الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة يحيى فارس –المدية-
Université Yahia Farés –Médéa-
Faculté des sciences
Département des sciences de la nature et de la vie

Mémoire

Présenté pour obtenir du diplôme de **Master**
En : biologie
Spécialité : Microbiologie Appliqué
Présenté par :
AZAIDJ AZIZA & BENDAOUD DJIHANE

Thème :

Etude de l'effet des traitements thermiques sur le profil en acides gras et la qualité microbiologique de quelques lait commercialisé en Algérie.

Soutenance publiquement le : 16/09/2020

Devant le jury composé de :

Promoteur	Mme MEKRI Meriem	M.R.B	CRAPC Bou ismail
Co-promoteur	Mme DIF Sabrina	M.A.A	Université Médea
Président du jury	Mr BENHAFRI Nadir	M.A.B	Université Médea
Examinateur	Mme HOUCEINI Amina	M.C.B	Université Médea
Examinateur	Mme BOUHRAMA Amina	M.A.B	Université Médea

Année universitaire
2020 /2021

Remerciement

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire. Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de ***Mme MEKRI Meriem*** *et* ***Mme DIF Sabrina****, on le remercie pour la qualité de ses encadrements exceptionnel, pour ses patiences, ses rugueuses et ses disponibilités durant notre préparation de ce mémoire.*

Nous sommes conscientes de l'honneur que nous a fait ***Mr BENHAFRI Nadir*** *en étant président du jury,* ***Mme HOUCEINI Amina*** *et* ***Mme BOUHRAMA Amina*** *d'avoir acceptées d'examiner ce travail.*

Enfin, Nos remerciement s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Merci

Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le respect, la reconnaissance... Aussi, c'est tout simplement que Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents

Al 'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur ***Papa.*** *A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ;* ***Maman*** *que j'adore.*

Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour Dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie,

A Mme Mekri meriem, *Il n'y pas de mot qui expriment ma gratitude, merci pour votre peine et vos précieux conseils.*

Aux personnes qui m'ont toujours aidé, mes deux frères ***Raafat*** *et* ***Salim*** *et mes sœurs* ***Ahlem,Chaima*** *et* ***Imane*** *et mes deux anges* ***Maria*** *et* ***Meriem.*** *Je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.*

Au personne ont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, qui s'est tenu à mes cotés et qui m'a soutenue tout au long de ce projet ***Karim,*** *que dieu protège et illumine votre chemin.*

A ma meilleure amie, ma carrière scolaire ***Aziza,*** *merci pour les merveilleux moments que nous avons partagé je vous remercie.*

Sans oublie Mon cher oncle ***Arafat*** *Je te suis très reconnaissante, et je ne te Ne remercierai jamais assez pour ton amabilité, ta générosité, ton aide précieuse.*

Djihane

Dédicace

Je dédie cette thèse :

À MES CHERS PARENTS (Rabeh et Mahjouba)

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être, Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

A Mme Mekri Meriem

Merci pour votre respect et gentillesse, votre soutien et votre conseilles tous ma gratitude

A Tout mes amis

Avec qui nous avons passé de merveilleux moments dans notre vie étudiante et en particulier ***Houria, Besma, Rbiha*** *sans oublier tous les autres.*

Ames frères et mes sœurs Ikram et Souad merci d'être la

A ma binôme et ma Chirié Djihane

Merci pour tous les moments qu'on passe ensemble

A mes chers Ibrahim et Houcine

Puisse dieu vous garder, éclaires votre route et vous aider à réaliser à votre tour vœux les plus chers

A mes collèges de promotion master 2 microbiologie Appliqué.

Aziza

Résumé

Notre étude a pour but d'évaluer les effets des traitements thermiques sur le profil en acides gras et la qualité physico-chimique et microbiologique de quelques laits commercialisées dans la région de Tipaza, et pour cela on a choisie quatre échantillons de laits à analyse qui sont considéré les plus consommée en Algérie.

Les principaux résultats obtenus sont comme suit:

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que les traitements thermiques et la réfrigération ont une influence significative ($p<0.005$) sur les paramètres physico-chimiques des laits analysés, mais cette influence varie en fonction des traitements thermiques établit et des échantillons de laits analysés dans notre travail.

Les résultats d'étude de l'effet des traitements thermiques sur le profil en acides gras des différents échantillons du lait montrent que les différents traitements thermiques et procédés technologiques n'ont pas un effet significatif sur le profil en acides gras du lait.

Mots Clés : laits commercialisé, traitement thermique, profil en acides gras, Tipaza, analyses physico-chimique.

Abstract

Our study aims to evaluate the effects of heat treatments on the fatty acid profile and the physicochemical and microbiological quality of some milk marketed in the Tipaza region, and for this we have chosen four samples of milk for analysis which are considered the most consumed in Algeria.

The main results obtained are as follows:

The results of the physic-chemical parameters analyzes show that heat treatments and refrigeration have a significant influence ($p<0.05$) on the physic-chemical parameters of the milk analyzed, but this influence varies according to the treatments thermal establish and milk samples in our work.

The results of the study of the effect of heat treatments on the fatty acid profile of the different milk samples show that the different heat treatments and technological processes do not have a significant affect on the fatty acid profile of the milk

Keywords: Commercial milk, heat treatment, fatty acid profile, Tipaza, physico-chemical analyzes.

ملخص

تهدف دراستنا الى تقييم اثار المعالجات الحرارية على الاحماض الدهنية والتحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لبعض الحليب الذي يتم تسويقه في منطقة تيبازة ، ولهذا اخترنا اربع عينات من الحليب لتحليلها .تعتبر الاكثر استهلاكا في الجزائر.

النتائج الرئيسية التي تم الحصول عليها هي كما يلي:

تظهر نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية ان المعالجات الحرارية والتبريد لهما تأثير كبير على الجودة الفيزيائية والكيميائية للحليب الذي تم تحليله ، ولكن هذا التأثير يختلف باختلاف المعالجات الحرارية وعينات الحليب التي تم تحليلها من خلال عملنا هذا.

تظهر نتائج دراسة تأثير المعالجات الحرارية على الاحماض الدهنية لعينات الحليب المختلفة والعمليات التكنولوجية انه ليس لها تأثير على الاحماض الدهنية للحليب ،

الكلمات المفتاحية : الحليب التجاري ، المعالجات الحرارية ، الاحماض الدهنية ، تيبازة ، التحليلات الفيزيائية والكيميائية.

Sommaire

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste d'abréviation

Introduction 1

Synthèse bibliographique

I. Généralités sur le lait 2

1. Définition 2

2. La Structure du lait 2

2.1. Phase colloïdale 2

2.2. Phase lipidique 2

2.3. Phase aqueuse 2

2.4. Phase gazeuse 3

3. La composition du lait 3

3.1. Eau 3

3.2. Matière grasse 4

3.2.1. Classification 4

3.2.2. Propriétés des acides gras 5

a. Propriétés physiques 5

a.1.Le point de fusion 5

a.2.Solubilité 6

b. Propriétés chimiques 6

b.1.Formation d'ester 6

b.2.Formation de sels 6

3.2.3. Les Acides gras essentiels 6
3.2.4. Classification des acides gras essentiels 6
a. Famille des oméga-3 6
b. Famille des oméga-6 7
3.3. Glucides 8
3.4. Protéines 8
3.5. Vitamines 9
3.6. Minéraux 10
3.7. Enzymes 10
II. Qualité du lait 11
1. Qualité organoleptique 11
1.1. Couleur 11
1.2. Odeur 12
1.3. Saveur 12
1.4. La viscosité 12
2. Qualité microbiologique 12
2.1. Les flores microbiennes du lait 12
2.1.1. Flore originelle ou indigène 13
2.1.2. Flore de contamination 13
2.1.3. Les flores d'altérations 15
2.1.4. Les flores pathogènes 16
3. La qualité nutritionnelle 18
4. Les procédés de conservation du lait 19
4.1. Par le froid 19
a. Réfrigération 19
b. Congélation 19
4.2. Par la chaleur 19

a. La pasteurisation 19
b. La stérilisation 20
III.1. Effet de traitement thermique sur le lait 20
1.1. Les constituants lipidique 20
1.2. Les protéines 20
1.2.1. Caséine 21
1.2.2. Protéines du lactosérum 21
1.2.3. Réaction de Maillard 21
1.3. Les minéraux 21
1.4. Les vitamines 21
1.5. Les enzymes 22
1.6. L'aspect bactériologique 22

Matériel et Méthodes

I. Objectif de l'étude 23
II. Echantillonnage 23
III. Matériel 25
IV. Méthodes des analyses physico-chimiques de lait 25
1. Densité 25
2. pH 26
3. Température 27
4. Acidité titrable en °D 27
5. L'extrait sec total (EST) 28
6. Taux de matière grasse (MG) (méthode acido-butyrométrique de Gerber) (norme Afnor, 1980) 29
V. Etude de l'effet des traitements thermiques sur le profil en acides gras des différents échantillons du lait 30
1. Extraction de la matière grasse du lait (IDF/ISO 172:1995.) 30

2. Analyse du profil en acide gras par Chromatographie en phase gazeuse couplé à la spectrométrie de masse (GC/MS) 32

2.1. Préparation des esters méthylique 32

2.2. La chromatographie en phase gazeuse couplée a la spectrométrie de masse GC/MS ... 33

2.2.2. Les principaux modules et fonctionnement de GC-MS 34

2.2.3. Conditions de l'analyse des Esters Méthyliques par GC/MS 36

VI. Analyse statistique 36

Résultats et discussion

I. Les paramètres physico-chimiques 37

1. La densité 37

2. pH 37

3. L'acidité titrable 39

4 . Extrait sec total 40

II. Etude de l'effet des traitements thermiques sur le profil en acides gras des différents échantillons du lait 41

Conclusion 50

Référece 51

Annexe 58

Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition moyenne du lait entier **(Fredot, 2006)**.

