaft*, 58 :34-36.
- **CARTA A., CASU S., USAI M. G., ADDIS M., FIORI M., FRAGHI A., MIARI S., MURA L., PIREDDA G., SCIBLER L., SECHI T., ELSSEN J.M., BARILLET F. (2008)**. Investigating the genetic component of fatty acid content in sheep milk. *Small Ruminant Research*, 79, 22-28.
- **CASTRO T., MANSO T., JIMENO V ., DEL ALAMO M. and MANTECON A.R. (2009)**. Effect of dietary sources of vegetable fats on performance of dairy ewes and conjugated linoleic acid (CLA) in milk. *Small Ruminant Research*, 84, 47-53.
- **CHILLIARD Y., FERLAY, A., & DOREAU, M. (2001)**. Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l’alimentation des vache laitières : acide gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué .*INRA Prod. Anim.* 14, 323-335.
- **COSTELLO M.J. (2009)**. Sour Cream and Related Products. Springer Science Business Media, p.403-426.
- **COULON J-B. (1991)**. Maitrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod. Anim.*, 4 (5).pp: 361 367.
- **CUQ J.L. (2007)**. Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc.Université de Montpellier. pp: 20-25.
- **DEBRY G. (2001)**. Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 21 (566 pages).

Référence bibliographiques

- **DEWURST R.J., SHINGFIELD K.J., Lee M.R.F., SCOLLAN N.D. (2006) :**
- **DUDEZ P., SIMON D., FRANÇOIS M. 2002.** Transformer les produits laitiers frais à la ferme, Educagri, p. 91, 94, 95, 96.
- **FAO., (2010).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine- Laites de consommation <http://www.horizon.documentation.ird.fr>
- **FERLAY A., GLASSER F., MARTIN B., ANDUEZA D. and CHILLIARD Y. (2011).** Effects of Feeding Factor and Breed on Cow Milk Fatty Acid Composition: Recent Data. *Bulletin UASVM, Veterinary Medicine*, 68 (1), 137-145.
- **FREDOT E., (2005).** Connaissance des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Paris: TEC & DOC, Lavoisier, p. 295-304.
- **FREDOT E., (2006).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).
- **GAUCHERON F., (2004).** Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier:783 (922 pages).
- **GHAZI K. et NIAR A. (2011).** Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la wilaya de Tiaret (Algérie). *TROPICULTURA*, 2011, 29, 4. pp : 193-196.
- **GOURSAUD J., (1985).** Composition et propriétés physico-chimiques. Dans Laites et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laites de la mamelle à la laitière. Luquet F.M... Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- **GRIPON JC., DESMAZEAUD MJ., LE BARS D. et BERGERE JL. (1975).** Étude du rôle des microorganismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. Influence de la présure commerciale. *Le Lait* 55.pp: 502-516.
- **GUINOT THOMAS P. AMMOURY M. et LAURENT F. (1995).** Effects of storage conditions on the composition of raw milk. *International Dairy Journal* N° 5. pp: 211-223.
- **GUIRAUD J.P. (2003).** Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. pp : 136-139.
- **GUIRAUD J.P. et ROSEC J.P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition AFNOR. 95p.
- **GUY F.I. (2006).** Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse doctorat d'état, université Paul-Sabatier de Toulouse, France. 17p.

Référence bibliographiques

- **HODEN P., et COULON H., (1991).** Composition chimique du lait, <http://www.2.vet.lyon.fr>.
- <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.
- **INSTITUT DE L'ELVAGE. (2009).** Traite des vaches laitière. Matériel. Installation. Entretien. 1ere Edition France Agricole. Produire mieux. pp : 55-506.
- **JEAN C., et DIJON C., (1993).** Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.
- **JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULE G., (2008)** Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages).
- **JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G., (2007)** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17 (456 pages).
- **JORA n° 32 du 23 mai 2004. Arrêté du 27 mars 2004** rendant obligatoire une méthode de dénombrement des organismes microbiens pour le lait fermenté.
- **JORA N° 35 (1998).** Journal officiel de la république algérienne. Arrêté interministériel du 27 mai 1998.
- **KAILASAPATHY K. 2011.** Chemical Composition, Physical and Functional Properties of Milk and Milk Ingredients, Dans : CHANDAN R.C., KILARA A., SHAHN P. Dairy Processing and Quality Assurance, Wiley -Blackwell, Ames, p. 75 – 103.
- **KIRAT, 2007.** Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines - Cas de la Wilaya de Jijel en Algérie. Montpellier (France): CIHEAM-IAMM.13p.
- **KOSIKOWSKI F.V., MISTRY V.V. (1997).** Buttermilk, sour cream and ripened butter. Dans : KOSIKOWSKI F.V., WESTPORT C.T. Cheese and Fermented Milk Foods, Vol. 1, Origins and Principles, p. 75–86.
- **LABIOUI H., LAAROUSI E., BENZAKOUR A., EI YACHIOUI M., BERNY E. et OUHSSINE M. (2009).** Étude physico-chimique et Microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2009, 148. pp: 7-16.
- **LE MINOR L. et RICHARD C. (1993).** Méthodes de laboratoire pour l'identification des entérobactéries. Institut Pasteur.
- **LEBRES A.D., HAMZA A. 2002.** Cours national d'Hygiène et de microbiologie des aliments «Microbiologie des laits et produits laitiers. Institut Pasteur d'Algérie.
- **LOPEZ, (2011)** Milk fat globules enveloped by their biological membrane: unique colloidal assemblies with a specific composition and structure.