Tableau 02 : Composition minérale du lait **(Jeantet ,2007)**.

Tableau 03 : Caractéristique des principaux enzymes du lait **(Vignola ,2002)**.

Tableau 04 : Quelque propriété des microorganismes du lait cru.

Tableau 05 : L'effet de divers traitements thermique sur la perte vitaminique **(Renner ,1989)**.

Tableau 06 : Profil en acides gras des différents échantillons du lait après les différents traitements.

Listes des figures

Figure 01 : Schématisation de la membrane des globules gras du lait **(Michalski et *al*., 2001)**.

Figure 02 : Structure dune micelle **(A)** et sub-micelle **(B)** caséique **(Mathieu ,1998)**.

Figure 03 : Proportion des divers protéines du lait **(Alais et *al*., 2008)**.

Figure 04: Les bactéries lactiques **(Prescott et *al*., 2010)**.

Figure 05 : Différentes genre de la moisissure **(Labrie, 2012)**.

Figure 06 : schéma présente les différentes étapes de la démarche suivi pour l'analyse des échantillons.

Figure 07 : Mesure de la densité du lait entier UHT par lactodensimètre (Originale).

Figure 08 : Mesure du pH par un pH-mètre (Originale).

Figure 09 : Mesure de l'acidité titrable en °D du lait poudre (Originale).

Figure 10 : Dosage de l'extrait sec total à l'aide du dessiccateur (Originale).

Figure11 : Les différentes étapes de l'extraction de la matière grasse du lait par la méthode Rose-Gottlieb(Originales).

Figure12 : L'estérification de la matière grasse du lait(Originales).

Figure13 : Représentation schématique d'un appareil de couplage GC-MS **(Bouchennet Stephane, 2009)**.

Figure 14 : Effet des traitements thermiques sur la densité des différents laits.

Figure15 : Effets des traitements thermiques sur le pH des différents laits.

Figure16 : Effet des traitements thermiques sur l'acidité (°D) des différants laits.

Figure17 : Effet des traitements thermiques sur l'EST(%) des différents laits.

Figure18 : chromatogrammes de quelques échantillons de lait.

Figure19: Rapport n6/n3 des différents échantillons de lait apres différents traitement thermiques .

Figure20 : Rapport AGPI/AGS des différents échantillons de lait apres différents traitement thermiques .

Figure21 : Dessiccateur pour dosage de l'extrait 44 °C(Originale).

Figure22 : pH mètre et Thermomètre (Originale).

Figure23: Agitateur-plaque chauffante (Originale).

Figure24: Acidimètre Dornic (Originale).

Figure25: Thermo-lacto-densimètre (Originale).

Figure26 : Bain marie Ultrason (Originale).

Figure27: Dessiccateur (Originale).

Figure28: Évaporateur rotatif (Originale).

Figure29: Réfrigérateur (Originale).

Figure30: Microonde (Originale).

Figure31: Balance (Originale).

Figure32: chromatographie en phase gazeuse couplé a la spectrométrie de masse GCMS.

Liste d'abréviation

% : Pourcentage.

(A, B) : lait entier stérilisé (UHT) conditionné dans une boite d'un litre.

(C, D) : lait entier en poudre déshydraté instantané conditionné dans un sachet de 125 g.

°C : Degré Celsius.

°D : Degré Dornic.

µm : micromètre.

AA : Acide Aminé.

AA: Acide Arachidonique.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

AG: Acide gras.

AGE: Acides Gras Essentiels.

AGL: Acide γ-linolénique.

AGMI : Acide Gras Mono Insaturé

AGPI : Acide Gras Poly-Insaturé

AGS : Acide Gras Saturé

AL: Acide Linoléique.

ALA: Acide α-linolénique.

AT : Acidité titrable.

C : Carbone.

CO2: Dioxyde de carbone.

CRAPC : Centre de Recherche scientifique et technique en Analyse Physico-chimique.

D : Densité.

DGLA: Acide Dihomo-γ-linolénique.

DHA: acide Docosahexaénoïque.

EPA: Acide Eicosapentaénoïque.

EST : Extrait sec total.

FID : Détecteur à ionisation de flamme.

g/l: gramme sur litre.

g: gramme.

GC : Chromatographie en phase gazeuse.

GC-MC : Chromatographie en phase gazeuse couplé à la spectrométrie de masse.

H : Hortvet.

H+ : un ion d'hydrogène.

IDF:

IE : Impact électronique.

ISO: International Organization for Standardization.

Kg : Kilogramme.

KJ : Kilojoule.

L : Litre.

mg : milligramme.

MG: Matière grasse.

min : Minute.

ml : millilitre.

mol/l : moule sur litre**.**

N : Normalité.

NAOH : Hydroxyde de Sodium.

O2: Dioxygène.

pH : Potentiel hydrogène.

Pro : Protéine.

Sec : Seconde.

TG: Triglycérides.

TIAC : Toxi-infection Alimentaires Collectives.

UFC : Unité Formant Colonies.

UHT : Ultra Haute Température.

V: Volume.

Introduction

Introduction

L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens ils apportent la plus grosse part de protéines d'origine animale. En regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments. La filière lait en Algérie connait 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).**

Le lait et les produits laitiers ; du fait de leurs qualités nutritionnelles, organoleptiques et spécifiques ; sont recommandés à tous les âges correspondants à leurs besoins différents, grâce à leur teneur élevée en calcium, et protéines de haute valeur biologique et de vitamines **(Vignola, 2002).**

Ces produits laitiers peuvent subir différents traitements thermiques allant de la pasteurisation vers des procédés plus sévères (Ultra Haute Température) et la stérilisation, qui conduisent par la suite à différentes modifications chimiques qui affecte la valeur nutritive avec la perte d'acide aminés (lysine) et l'oxydation des lipides et altèrent les caractéristiques sensorielles **(Baltes ,1982) .**

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui consiste à l'évaluation des effets des différents traitements thermiques sur le profil en acides gras et la qualité physico-chimique de quelques laits commercialisés en Algérie. Ce travail à été effectué au niveau du Centre de Recherche Scientifique en Analyses physico-chimiques est porté d'une manière générale sur le suivi des paramètres physico-chimiques (pH, densité, acidité titrable, température) et le profil en acides gras de 03 types de lait commercialisés en Algérie, après différents traitements thermiques et modes de conservation : chauffage courant, chauffage au micro-onde et réfrigération.

Synthèse Bibliographique

I. Généralités sur le lait

1. Définition

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des Fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et nom surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » **(Alais, 1975).**

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

2. La Structure du lait

Le lait est un milieu aqueux caractérisé par différentes phases en équilibre instables. **(Luquet, 1986)**

(Fredot, 2006) rappelle que le lait est constitué de quatre phases :

2.1. Phase colloïdale

La caséine, la principale protéine du lait, est associée à des sels minéraux (calcium, phosphate de calcium, etc..) et se trouve dispersée sous la forme de nombreuses particules solides en suspension, trop petites pour se déposer. Ces particules sont appelées micelles et leur dispersion dans le lait est appelé suspension colloïdale.

2.2. Phase lipidique

Les graisses et les vitamines solubles dans les lipides laitiers se rencontrent sous forme d'émulsion. Une émulsion est un liquide contenant en suspension des globules gras.

2.3. Phase aqueuse

Le lactose (sucre du lait), certaines protéines (protéines sériques), des sels minéraux et d'autres substances sont solubles et sont entièrement dissoutes dans l'eau du lait.

2.4. Phase gazeuse

Composée d'O2, d'azote et de CO2 dissous qui représentent environ 5 ٪ du volume du lait.

3. La composition du lait

(Franworth et Mainville, 2010) évoquent que le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes.

Le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaine courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E **(Favier, 1985)**

Tableau 01 : Composition moyenne du lait entier **(Fredot, 2006)**

COMPOSANT	Teneurs (g/100g)
Eau	89.5
Dérivés azotés	3.44
Protéines	3.27
Caséine	2.71
Protéines solubles	0.56
Azote non protéique	0.17
Matières grasses	3.5
Lipides neutres	3.4
Lipides complexes	<0.05
Composés liposolubles	<0.05
Glucides	4.8
Lactose	4.7
Gaz dissous	5٪du volume du lait
Extrait sec total	12.8g

3.1. Eau

L'eau est l'élément quantitativement le plus important: 900 à 910 g par litre. En elles, sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous ceux de la matière sèche **(Mathieu, 1998).**

D'après **(Amiot et *al*., 2002),** l'eau à un 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.

3.2. Matière grasse

Les lipides alimentaires, produits naturels largement répandus dans le règne animal et végétal sont principalement composés de différents acides gras, qui sont regroupés en grandes familles (saturés, mono et polyinsaturés,...). Dans la nature, la majorité des acides gras insaturés sont de configuration cis qui génère une courbure dans la structure spatiale de la molécule. C'est notamment le cas de l'acide oléique, un acide gras mono insaturé [18:1 n-9] ou des acides gras polyinsaturés indispensables (acide linoléique [18:2 n-6], acide α-linoléique [18:3 n-3]) **(Attia-Skhiri et *al*., 2009)**

Selon **(Fahy et *al*.,2005),** Les acides gras représentent les constituants majeurs des différentes classes de lipides (29).Les acides gras sont des acides carboxyliques à longue chaîne carbonée ayant un nombre pair d'atomes de carbone, une extrémité acide carboxylique (-COOH) et une extrémité méthyle (-CH3) **(Guesnet et *al*., 2005).**

La nomenclature des AG repose sur le nombre d'atomes de carbone et le nombre de doubles liaisons. Par convention, la notation des AG est la suivante : (C n : xω-y).Dont :

n : représente le nombre d'atomes de carbone.

x : représente le nombre de doubles liaisons dans la molécule.

y : la position de la double liaison la plus proche de l'extrémité méthyle.

3.2.1. Classification

Peuvent être classés les AG de différentes manières selon leur structure:

- **En fonction de la longueur de la chaîne carbonée** qui varie de 4 à plus de 24 carbones. Les AG à chaîne moyenne ou courte ont un nombre d'atomes de carbone compris entre 4 et 10. A partir de 12 atomes de carbone, on parle d'AG à longue chaîne.

- **En fonction de leur degré d'instauration:** c'est à dire du nombre de doubles liaisons carbone-carbone dans la molécule. On distingue alors les AG saturés, mono-insaturés (une seule double liaison) et polyinsaturés (plusieurs doubles liaisons).

Le lait contient environ25 à 45g de lipides (matières grasses MG du lait) par litre, le taux varie de 2.5-5%**(Luquet, 1985).**Elle est constituée par :

♣**Triglycérides(TG):** 98% chez la vache, dont la composition en AG est très variable d'une espèce à l'autre, les TG contiennent principalement :

-AG saturé (60-70%) : dont une proportion importante d'AG à prélevée(C14-C16-C18) ;

-AG à chaine courte (C4-C5) volatiles ;

-AG mono insaturés: 25-30% ;

-Très peu d'AG Phosphoryles: 2 à 5%.

♣**Phospholipides (1%) :** Constitués essentiellement de lécithine, céphaline, leurs caractéristiques à la fois lipophiles et hydrophiles leur permettre de former des ponts entre la phase grasse et aqueuse

♣**Stérol:** (0.3-0.4%) dont le cholestérol à-peu-près (70mg/l, vitamine D 0.02mg/l ;

♣**Caroténoïdes:** dont carotène 0.15mg/l, β-carotène, vitamine A 0.5mg/l.

La MG est dispersée en émulsion, sous forme de microgouttelettes de TG entourées d'une membrane complexe eau nombre 1.5 à 4.6×1012/l, leurs diamètre moyenne est de1.5µm, le plus souvent < 4 µm, dans la phase dispersante qu'est le lait écrémé **(Boutonnier, 2008)**

3.2.2. Propriétés des acides gras

Les propriétés des acides gras sont déterminées par la longueur et le degré d'insaturation de la chaîne carbonée

a. Propriétés physiques

a.1.Le point de fusion

- La longueur de la chaîne des acides gras saturés élève la température de fusion (passage à l'état liquide).
- L'instauration de la chaîne carbonée diminue la température du point de fusion**(Weinman et Méhul,2004).**

a.2.Solubilité

La solubilité dans l'eau des acides gras diminuera lors de l'augmentation du nombre de carbones en-dessus de C4et C5, les acides gras sont insolubles et s'organisent en micelles (émulsion).Ils sont solubles dans les solvants organiques apolaires tel que: benzène, chloroforme.

b. Propriétés chimiques

b.1.Formation d'ester

La fonction acide carboxylique peut estérifier une fonction alcool (le glycérol et le cholestérol) pour former un ester d'acides gras.

b.2.Formation de sels

Les sels de sodium et de potassium des acides gras sont des savons à propriétés moussantes et émulsionnantes. On les obtient par traitement alcalin des lipides : la saponification.

3.2.3. Les Acides gras essentiels

D'après **(Robert et Shils, 1980),** Les acides gras sont dits indispensables, car l'organisme n'est pas capable de les synthétisés. Par conséquent, il est impératif de les apporter par le biais de l'alimentation. Ils sont également parfois appelés vitamine F.

3.2.4. Classification des acides gras essentiels

Les AGE comportent deux familles distinctes nommées selon la position de la première double liaison à l'extrémité méthyle terminal, leur formule générale est H3C —(CH2)n—HC=CH—(CH2)p—COOH. Elles sont indépendantes puisqu'il n'y a pas de passage d'une famille à l'autre, ces deux acides sont :

a. Famille des oméga-3

L'acide α-linolénique (ALA) (18:3 n-3) est le précurseur de la famille des oméga-3 et va être transformé en acide eicosapentaénoïque (EPA) (20:5), lui-même précurseur de deux groupes de molécules:

- L'acide docosahexaénoïque (DHA) (22:6) qui est présent dans certains poissons gras.**(Martin,2000).**
- Les eicosanoïdes (20:4) (dérive de l'acide eicosapentaénoïque (C20:5 ω-3) comme certaines prostaglandines.

b. Famille des oméga-6

L'acide linoléique (AL) est le précurseur de la famille des oméga-6.Toujours sous l'action d'enzymes, l'acide linoléique (18:2 n-6) est transformé en acide γ-linolénique (AGL) (18:3), que l'on peut trouver directement dans l'alimentation

L'acide γ-linolénique (AGL ou GLA) est lui-même précurseur de l'acide dihomo-γ-linolénique (DGLA)(20:3), constituant très important des phospholipides de la membrane cellulaire et acide gras à son tour précurseur :

- De l'acide arachidonique(AA) (20:4), le jaune d'œuf et les gras animaux en sont des sources directes.C'est le précurseur des eicosanoïdes (20:4) de série 2(qui dérivent de l'acide arachidonique) **(Martin, 2000).**

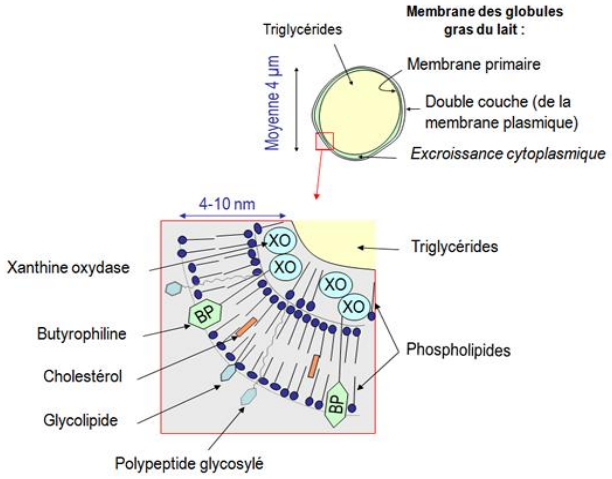


Figure 01 : Schématisation de la membrane des globules gras du lait **(Michalski et *al*., 2001).**

Cet état globulaire est fragile ; toute altération de la membrane par voie chimique, physique et microbienne conduit à la déstabilisation de l'émulsion. Cette évolution peut être accidentelle, elle se traduit alors le plus souvent par une séparation de la phase grasse sous forme d'huile ou d'agrégats et/ou par l'apparition de flaveurs indésirables (rancidité-oxydation) ; lorsqu'elle est dirigée, elle permet la concentration de la phase grasse sous forme de beurre après barattage, ou sous forme d'huile de beurre et de MG laitière anhydre après chauffage et centrifugation **(Madji, 2009).**

3.3. Glucides

Le lactose est un sucre spécifique du lait. C'est un diholoside, composé d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose. Le lactose est fabriqué par la mamelle, à partir d'acides gras volatils chez les ruminants. Il représente 99% des glucides du lait de monogastriques **(Idrissii, 2011).**

Le lactose est le seul sucre qui puisse être utilisé correctement par le jeune animal. Car le tube digestif du très jeune animal possède une lactase mais ne possède pas de Saccharase, ni de maltase, ni d'amylase **(Mekroud, 2011).**

3.4. Protéines

Les protéines(Pro) de lait constituent un ensemble complexe dont la teneur totale à voisin 35g/l, elles sont réparties en deux fractions distinctes :

♣Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80 ٪ des protéines totales,

♣Les protéines sériques solubles à pH4.6, représentent 20 ٪ des protéines totales **(Jeantet et *al*., 2007)**

3.4.1. Caséines

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 **(Adrian et *al*., 2004).**

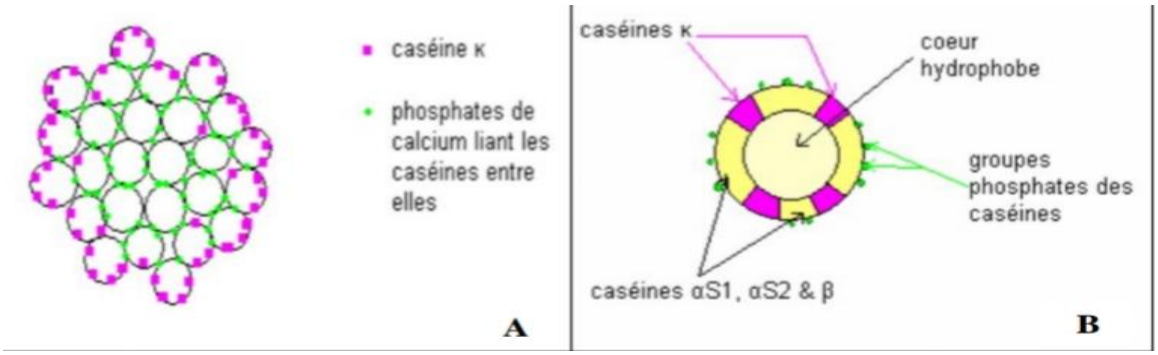


Figure 02 : Structure dune micelle **(A)** et sub-micelle **(B)** caséique **(Mathieu ,1998).**

3.4.2. Protéine du lactosérum

L'autre fraction protéique (environ 17%) du lait est présente dans le lactosérum. Les deux principales protéines sériques sont la β-lactoglobuline et l'α-lactalbumine **(Cayot et Lorient, 1998).**Les protéines du lactosérum représentent15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% de la matière azotée **(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.