Référence bibliographiques

- **Luquet F et Corrieu G., (2005) :** Bactéries lactiques et probiotiques, Ed : Tec et Doc, Lavoisier, paris. 307p.
- **MAGNUSSON M., CHRISTIANSSON et SVENSSON B. (2007).** Bacillus cereus spores during housing of dairy cows: factor affecting contamination of raw milk. Journal of dairy science. n° 90. pp: 2745-2754.
- **MARTINET, J., HOUDEBINE L.M., (1993).**Biologie de la lactation.Ed.INRA-INSERM., 597p.
- **MATHIEU J., (1999)** Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: 3-190 (220 pages).
- **MENNANE Z., OUHSSINE M., KHEDID K. et ELYACHIOUI M. (2007).** Hygienic quality of raw cow's milk feeding from waste in two regions in Morocco. International journal of agriculture and biology. Vol.9, n°1. pp: 46-48.
- **MERIBAI A, AIT ABDESLAM A, KRANTAR K., MAHI M, BENZEGUIR M, SLIMANE N, MEGHANIA D, BENSOLTANE A (2015).** Biotechnological study of a thermophilic lactic acid starter isolated from Algerian cow's raw milk. Egyptian Journal of Applied Sciences 25 (4B) 243- 254.
- **MERIGAUD J., LEMOINE T., AGUER D. 2009.** Lait et produits laitiers. Élaborée par le Groupe d'étude des marchés de restauration collective et de nutrition, p. 12-13.
- **MOATE P.J., CHALUPA W., BOSTON R.C. and LEANT I. J. (2007).** Milk fatty acids.I. Variation in the concentration of individual fatty acids in bovine milk. Journal of Dairy Science, 90, 4730-4739.
- **MORDRET F. (1992).** Analyse des corps gras ; in : « Manuel des Corps Gras » Ed.Tec.et Doc., Lavoisier, Paris.
- **OUNINE, K., RHOUTAISSE, A. and El HALOU, N.E. (2004).** Caractérisation bactériologique du lait cru produit dans les étables de la région du Gharb. Al awamia, 109-110. pp : 187-204.
- **PALMQUIST, D.L.et JENKINS, T.C.1980.**Fat in lactation rations: Review.J.Dairy Sci. 63:1-14.
- **PARTRIDGE J. 2008.** fluid milk products, Dans : RAMECH C., CHANDAN A.K., NAGENDRA P.S. Dairy processing and quality assurance, John Wiley & Sons, Inc. ISBN, p. 209.
- **PELLEGRINI A, REMEUF F et RIVEMALE M., (1994)** Evolution des caractéristiques physico-chimiques et des paramètres de coagulation du lait de brebis collecté dans la région de Roquefort, Lait, 74, 425-442.