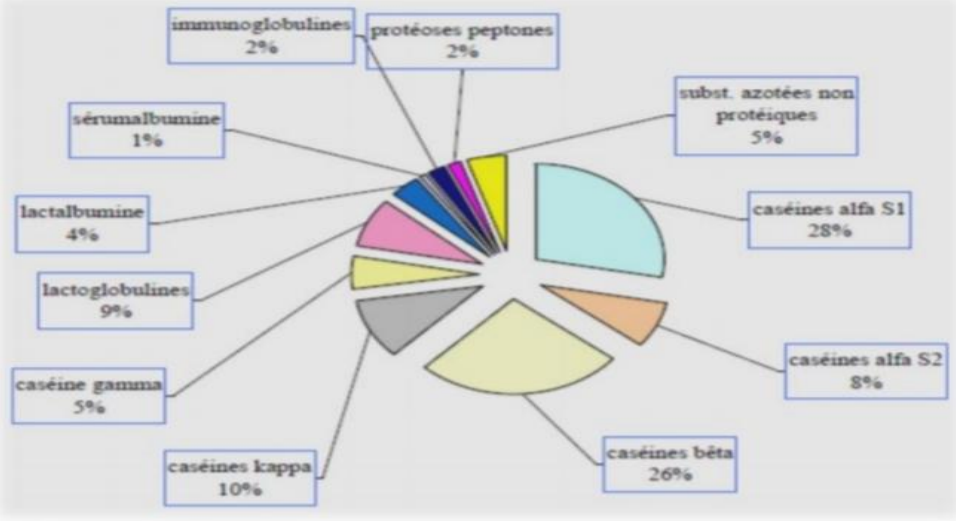


Figure03 : Proportion des divers protéines du lait **(Alais et *al*., 2008).**

3.5. Vitamines

Ce sont des molécules complexes de taille plus faible que les protéines, de structure très variées ayant un rapport étroit avec les enzymes, car elles jouent un rôle de coenzyme associée à une apoenzyme protéique. On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) de la phase aqueuse du lait.

- Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E, et K) associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie **(Debry, 2001).**

3.6. Minéraux

Ils représentent une quantité variant de 0.6% à 0.9% **(Vignola, 2002)**

Les principaux macroéléments rencontrés dans le lait sont : le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium et le Chlore **(Neville et Jensen, 1995 ; Wehrmuller et Ryffel., 2007)**

Tableau 03: Composition minérale du lait **(Jeantet ,2007)**

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

3.7. Enzymes

Les enzymes sont des protéines globulaires spécifiques produites par des cellules vivantes. Ce sont des biocatalyseurs car ils accélèrent les réactions biochimiques. Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases et les oxygénases .Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température **(Vignola, 2002).**

Tableau 04: Caractéristique des principaux enzymes du lait **(Vignola ,2002)**

Groupes d'enzymes	Classes d'enzyme	pH	Température (C°)	Substrat
HYDROLASES	**Estérases**			
	Lipases	8.5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Esters phosphorique
	Phosphatase acide	4-5.2	37	Esters phosphorique
	Protéases			
	Lysozyme	7 .5	37	Paroi cellulaire microbienne
	Plasmine	8	37	Caséines
Déshydrogénase ou oxydase	Sulfhydrile oxydase	7	37	Protéines Peptides
	Xanthine oxydase	8.3	37	Bases puriques
Oxygénases	Lactoperoxydase	6.8	20	Composés réducteurs + H2O2
	Catalase	7	20	H2O2

II. Qualité du lait

1. Qualité organoleptique

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

1.1. 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).**

1.2. Odeur

Selon **(Vierling, 2003),** l'odeur est caractéristique le lait du fait de la matière grasse qu'il contient 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), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne v une odeur aigrelette).

1.3. Saveur

Le goût sucré (doux) du lactose est équilibré par le goût salé des chlorures et tous les deux sont modérés par des protéines **(Kebchaoui, 2013).**

D'autre élément influant (la température, l'ébullition, la pasteurisation ...) donne au lait une saveur différente à celle du lait naturel. En plus, le colostrum et le lait issu des mamelles infectées ont un goût salé **(Tria et Nasir, 2003).**

1.4. 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.

2. Qualité microbiologique

Le lait est un aliment de choix : il contient des graisses, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et 87% d'eau. Son pH est de 6,7.Il va être un substrat très favorable au développement des microorganismes. Le lait est utilisé sous nombreuses formes et il est la matière première de nombreux produits alimentaires.

2.1. Les flores microbiennes du lait

On répartit les microorganismes du lait, selon leur importance, en deux grandes classes : La flore indigène ou originelle et la flore contaminant. Cette dernière est subdivisée en deux sous classe : la flore d'altération et la flore pathogène **(Vignola, 2002).**

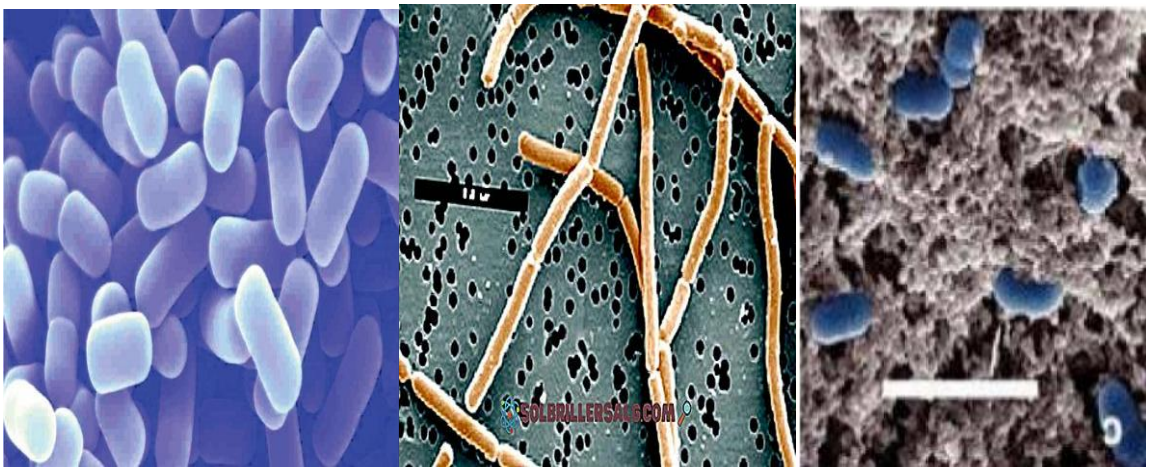
2.1.1. Flore originelle ou indigène

Le lait contient relativement peu de microorganisme quand il est sécrété partir de la mamelle d'un animal en bonne santé. Il devrait contenir moins de 5000UFC (unités formant colonies).

La flore naturelle du lait cru est un facteur essentiel particulièrement à ces propriétés organoleptiques **(Fotou et *al*., 2011)**. Le Lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées« lacténines» mais leur action est de très courte duré environ 1 heur **(Guiraud, 2003)** D'autre microorganisme peuvent se retrouver dans le lait cru issus d'un animal malade, ils sont généralement pathogènes et dangereux au point de vie sanitaire.

2.1.1.1. Les bactéries lactiques

Les bactéries lactiques appartiennent à un groupe de bactéries bénéfiques, dont les vertus se ressemblent, et qui produisent de l'acide lactique comme produit final du processus de fermentation. Elles sont partout dans la nature, et se trouvent aussi dans le système digestif de l'homme. Si elles sont surtout connues pour le rôle qu'elles jouent dans la préparation des laitages fermentés, elles sont utilisées également dans le saumurage des légumes, la boulangerie, la fabrication du vin, le saurissage des poissons, des viandes et des salaisons.



(A): *Lactobacillus helveticus.* **(B):** *Lactobacillus delbrueckii.* **(C):** *Lactococcus lactic.*

Figure 04: Les bactéries lactiques **(Prescott et *al*., 2010).**

2.1.2. Flore de contamination

Selon **(Vingola, 2002),** 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.

Le lait se contamine par des microbes d'origines diverses :

Fèces et téguments de l'animal *: Coliformes, Clostridies*, et éventuellement des *Entérobactéries* pathogènes (*Salmonella*).

Sol : *Streptomyces*, bactéries sporulées, spores fungiques, *listéria.*

Litière et aliments : flore banale variée, en particuliers, *Lactobacilles, Clostridium butyriques*(*Ensilages*).

Air et eau : flore diverse dont *pseudomonas*, bactérie sporulées, etc.

Équipements de traite et de stockage du lait : flore lactique, *microcoque, Lactobacilles, Streptocoques, Leuconostoc*, levure, cette flore sera souvent spécifique d'une usine à une autre.

Manipulateurs : *Staphylocoques* dans le cas de traite manuelle.

Vecteurs divers : insectes en particulier, flore de contamination fécale **(Guiraud, 1998).**

2.1.2.1. Contaminations du lait cru au stade de la production

La flore du lait cru est abondante et susceptible d'évoluer rapidement. Il faut donc abaisser sa température à moins de 10°C le plus rapidement possible, au mieux dans l'heure qui suit la traite. Le lait recueilli à la ferme par traite mécanique ou manuelle est soit directement transporté au centre de ramassage où il est réfrigéré, soit stocké dans des réservoirs réfrigérés avant transport dans le cas d'exploitations importantes. Dans ces conditions, la flore microbienne est stabilisée. Le lait cru doit être toujours maintenu au froid. La durée de conservation de ce lait est courte en raison de la possibilité du développement des germes psychrotrophes et psychrophiles (quelques jours) **(Guiraud et Galzy, 1980).**

2.1.2.2. Contamination par l'animal

Le lait renferme, lorsque l'animal est sous médication, des résidus d'antibiotiques qui sont à l'origine de perturbations importantes des processus de fermentation et de maturation des produits laitiers de large consommation tels que les yaourt, fromages et autres laits fermentés **(Ben mahdi et Ouslimani, 2009).** Ces laits anormaux doivent être séparés du lait sain et ne pas être utilisés pour la transformation. La propreté des vaches a un impact significatif sur la santé du pis et en particulier sur le taux de mammites environnementales.

Le maintien de la propreté du pis et des membres des vaches permet de diminuer la propagation d'agents pathogènes de l'environnement vers le canal du trayon

2.1.2.3. Contamination au cours de la traite

C'est en surface des trayons que l'on retrouve la plus grande diversité de groupes microbiens : une douzaine de groupes microbiens parmi les flores utiles, flores d'altération et pathogène sont systématiquement détectés. Les groupes microbiens utiles (bactéries lactiques) sont fortement dominants, leurs niveaux étant au moins 100 fois supérieures à ceux des groupes d'altération ou pathogènes (*staphylocoques* à coagulase positive). Dans le lactoduc et l'air du lieu de traite, la diversité microbienne est moindre puisque que seuls quelques groupes microbiens sont systématiquement présents.

2.1.2.4. Contamination au cours du transport

La collecte et le transport se font grâce à des camions-citernes réfrigérés qui récoltent régulièrement le lait dans les fermes. Ils doivent respecter un certain nombre de règles légales afin de livrer un lait de bonne qualité, notamment par le maintien du lait au froid qui a pour but d'arrêter le développement des microorganismes. Il constitue un traitement de stabilisation **(Weber, 1985).** Une altération de la qualité au cours du transport par une mauvaise réfrigération, peut avoir un impact grave sur la qualité du lait et engendrer des pertes financières importantes **(Jakob et *al*., 2011).**

2.1.3. Les flores d'altérations

Seules quelques unes des espèces présentes seront responsables de l'altération du produit. Elles sont d'abord sélectionnées en fonction des conditions physico-chimiques mises en jeu (nature de produit, pH, pression partielle en oxygène, température de stockage, etc) **(Bennefoy et *al*., 2002).**

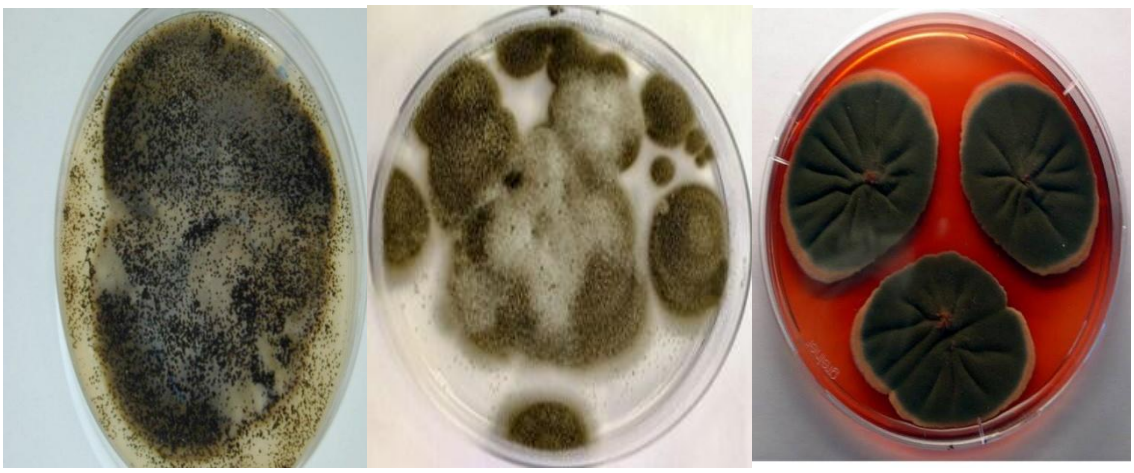
a. Bactéries de type coliforme :

Les coliformes sont des bactéries Gram (-) non sporulées, aérobies ou anaérobies facultatives. **(Billon et Sauve, 2009).** Des exemples ; genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella*.

b. Levures et moisissures :

Elles se manifestent dans le fromage (peu dans le lait). Les levures sont des champignons microscopiques unicellulaires et sont souvent rondes à ovales, la division se fait

par bourgeonnement, plus rarement par scissiparité. A cité que des levures d'altération sont associées au domaine laitier **(Hermier et *al*., 1992).**Ont cité que les moisissures sont des champignons microscopiques filamenteux, dix fois plus grosse que les levures, il existe plusieurs genres de moisissures notamment les genres *Aspergillus, Penicillium* et *Fusarium* **(Meyer et *al*., 2004).**



(A): *Alternaria alternate* **(B):** *Clodosporium hebarum* **(C):** *Penicillium pupurogenum*

Figure 05 : Différentes genre de la moisissure **(Labrie, 2012).**

c. Les *Streptocoques* (fécaux), les *Streptocoques* lactiques et les *Lactobacilles*

Les *Streptocoques* sont des témoins de contamination fécale, entrainent très souvent une très forte protéolyse. Les *Streptocoques* lactiques et les *lactobacilles* (qui sont de la flore indigène du lait) sont recherchés pour la fabrication du fromage, peuvent en grande abondance, acidifier trop rapidement le lait se qui provoque la coagulation.

2.1.4. Les flores pathogènes

Les germes pathogènes auxquels on accorde une importance particulière, en raison les germes pathogènes auxquels on accorde une importance particulière, en raison de la gravité ou de la fréquence des risques qu'ils présentent sont cités ci-dessous :

> Les principales bactériennes infectieuses sont *Salmonella sp, Escherichia coli, Listeria monocytogenes, Clostridium* perfringens et *Campylobacter sp.*

> Les principales bactéries toxigènes sont *Staphylococcus sp Clostridium botulinum* **(Vignola, 2002).**

Les germes pathogènes auxquels on accorde une importance particulière, en raison de la gravité ou de la fréquence des risques qu'ils présentent sont cités ci-dessous :

> Les principales bactériennes infectieuses sont *Salmonella sp*, *Escherichia coli, Listeria monocytogenes, Clostridium perfringens* et *Campylobacter sp.*

> Les principales bactéries toxigènes sont *Staphylococcus sp Clostridium botulinum* **(Vignola, 2002).**

Tableau 05 : Quelque propriété des microorganismes du lait cru

Les microorganismes	LES caractéristiques	Les effets	Les références
Clostridium	Gram positif anaérobies strictes.	Contamination du lait au moment de la traite.	**(Bourgeois et Leveau, 1991).**
Escherichia coli	Mobile Pathogène	Capable de fermenter le glucose et le Lactose	**(Carip, 2008).**
Salmonella	pathogène Gram négatif Mobile sensibles au pH acide aéro- anaérobies facultatifs	Capable de fermenter le glucose incapable de fermenter le lactose	**(Carip, 2008).**
Slaphylococcus	Gram positif Immobile Non capsulés Non sporulés	Capable de fermenter le glucose	**(Lory et *al*., 2004) (Carip, 2008)**

a. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est le micro-organisme pathogène le plus souvent incriminé dans des cas de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) par le lait et les produits laitiers. Elle déclenche des nausées, vomissements, diarrhées, douleurs abdominales et maux de tête voire des conséquences plus graves chez les jeunes enfants, les femmes

enceintes et les personnes immunodéprimées. La contamination du lait cru à la production est due à la flore présente dans la mamelle en cas d'infection, de la flore décontamination apportée par le milieu extérieur au cours des différentes manipulations.

b. Les *salmonelles*

Salmonella est une bactérie naturellement présente dans l'intestin des animaux (en particulier chez les volailles et les porcs), des oiseaux, des reptiles, de certains animaux de compagnie et de certaines personnes. Elle est également présente dans l'environnement et peut contaminer le lait à la production à la ferme **(Van Kessel et *al*., 2004).** Les personnes qui consomment du lait contaminé par *Salmonella* sont susceptibles de contracter la salmonellose. Comme dans le cas d'autres toxi-infections alimentaires **(Streit et *al*., 2006),** les symptômes de la salmonellose ressemblent à ceux de la grippe.

c. Les coliformes totaux

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme ß-galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié **(Archibald, 2000 ; Edberg et *al*., 2000).** Des coliformes banals absorbés en quantité massive (1 million à 1 milliard de germes) peuvent déclencher des troubles gastro-intestinaux (nausées, vomissements et diarrhée), habituellement de courte durée.

3. La qualité nutritionnelle

Le lait contient presque tous les éléments nutritifs nécessaires à la croissance du jeune mammifère. Un litre de lait d'origine bovine contient environ 50g de lactose, 32g de protéines et 40g de matière grasse. Le potentiel énergétique d'un litre de lait est respectivement de 2720KJ, 2090 KJ et 1460 KJ suivant qu'il est entier, demi-écrémé ou écrémé.