Référence bibliographiques

- **POUGHEON S .et GOURSAUD J., (2001)** Le lait caractéristiques physicochimiques In **DEBRY G.,** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).
- **RAMET J.P. (1985).** La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen. Collection FAO Alimentation et nutrition n°48.
- **REUMONT P., (2009)** Licencié Kinésithérapie, <http://www.medisport.be>.
- **RHEOTEST M., (2010).** Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre a capillaire RHEOTEST®LK-Produits Alimentaires et aromatisants.
 - **RICHARD V J, 1990:** Production de lait cru de bonne qualité bactériologique. Microb-Hyg-alim 2 (1) : 30-33
 - **ROBINSON R.K. (2002).** Dairy microbiology handbook. The microbiology of milk and milk products. Third edition. Edition John Wiley and sons, INC. New York.780p.
 - **ROCA FERNANDEZ A.I et GONZALEZ RODRIGUEZ A. (2012).** Effect of Dietary and Animal Factors on Milk Fatty Acids Composition of Grazing Dairy Cows: A Review. Iranian Journal of Applied Animal Science.2(2), 97-109.
 - **ROSE-GOTTLIEB (1960),** Official methods of analysis, 9ème ed, Washington.
 - **ROUSSI H., KAMOUN M., REKIK R., TAYACHI L., HAMMAMI S., HAMMAMI M.(2006).**Study of milk quality in dairy sheep in tunisia. CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A, 78,307-311.
 - **SHARMA R. 2006.** Chemical and Microbiological Analysis of Milk and Milk Products. Bhopal, Madhya Pradesh (India), p. 10- 170.
 - **SILAIT (SALON INTERNATIONAL DU LAIT) (2008).** Acte du 1er salon international du lait et de ses dérivés du 27 au 29 mai 2008 Alger. <http://www.agroligne.com/contenu/silait-2008-1er-salon-international-lait>
 - **SRAIRI M.T., HASNI ALAOUI I., HAMAMA A. et FAYE B. (2005).** Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait de vache en étables suburbaines au Maroc. Revue Méd. Vét. 156 (3).pp: 155-162.
 - **SUKHIJA, P.S., and D.L PALMQUIST. 1988** Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. J. Agric. Food Chem. 36 :1202-1206.
 - **TALPUR F.N., BHANGER M.I., MEMON N.N. (2008).** Milk fatty acid composition of indigenous goat and ewe breeds from Sindh, Pakistan. Journal of Food Composition and Analysis, 22, 59-64.
 - **THAPON J.L., (2005)** Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France: 14 (77 pages).

Référence bibliographiques

- **THIEULIN G. et VUILLAUME R., (1967)** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).
- **VARNAM A.H. et SUTHERLAND P. (2001).** Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York. pp: 35-37.
- **VIERLING E. 2003.** Chapitre X les corps gras. Dans: Aliments et boissons : Filières et produits, 3ème édition : Doin, p.191, 192.
- **VIGNOLA C. (2002).** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-75.
- **ZHANG R. H., MUSTAFA A.F., NG-KWAI-HANG K.F. and ZHAO X. (2006).** Effects of freezing on composition and fatty acid profiles of sheep milk and chreese. Small Ruminant Research, 64, 203-210.

Annexes

Annexes

Annexes

Annexes 1 : matériel, réactif et milieu de culture

- **Pour les analyses physicochimiques et microbiologiques :**
- **Appareillage et verrerie :**

-Bain marie.

-Balance analytique électrique.

-Bécher de 150 ml.

-Capsule en platine.

-Centrifugeuse.

-Dessiccateur.

-Etuve réglables à différentes températures.

-Flacon de 250ml en verre et stériles.

-Lactodensimètre KELVIN.

-Pasteurisateur.

-pH mètre.

-Pipette gradué (1ml, 10ml ,20ml).

-Pipette pasteur stériles.

-Thermomètre.

-Tubes à essai.

-Burette de NaOH.

-Eprouvette.

-Boites de pétris.

-Cryoscope.

-Milko scan FT2

-Analyseur d'antibiotique Beta star combo.

Annexes

-Microscope optique.

-Ecrémeuse.

-Réfrigérateur.

-Homogénéisateur.

- **Solution et Réactifs :**

-Solution titré d'hydroxyde de sodium NaOH (N/9)

-Phénophtaléine.

-L'alcool éthylique.

-Acide sulfurique H₂SO₄.

-Pour les analyses des acides gras :

- **Appareillages :**

-Bain marie (MEMMERT).

-Thermomètre.

-Etuve (MEMMERT modèle 600).

-Dessiccateur.

-Balance électronique (sensibilité : 0,01gramme (g)) (METTLER TOLEDO).

-Bain à ultrasons (BIOBLOCK SCIENTIFIC 88156).

Evaporateur rotatif (HAHN VAPOR MODEL HERHNSKIN SCIENTIFIC, Korea).

-Chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse.

- **Petit matériels :**

-Micropipettes à volume fixe et variable 0-1000 microlitre (µl).

-Filtre à porosité 45 micromètre (µm).

-Différents types de verrerie (ampoules à décanter (500 millilitres (ml)), burette (25ml), pipettes graduées (2ml et 10ml), pro-pipette, bécher, ballon taré, fioles jaugées (20ml), spatule, entonnoirs, tubes à essai, pissette, vial).

- **Produits chimiques et réactifs :**

-Hydroxyde d'ammonium (28 à 30%).

Annexes

- Oxyde di-éthylique (99.5 %).
- Ether de pétrole (95%).
- Heptane (99.7%).
- Méthanol (99.7%).
- Ethanol (99.8%).
- Sels : Hydroxyde de potassium (KOH (85%)).
- Standards d'esters méthyliques d'acides gras (T703001B).
- Gants et masques pour manipulation de produit dangereux.

Annexes

Annexe 2 : Fiches techniques

- **BETASTAR® COMBO 25 – NEOGEN :**

Présentation du test :



Le coffret Betastar COMBO 25 contient :

25 flacons de récepteurs ; 1 flacon blanc contenant 25 bandelettes ; 1 seringue et 25 embouts ;
1 notice d'information et le Petit matériel : incubateur « fond plat » réglé à 47,5°C.

Mode opératoire :

- Sortir un flacon de récepteurs du coffret et s'assurer que tout le lyophilisat se trouve au fond du flacon.

Remarque : pour faire descendre le lyophilisat au fond du flacon, frapper délicatement le flacon sur une surface solide.

- Enlever la capsule et le bouchon du flacon de récepteur, placer un embout neuf sur la seringue.

-Prélever 0,2mL de lait à tester. - Distribuer les 0,2mL de lait dans le flacon de récepteur.

- Reboucher le flacon et agiter doucement en tournant le flacon afin de dissoudre tout le lyophilisat.

-Mettre le flacon dans un des puits de l'incubateur stabilise à la température de 47,5°C.

- Au bout de 2 minutes, ouvrir le flacon blanc et prendre une bandelette.

- Introduire la bandelette dans le flacon. Laisser en incubation à 47,5°C.

- 3 minutes après l'introduction de la bandelette dans le flacon, retirer la bandelette et lire immédiatement.

Précautions : Lors de la mise en œuvre du test Betastar COMBO, il convient d'avoir les mains propres et sèches pour éviter toute contamination des réactifs.

Pour assurer le bon résultat, il convient d'avoir un bon mélange du lait et du récepteur au cours de la première étape.

Annexes

- **MilkoScan™ FT2**

- **Description :**

Le MilkoScan™ FT2 est la solution idéale pour les Laiteries ayant besoin d'analyses rapides, précises et fiables avec un minimum de préparation d'échantillon.



Le MilkoScan FT2 est composé de l'analyseur et du pack logiciel Foss Integrator. Le PC n'est pas inclus.

Le MilkoScan FT2 analyse les paramètres principaux des produits – en une seule opération. La mesure de l'Abaissement du Point de Congélation par conductance est une nouvelle fonctionnalité pour les laiteries qui analysent du lait cru.

Des calibrations prêtes à l'emploi permettent l'analyse simultanée des paramètres principaux des produits laitiers crus, en cours de fabrication et des produits finis. Ces calibrations sont parfaitement transférables entre appareils et sont issues d'importantes bases de données FOSS FTIR collectées depuis 10 ans. Voir les notes d'applications pour tout renseignement détaillé sur les calibrations disponibles.

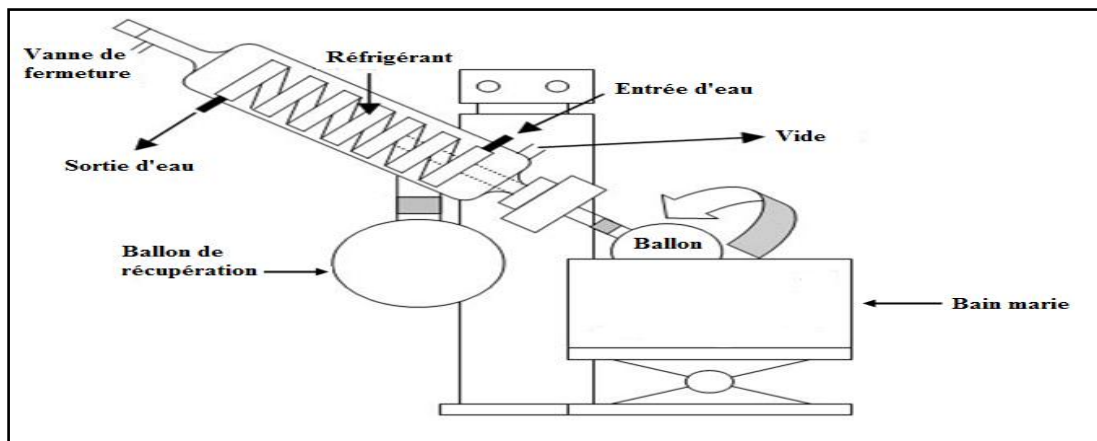
- **Technologie :**

Le MilkoScan FT2 utilise un interféromètre FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) qui balaye le spectre moyen infrarouge.

L'analyse de nouveaux produits ou paramètres n'est qu'une question de développement de calibrations.

Annexes

• Evaporateur rotatif



Principe :

Cet appareil permet d'éliminer rapidement un solvant volatil par **évaporation**. Le principe est basé sur l'abaissement du point d'ébullition avec la pression.

Placer la solution contenant le solvant à évaporer dans le ballon 1 et le mettre ensuite sous rotation. Ouvrir le robinet d'eau froide relié au réfrigérant. Fermer ensuite la vanne reliant le montage à la pression extérieure (vanne de fermeture) et faire le vide à l'intérieur de l'appareillage à l'aide d'une trompe à eau.