Le lait n'est cependant pas un aliment complet, car carencé en fer et acides aminée soufrés (méthionine, cystéine). Il contient des protéines riches en résidu d'acides

aminés essentiels et des minéraux d'intérêt nutritionnel (calcium et phosphore) sous forme organique et minérale facilement assimilable par l'organisme **(Jeantet et *al*., 2008).**

4. Les procédés de conservation du lait

4.1. Par le froid

Actuellement, le froid est un moyen très pratique de conserver les aliments, tout en préservant leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques.

a. Réfrigération

La réfrigération est une technique de semi conservation, et consiste à placer les denrées dans une enceinte maintenu vers +5°C. Cette température freine les développements des germes mésophiles, par contre le traitement est sans effet sur les psychrophiles, qui se développent à la température de réfrigération **(Gosta, 1995).**

b. Congélation

Est un procédé physique, qui a pour but la conservation prolongée par le froid. Les produits alimentaires sont conservés à -40°C, il est très important que le lait destiné à être conserver par le froid soit de bonne qualité hygiénique .Le but d'emploie de froid est souvent d'inhiber, retarder ou arrêter d'une part les réactions enzymatiques dans le produit alimentaire et d'autre part la croissance des micro-organismes. En résumé, le froid constitue un moyen important de conservation du lait **(Gosta, 1995).**

4.2. Par la chaleur

Contrairement à l'action du froid. La chaleur permet de détruire les microbes et non d'inhiber simplement leur développement. D'autre part elle vise à détruire les enzymes qui peuvent impliquer la détérioration du lait. Ce qui permet l'amélioration de la qualité du lait **(Adrian, 1987).**

a. La pasteurisation

Est un processus de traitement thermique qui vise à détruire certains micro-organismes présents dans un produit, alors le processus de pasteurisation consiste à chauffer l'aliment jusqu'à une certaine température, souvent inferieur à 100°C, elle est employée pour

les aliments qui nécessitent uniquement la destruction des germes pathogènes ou toxinogénes **(Adrian, 1987).**

b. La stérilisation

Elle vise à destruction totale des micro-organismes et des spores présents dans le produit. La stérilisation consiste à chauffer le Produit alimentaire au-delà de 100°C pour lui assurer une conservation prolongée **(Veisseure, 1979).** Pour cette raison, le traitement de «stérilisation » vise, en pratique, d'obtenir une stabilité au cours d'une longue conservation (de5 à 6 mois).

III.1. Effet de traitement thermique sur le lait

Les traitements thermique peuvent modifier la composition du lait et se faisant sa valeur nutritive .Certains changements sont par nature évidents : l'écrémage prive le lait de sa matière grasse, des acides gras essentiels et entraine des pertes élavées en vitamines liposoluble A et E. D'autre technique ont des effets plus insidieux comme le chauffage ou la conservation **(Hermier et Cert, 1987).**

1.1. Les constituants lipidique

Le chauffage ne semble pas modifier la qualité des graisse quand la technique applique au lait est la pasteurisation courte, instantané, la stérilisation ou le processus UHT.

Lors du chauffage du lait les acides cétoniques et hydroxylés naturels sont convertis respectivement en méthyl-cétones et en lactones, qui modifient les propriétés organoleptiques du lait.

La pasteurisation n'altère pas les graisses polyinsaturées et donc les acides gras essentiels : l'acide linoléique est stable à haute température et sa décomposition ne survient qu'après un chauffage d'une heure à 180°C. Par contre, les laits stérilisés et UHT subiraient au cours du traitement thermique une réduction légère de leur teneur en acides gras essentiels **(Renner, 1989).**

1.2. Les protéines

Suivant les propos de **(Andrian et LEPEN, 1987)**, L'effets des procédés technologiques la chaleur modifié la configuration spatiale des protéines sans léser la

séquence polypeptidique (structure primaire).Cette dénaturation débute à des températures de 80°C et partiellement réversible.

1.2.1. Caséine

La caséine résiste aux effets thermique, elle coagule seulement après chauffage d'une heure à 125°C **(Andrian et Lepen ,1987).**

1.2.2. Protéines du lactosérum

La pasteurisation dénature de 10 à 20 pour cent, le processus UHT direct de 40 à 60 pour cent et la stérilisation classique les dénature mais pas totalement.

1.2.3. Réaction de Maillard

Selon **(Adrian et Lepen, 1987)**, A haut température et lors de très longues période de stockage, il apparaît dans le lait des aldéhydes, des cétones et des substances réductrices elles interagissent avec certain acides aminés et protéines. Intervient principalement entre le lactose et les caséines par suit cette réaction donnent au lait une odeur et une saveur agréable.

1.3. Les minéraux

Le chauffage du lait diminue la fraction de calcium et phosphore soluble, mais à des conséquences limitées pour l'être humain en raison des quantités initiales très élevées **(Renner ,1989)**.

1.4. Les vitamines

Tableau 06 :L'effet de divers traitements thermique sur la perte vitaminique **(Renner ,1989)**

Procédés	**Perdes%**				
	Thiamine	**Pyridoxine**	**Cobalamine**	**Acide folique**	**Acide ascorbique**
Pasteurisation	10	0-8	10	10	10-25
UHT	0-20	10	5-20	5-20	5-30

Ebullition	10-20	10	20	15	15-30
Stérilisation	20-50	20-50	20-100	30-50	3-100

1.5. Les enzymes

A partir de **(Renner ,1983)**, les enzymes endogènes telle que : phosphatase alcalines et peroxydase sont très thermosensibles.

Un chauffage préalable et modéré du lait (une heure à 55°C pour les protéinases, 10 secondes à 74°C pour les lipases) permet de se débarrasser en partie au moins de ces enzymes.

1.6. L'aspect bactériologique

Le lait ne peut être conservé pour une longue durée car, sa composition favorise la prolifération de microorganismes, on le soumet à un traitement thermique qui détruit partiellement ou entièrement sa flore microbienne. Le degré de cette destruction dépend directement de la température appliquée et de la durée du traitement thermique. Le taux de destruction des microorganismes est proportionnel à la température, alors que la vitesse des réactions chimiques est surtout liée à la durée du traitement **(Carole et Vignola, 2002)**

Selon **(Veisseyre ,1979)**, la conservation du lait au froid favorise le développement des germes psychrotrophe, mais elle inhibe la flore pathogène et ralentit la croissance microbienne plutôt les flores de contamination.

Matériel et Méthodes

Matériel et Méthodes

I. Objectif de l'étude

Notre travail a été réalisé au niveau des laboratoires de recherche en Analyses physicochimiques et microbiologique du **Centre de recherche Scientifique et technique en Analyses Physico-chimique (CRAPC).** Durant une période d'un mois allant du mois de Mars au mois du Avril 2020, l'objectif de notre étude est d'évaluer les effets des traitements thermiques sur le profil en acides gras et la qualité physico-chimique et microbiologiques de quelque lait commercialisée dans la région de Tipaza.

Les différentes Analyses ont été effectuées sur des échantillons de lait à l'état frais et après :

* Une conservation par :

-Réfrigération à une température égale à (6°C) pendant 3 jours dans un réfrigérateur.

*Un traitement thermique par :

- Chauffage courant à une température égale à (70°).

- Chauffage aux micro-ondes pendant 2 min.

II. Echantillonnage

Cette étude est portée sur un nombre de quatre (04) échantillons de certains laits commercialisés dans la wilaya de Tipaza en Algérie. Les échantillons ont été achetés du commerce de la wilaya.

Les différents types de lait analysés sont :

-2 échantillons de lait entier stérilisé (UHT) conditionné dans une boite d'un litre **(A, B).**

- 2échantillons de lait entier en poudre déshydraté instantané conditionné dans un sachet de 125 g **(C, D).**

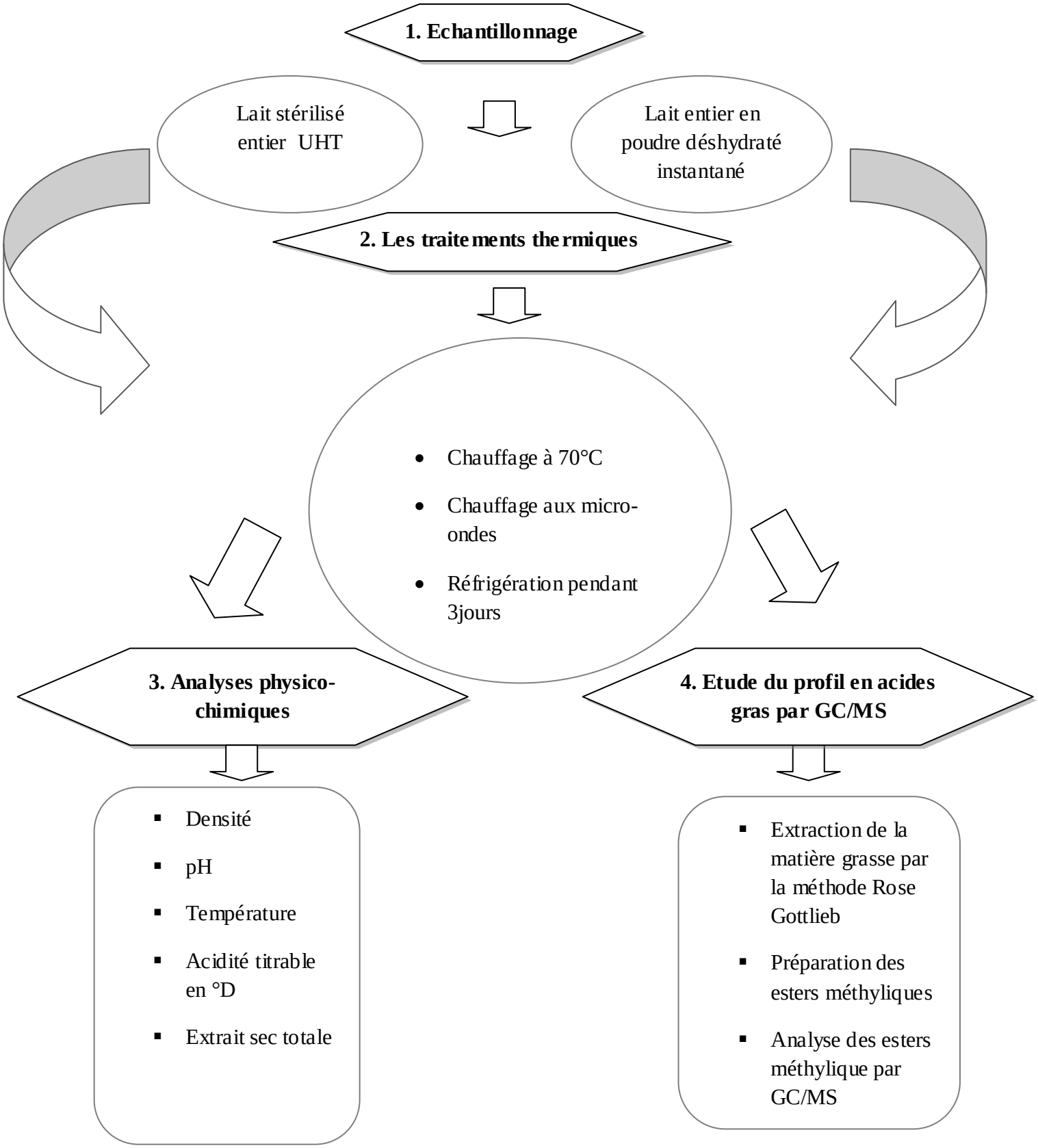


Figure 06 : schéma présente les différentes étapes de la démarche suivi pour l'analyse des échantillons.

III. Matériel

Le matériel utilisé pour les paramètres physico-chimiques et l'extraction des acides gras est présentés dans **(annexe I, II).**

IV. Méthodes des analyses physico-chimiques de lait

1. Densité

Principe

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau **(Pointurier, 2003).**

La densité est déterminée à 20°C par lactodensimètre.

Mode opératoire

- Une éprouvette de 250ml stérile est remplie de lait à analyser (afin d'éviter la formation de mousse ou bulle d'air).
- Le lactodensimètre est rincé avec du lait puis il et introduit dans l'éprouvette en le tenant par l'extrémité de la tige graduée.
- Enfin la lecture de la graduation est effectuée après 30 secondes à 1 minute (Figure 08).



Figure07 : Mesure de la densité du lait entier UHT par lactodensimètre (Originale).

Lecture de résultat

La densité du lait est une grandeur sans dimension, Après la stabilisation du lactodensimètre on lit à la surface d'un coté la densité et de l'autre la température

Correction

Si le lactodensimètre est utilisé à une température autre que 20°C, une correction de la lecture doit être faite de façon suivante :

- Si la température du lait au moment de la mesure est supérieure à 20°C, augmenter la densité lue de 0.0002 par degré au-dessus de 20°C.
- Si la température du lait au moment de la mesure est inférieure à 20°C, diminuer la densité lue de 0.0002 par degré au-dessous de 20°C.

2. pH

Principe

Par définition, le pH est une mesure de l'activité des ions (H+) contenus dans une solution. Le but est de pouvoir mesurer quantitativement l'acidité de celle-ci. Le pH est mesuré à l'aide d'un pH- mètre (**Carole ,2002**)

Mode opératoire

- Etalonner le pH-mètre à l'aide de deux solutions tampons (pH4 et pH7) ;
- Plonger l'électrode dans le lait à analyser et lire la valeur de pH stabilisée.
- Retirer l'électrode et la rincer avec de l'eau distillée.

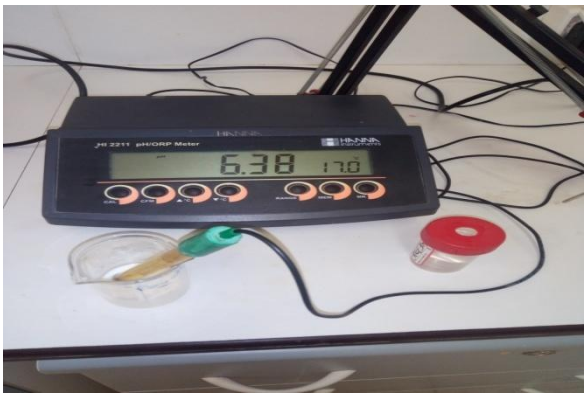


Figure08 : Mesure du pH par un pH-mètre (Originale).

Lecture de résultat

Après la stabilité de l'affichage sur l'écran du pH-mètre on fait la lecture de la valeur du pH.

3. Température

La mesure de la température se fait par l'introduction du thermo-lacto-densimètre ou bien le thermomètre ou thermomètre du pH-mètre dans le lait à analyser.

Lecture de résultat

La lecture se fait d'une façon horizontale, et après la stabilisation du thermo-lacto-densimètre.

4. Acidité titrable en °D

Principe

Le principe est basé sur un titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium (NaOH 0,1N) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

Mode opératoire

- Transvaser 10 ml de lait dans un Bécher.
- Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine.
- Titrer avec la soude (N/9) avec l'agitation jusqu'à un virage du milieu au rose pale .



Figure 09 : Mesure de l'acidité titrable en °D du lait poudre (Originale).

Expression de résultat

$$AT = V.\ 10(D°)$$

AT : Acidité titrable

V : Le volume en ml correspond à la chute de la burette.

5. L'extrait sec total (EST)

Principe

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la présente norme **(Afnor, 1985).**

L'extrait sec total est mesuré au moyen d'un dessiccateur à rayonnement infrarouge, équipé d'un système de chauffage permettant l'évaporation ou l'élimination de l'humidité du lait.

Mode opératoire

- Placer la capsule d'aluminium dans un dessiccateur, puis tarer.

- Verser 5ml du lait à analyser à l'aide d'une pipette (10ml) dans toute la surface de la capsule.
- Fermer le couvercle de l'appareil.
- Attendre jusqu'à stabilité du poids qui se manifeste par une sonnerie.



Figure 10 : Dosage de l'extrait sec total à l'aide du dessiccateur (Originale).

Lecture de résultat

Lire le résultat affiché sur l'écran du dessiccateur.

6. Taux de matière grasse (MG) (méthode acido-butyrométrique de Gerber) (norme Afnor, 1980)

Principe

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

Mode opératoire

• Introduire 10 ml d'acide sulfurique (96%) dans le butyromètre à lait par un distributeur.
• Ajouter 11ml du lait à analyser.
• Ajouter 1 ml d'alcool iso amylique et fermer avec un bouchon.

• Après, agiter soigneusement jusqu'à la dissolution des protéines par action d'acide sulfurique, puis tourner le butyromètre du haut en bas cinq à six fois. Afin d'obtenir une bonne homogénéisation

• Mettre le butyromètre dans le centrifugé pendant 5 minutes.

• En fin, faire la lecture.

Expression des résultats

La teneur en matière grasse est exprimée en g/l est obtenu par la lecture de la graduation sur le butyromètre. Maintenir le bouchon vers le bas et ajuster devant le repère la plus proche, puis lire rapidement.

$$MG\ (g/l) = (B-A)\ x100$$

A: la valeur correspondant au niveau inférieur de la colonne grasse.
B : la valeur correspondant au niveau supérieur de la colonne grasse.

V. Etude de l'effet des traitements thermiques sur le profil en acides gras des différents échantillons du lait

1. Extraction de la matière grasse du lait (IDF/ISO 172:1995.)

La matière grasse du lait est en grande majorité sous forme d'émulsion de globules gras, qui est stable du type "huile dans l'eau". La surface des globules gras est couverte par une couche adsorbée communément dénommée "membrane de globule gras". Cette membrane contient des phospholipides et des protéines sous forme d'un complexe. En plus de son rôle de stabilisation de l'émulsion de la matière grasse, le complexe de phospholipides - protéines joue un rôle important dans de nombreux procédés. L'extraction des lipides du lait et de ses produits peut se faire par des procédés différents. Nous avons suivi la méthode **Rose-Gottlieb.**

Principe

La méthode Rose-Gottlieb correspond à un dosage des lipides par pesée après extraction éthéro-ammoniacale

Les lipides étant, dans le lait, associés notamment aux protéines, il faut déstabiliser cette association. Pour cela il faut utiliser de l'éthanol qui dénature les protéines et de l'ammoniaque qui permet de les solubiliser de nouveau, afin qu'elles ne gênent pas l'extraction des lipides par l'éther. Extraire ensuite ces lipides par l'éther. Après extraction, le solvant organique contient les lipides, de l'éthanol mais encore une faible quantité d'eau. Afin d'éliminer au maximum la présence d'eau dans le milieu ensuite il faut ajouter de l'éther de pétrole qui permet le relargage de l'eau. Les couches éthero-alcooliques réunies sont évaporées à sec, et le résidu de matière grasse est pesé **(Gottleib, 1960).**

Mode opératoire

- Chauffer l'échantillon du lait à 40°C dans un tube à essais.
- Mettre les tubes dans un bain marie (ultrason) pendant 10min.(figure 12.A)
- Mélanger 10ml du lait avec 2ml d'ammonia et 10ml d'éthanol, puis agiter pendant 10min sur un agitateur.
- Verser le mélange dans une ampoule à décanter après ajouter 1ml d'ammonia et 10ml d'éthanol à l'aide d'une pipette graduée (avec l'agitation).
- Ajouter 20ml de diéthyl éther et mélanger (1min).
- Après verser 20ml d'hexane à ce mélange et agiter.
- Laisser reposer 30min. (figure 12.B)
- Récupérer la phase aqueuse dans un ballon stérile, évaporer à 50°C par un évaporateur rotatif. (figure 12.B)
- Laisser sécher 30min à 100°C puis 45min dans un dessiccateur puis peser.



Figure11 : Les différentes étapes de l'extraction de la matière grasse du lait par la méthode Rose-Gottlieb(Originales).

2. Analyse du profil en acide gras par Chromatographie en phase gazeuse couplé à la spectrométrie de masse (GC/MS)

La méthode utilisée est la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS). Les acides gras libres sont difficiles à analyser par GC/MS du fait de leur faible volatilité et de leur tendance à s'adsorber. Ainsi les acides gras sont analysés sous la forme d'esters méthyliques.

2.1. Préparation des esters méthylique

Principe

Préparation d'ester méthylique des acides gras ayant 4 atomes de carbone à partir des acides gras neutre. L'estérification a pour but la dissolution des acides gras et aussi la préparation à la GCMS.