Si l'évaporation n'est pas assez rapide, plonger le ballon 1 dans le bain marie d'eau chaude. Procéder à l'évaporation jusqu'à disparition complète du solvant.

Ouvrir la vanne de fermeture pour remettre la pression atmosphérique à l'intérieur du dispositif. Couper l'eau du réfrigérant et de trompe à eau.

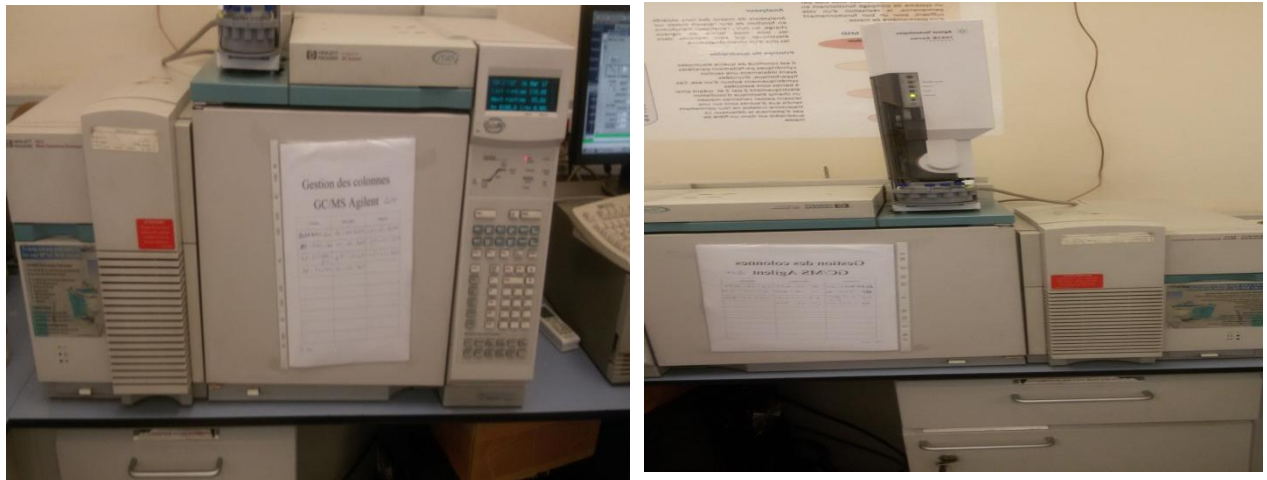
Précautions à prendre

L'utilisation de verrerie sous vide présente des risques d'implosion. Consulter les risques liés à l'utilisation du matériel pour plus d'information.

Ne pas oublier de casser le vide avant de couper l'eau de la trompe à eau. Attendre que le vide à l'intérieur du dispositif soit stabilisé avant de chauffer le ballon dans le bain marie. Dans le cas contraire des risques d'emballement et de perte de produit peuvent se produire. (www.lachimie.fr).

Annexes

- **Chromatographie a phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse (GC-MS)**



La GC-MS est une technique de couplage entre un chromatographe en phase gazeuse et un spectromètre de masse, dans le but de séparer et d'identifier la composition de mélanges organique complexes a condition qu'ils soient susceptible de se volatiliser a des températures tolérées par cette technique.

La programmation utilisée est la suivante :

40°C pendant 4 min, 40-140°C (10°C/min), 140°C pendant 1min, 140-240°C (2°C/min), 240°C pendant 5 min.

La détection est assurée par un détecteur à ionisation de flamme à 230 °C, la température de l'injecteur est de 250°C et le volume injecté est de 0.2µl en mode split 1/20.

L'analyse des chromatogrammes est réalisée à l'aide du logiciel ChemStation. Les pics sont identifiés par comparaison des temps de rétention et sur la base de leurs spectres de masse avec ceux de standards commerciaux et avec une librairie (Wiley et Nist) de spectres de masse de référence. Le pourcentage de chaque AG est calculé à partir du rapport entre l'aire du pic correspond et la somme des aires de tous les pics présents selon la formule :

$$100 \frac{A_x}{\sum A} \quad \text{Où : } A_x : \text{ aire du pic de l'AG } x ;$$
$$\sum A : \text{ somme des aires de tous les pics}$$

Annexes

Annexe 3 : Résultats des acides Gras

Tableau N°1 : le temps de rétention, l'aire de pic de lait de vache cru de premier prélèvement de fournisseur F1.

Abréviations	Temps de rétention RT en min	Nom du pic	aire de pic
C4:0	8.271	Butanoic acid, methyl ester	4417416
C6 :0	12.197	Hexanoic acid, methyl ester	4107273
C8 :0	15.552	Octanoic acid, methyl ester	3190873
C10 :0	19.572	Decanoic acid, methyl ester	7841593
C12 :0	25.258	Dodecanoic acid, methyl ester	9599270
C14 :0	32.698	Tetradecanoic acid, methyl ester	32800588
C15 :0	36.759	Pentadecanoic acid, methyl ester	2838383
C16 :0	41.092	Hexadecanoic acid, methyl ester	83576333
C16 :1	42.098	9-Hexadecenoic acid, methyl ester	4130829
C16 :0	43.846	Hexadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester	1781436
C17 :0	45.212	Heptadecanoic acid, methyl ester	1971129
C18 :0	49.474	Octadecanoic acid, methyl ester	30349728
C18 :1	50.339	9-Octadecenoic acid, methyl ester	65966588
C18 :2	52.163	9,12-Octadecadienoic acid (Z, Z)-,methyl ester	7288686
		somme des aires	261455957

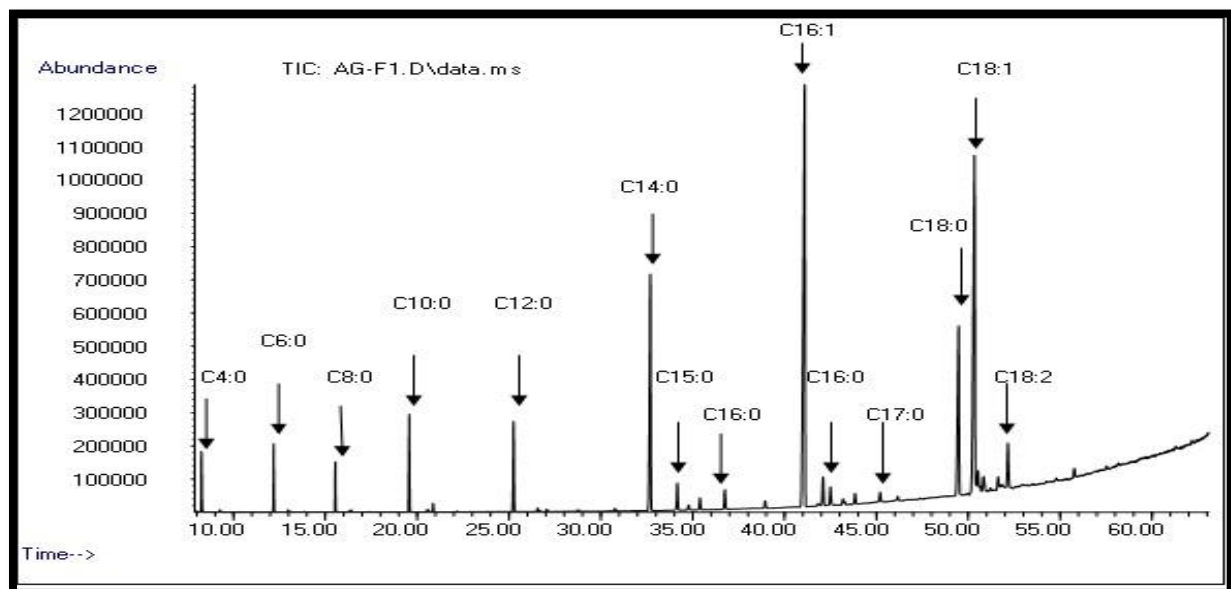


Figure 1 : Chromatogrammes obtenu par GC-MS des ester méthyliques du fournisseur F1.

Annexes

Tableau N°2 : Le temps de rétention, l'aire de pic de lait de vache cru de premier prélèvement de fournisseur F2.

Abréviation	Temps de rétention RT en min	Nom du pic	Aire du pic
C4 :0	8.305	Butanoic acid, methyl ester	1656335
C6 :0	12.207	Hexanoic acid, methyl ester	1937181
C8 :0	15.551	Octanoic acid, methyl ester	1752476
C10 :0	19.565	Decanoic acid, methyl ester	4811750
C12 :0	25.239	Dodecanoic acid, methyl ester	6313219
C14 :0	32.656	Tetradecanoic acid, methyl ester	17877783
C15 :0	36.735	Pentadecanoic acid, methyl ester	2411438
C16 :0	41.020	Hexadecanoic acid, methyl	43269317
C16 :1	42.068	9-Hexadecenoic acid, methyl ester	3676679
C18 :0	49.402	Octadecanoic acid, methyl ester	7224880
C18 :1	50.243	9-Octadecenoic acid (Z)-,methyl ester	23063090
C18 :1	50.391	9-Octadecenoic acid (Z)-,methyl ester	10773279
C18 :2	52.133	9,12-Octadecadienoic acid (Z, Z)-, methyl ester	6994365
		sommes des aires	131761792

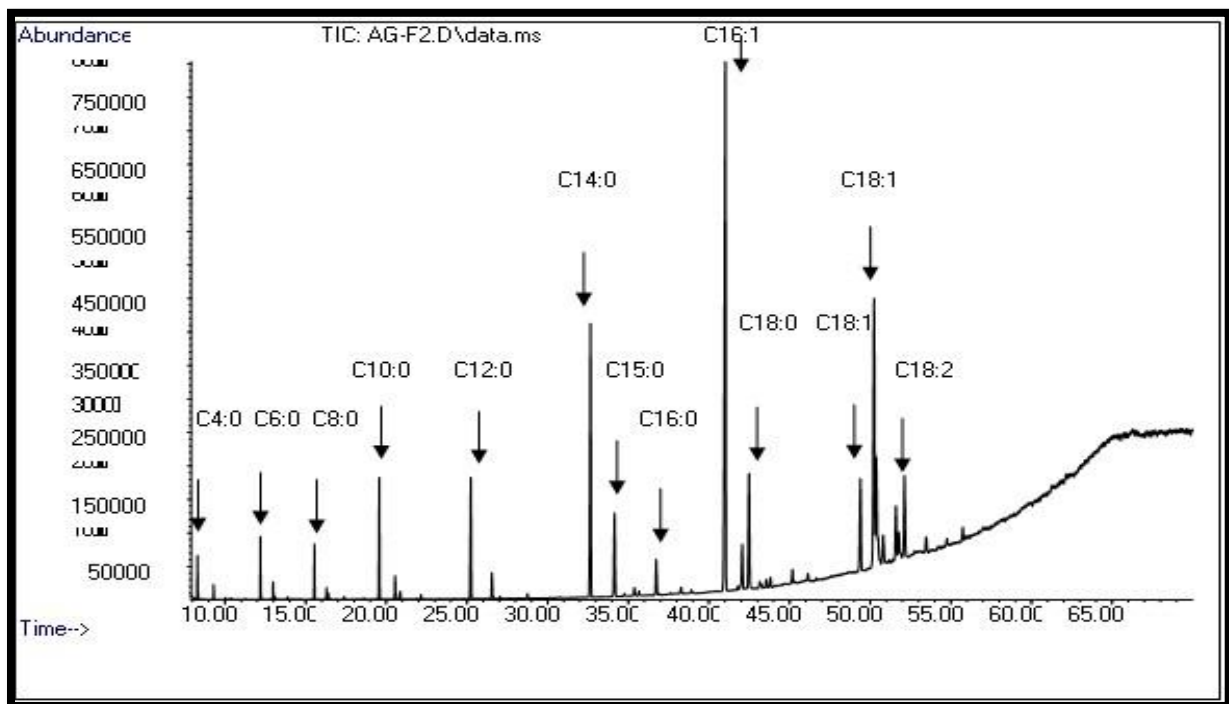
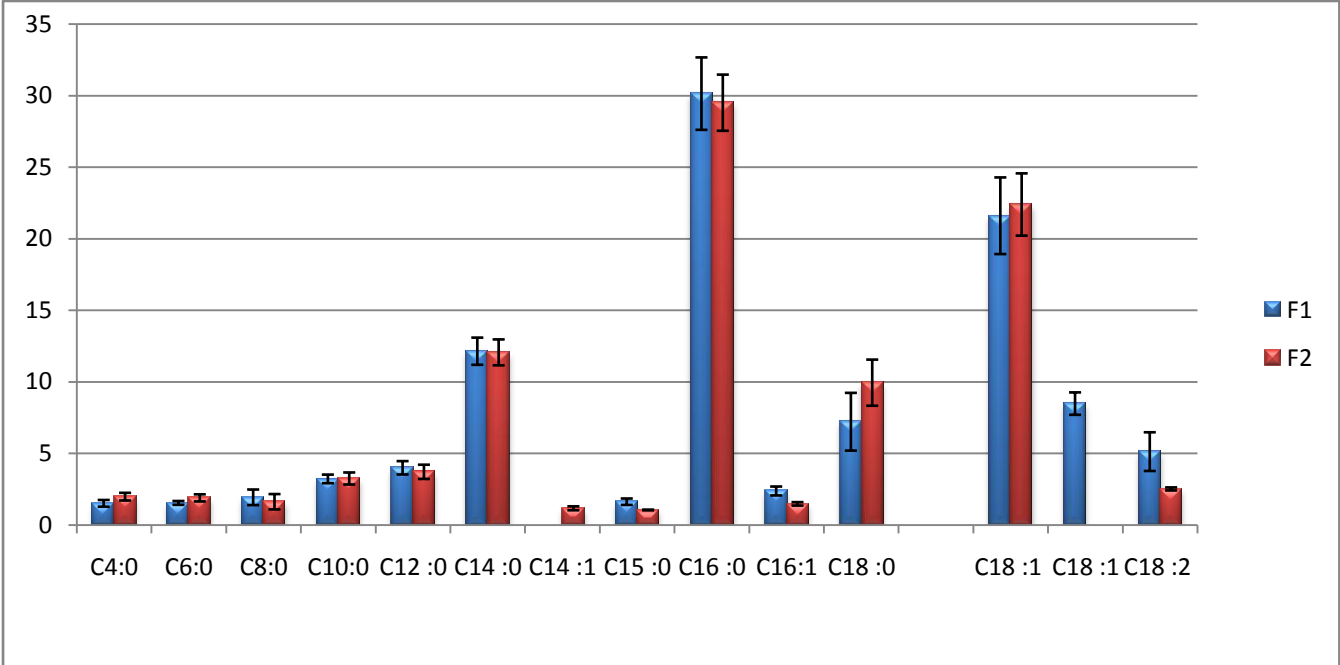


Figure 2 : Chromatogrammes obtenu par GC-MS des ester méthyliques de fournisseur F2.

Annexes

Figure 3 : Diagramme de la composition en acide gras de lait des deux fournisseurs (%AG).



Annexes

Annexe 4 : Fiches de dégustation

-Nom : Daouady
 -Prénom : Houme
 -Sexe : homme Femme
 -Fumeur : Oui Non
 -Fonction : préparateur

La date : 29/08/2017

Fiche de dégustation

Crème ensemencée

	Le goût	L'odeur	La couleur	La texture
La crème ensemencée	4	4	3	3

NB : noter de 1 à 5

- mauvais 0
- passable 1
- a bien 2
- bien 3
- très bien 4
- excellent 5

Signature :



-Nom : RANZI Elvabi
 -Prénom :
 -Sexe : homme Femme
 -Fumeur : Oui Non
 -Fonction : collègue

La date : 30/08/2017

Fiche de dégustation

Crème ensemencée

	Le goût	L'odeur	La couleur	La texture
La crème ensemencée	3	4	3	2

NB : noter de 1 à 5

- mauvais 0
- passable 1
- a bien 2
- bien 3
- très bien 4
- excellent 5

Signature :



-Nom : Di Ni
 -Prénom : Mohamed
 -Sexe : homme Femme
 -Fumeur : Oui Non
 -Fonction : collègue

La date : 30/08/2017

Fiche de dégustation

Crème ensemencée

	Le goût	L'odeur	La couleur	La texture
La crème ensemencée	3	4	3	4

NB : noter de 1 à 5

- mauvais 0
- passable 1
- a bien 2
- bien 3
- très bien 4
- excellent 5

Signature :



Annexes

-Nom : SMAET
 -Prénom : NOUMES
 -Sexe : homme Femme
 -Fumeur : Oui Non
 -Fonction : COMMERCIAL

La date :/...../.....

Fiche de dégustation
 Crème ensencée

	Le goût	L'odeur	La couleur	La texture
La crème ensencée	3 (Bonne texture)	2	3	4

NB : noter de 1 à 5
 -mauvais 0
 -passable 1
 - a bien 2
 - bien 3
 - très bien 4
 - excellent 5

Signature : 

-Nom : Alfiane
 -Prénom : Rehah
 -Sexe : homme Femme
 -Fumeur : Oui Non
 -Fonction : Superviseur santé et Sécurité

La date : 26/03/17

Fiche de dégustation
 Crème ensencée

	Le goût	L'odeur	La couleur	La texture
La crème ensencée	4 (excès de dosage)	5	3	5 (demande + de bruyage par l'office)

NB : noter de 1 à 5
 -mauvais 0
 -passable 1
 - a bien 2
 - bien 3
 - très bien 4
 - excellent 5

Signature : 

-Nom : AMOURA
 -Prénom : FAROUK
 -Sexe : homme Femme
 -Fumeur : Oui Non
 -Fonction : PREPAREUR

La date : 25/03/2017

Fiche de dégustation
 Crème ensencée

	Le goût	L'odeur	La couleur	La texture
La crème ensencée	4	3	4	3

NB : noter de 1 à 5
 -mauvais 0
 -passable 1
 - a bien 2
 - bien 3
 - très bien 4
 - excellent 5

Signature : 

-Nom : Ameura
 -Prénom : MAHMOUD
 -Sexe : homme Femme
 -Fumeur : Oui Non
 -Fonction : Technicien Laboratoire

La date : 25/03/17

Fiche de dégustation
 Crème ensencée

	Le goût	L'odeur	La couleur	La texture
La crème ensencée	02	03	03	04

NB : noter de 1 à 5
 -mauvais 0
 -passable 1
 - a bien 2
 - bien 3
 - très bien 4
 - excellent 5

Signature : 

Annexes