Mode opératoire

- Peser 1g de l'échantillon dans un tube à essais, puis ajouter 10ml de l'heptane.
- Verser dans le tube à essais 0.5ml de la solution méthanoliques d'hydroxyde de potassium, puis boucher et agiter pendant 20sec
- Recueillir la couche supérieure qui contient les esters méthyliques.

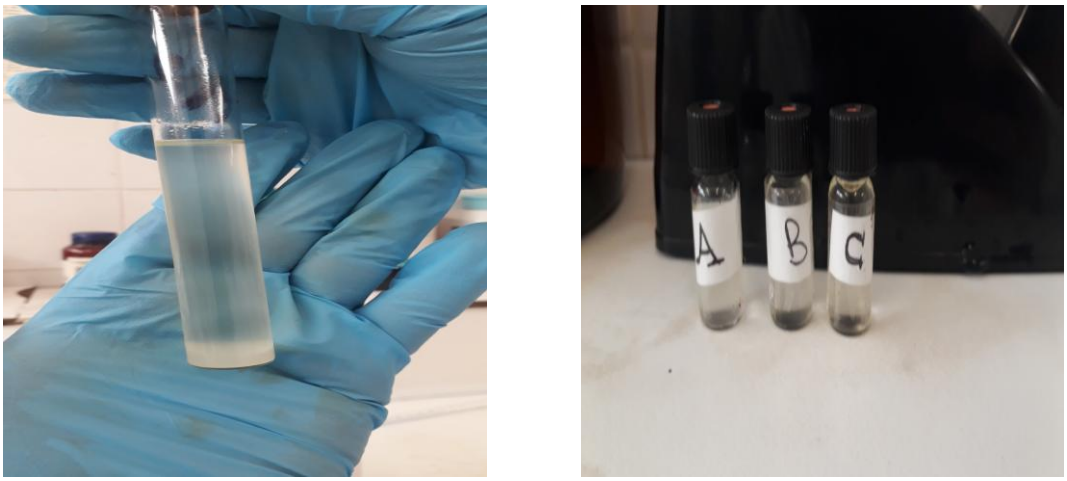


Figure12 : L'estérification de la matière grasse du lait(Originale).

2.2. La chromatographie en phase gazeuse couplée a la spectrométrie de masse GC/MS

2.2.1. Principe

La GC permet de séparer les composés volatiles d'un mélange en les soumettant à un gradient de température et les éluant par un gaz vecteur. En utilisant un spectromètre de masse comme détecteur, les composés séparés par la colonne sont ionisés, fragmentés et accélérés et les fragments sont séparés selon leur rapport masse/charge dans l'analyseur, produisant un spectre d'ions.

Selon **(Villias-Boen et *al*., 2010)** et en microbiologie, la chromatographie en phase gazeuse est l'un des principaux types de GC ; dans cette même respectivement semble être une méthode de choix pour identifier et quantifier un grand nombre de composés simultanément. La GC-MS permet une séparation avec une haute résolution et des temps de rétention de composés reproductibles d'une analyse à l'autre. Le spectromètre de masse par impact électronique (IE) permet une fragmentation reproductible de molécules et une sensibilité de détection . L'identification des composés par leur spectre ionique est facilitée par l'existence de bibliothèques spectrales et la comparaison à la bibliographie existante; de plus, l'analyse spectrale permet d'obtenir des informations sur les composés non identifiés. Les signaux obtenus en analyse full scan par IE (instrument type quadrupôle) sont approximativement proportionnels à la quantité de composés injectés. La technique est ainsi adaptée pour l'analyse non ciblée d'un grand nombre de composés simultanément **(Koek et *al* ., 2006).**

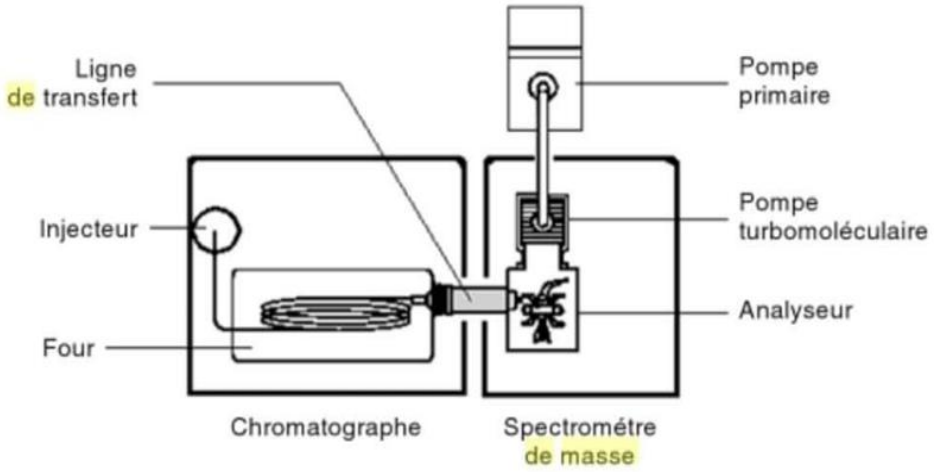


Figure13 : Représentation schématique d'un appareil de couplage GC-MS **(Bouchennet Stephane, 2009)**.

2.2.2. Les principaux modules et fonctionnement de GC-MS

A. Colonne

Il existe deux types de colonnes qui n'offrent pas les mêmes performances : colonne capillaire et colonne remplis, elles sont en acier inoxydable, en verre, en silice fondu.

La température de la colonne est un paramètre important qui doit être contrôle à quelque dixième de degré prés, c'est pour ça elle est placé dans une enceinte thermostatique **(Duoglas et *al*., 2003)**

B. Gaz vecteur

Suivant les propos de **(Francis et Annik Rouessac, 2004),** Le choix du gaz vecteur est conditionné par l'efficacité de la séparation et la sensibilité du détecteur. Le gaz vecteur qui est la phase mobile peut être de l'hélium, l'azote, l'hydrogène ou de l'argon : son choix dépends de facteur tels que : la disponibilité, la pureté, la consommation et de type de détecteur utilisé

C. Détecteurs

Le plus couramment utilisés :

C.1.Détecteur usuels

D'après **(Jean Tranchant ,1982),** Le détecteur à ionisation de flamme est le détecteur le détecteur le plus utilise en GC, non spécifique, décèlent toute substance organique mais insensible à la plupart des substances minérales.

La bonne sensibilité de détecteur permet de ne pas faire passer dans la flamme qu'une fraction de la phase mobile sortant de la colonne.

C.2.Détecteur spectrale

C'est le spectromètre de masse, la GC est souvent couplée à des techniques sélectives de spectroscopies, ces couplages fournissent au chimiste de puissants outils permettant d'identifier les composants de mélange complexes. Les spectromètres de masse sont constitués s'au moins cinq éléments : un système d'introduction, une source, un analyseur, un détecteur et un système d'acquisition et de traitement des données **(Bouchennet Stephane ,2009). (Nolwenn Dubois,2005)** rappelle que l'orsqu'une molécule est introduite dans le spectromètre de masse, elle va être dans un premier temps vaporisée puis dans second temps elle se trouve bombardée par un faisceau d'électrons produit par un filament incandescent et accélérés grâce à une différance de potentiel (l'ionisation) .Au cours de cette étape les molécules se brisent en fragments parmi lesquels on trouve des ions positifs qui serviront à former le spectre de masse caractéristique de la molécule .

Ces derniers sont ensuite transmis dans la partie analyseur de spectromètre qui va les séparer en fonction de leur rapport masse, charge par l'application et balayage d'un champ magnétique ou électrique. Le tout est enfin dirigé vers le détecteur qui est constitué d'un collecteur d'ions ,ensemble électronique de mesure et d'amplification des signaux associés aux ions de différentes masse .

Au final, le système d'information assure le traitement des données et on obtient pour chacun des composés un spectre de masse qui est constitué des abondances de ces ions en fonction de leur rapport masse /charge .Au cours de l'ensemble de l'analyse un système de pompage maintient un vide poussé de 10-4 à10-6 Torr dans les parties de la source d'ionisation de l'analyseur et détecteur. L'existence de ce vide est très importante car les ions produits par, la source doivent être extrait.

D. Four

Le four à l'intérieur duquel se trouve la colonne **(Jacques Yonger ,1979).**

2.2.3. Conditions de l'analyse des Esters Méthyliques par GC/MS

Le chromatographe utilisé est un GC "HewelttPakard.Co ; model 6890" SM (HewelttPackard.Co ; model 5973), équipé d'une colonne capillaire de type Restek Co ; Stabilwax-DA, d'une longueur de 60 m, d'un diamètre de 0,32 mm, et d'une épaisseur de 0,25 µm. Le gaz vecteur est de l'hélium avec un débit de 1mL/min. La détection est assurée par un détecteur à ionisation de flamme (FID). Le logiciel utilisé pour l'intégration des pics est Chemstation.splitless est de 245°C, du détecteur, de 250°C, et celle de la colonne est de 50°C/5 min, 14°C/min jusqu'à 165°C, 1 min à 165°C, 2°C/min jusqu'à 225°C, 15 min à 225°C. Ces valeurs sont celles décrites par (**Collomb et Bühler ,2000).**

VI. Analyse statistique

Pour comparer l'effet des différents traitements thermiques étudiés sur les échantillons de lait utilisés on a eu recours au test ANOVA deux facteurs sur Excel 2013 ($p \leq 0,05$). Toutes les analyses sont faites en triplicata pour chaque échantillon et les valeurs représentées dans les tableaux et les Histogrammes sont les moyennes des résultats obtenus pour chaque échantillon déjà décrits.

Résultats et Discussion

Résultats et discussion

I. Les paramètres physico-chimiques

1. La densité

Les résultats illustrés dans la figure (14) montre que la densité du lait frais se situent entre (1.023±0.0002) et (1.031±0.0007), après chauffage à 70°C la densité est comprise entre (1.024±0.001) et (1.031±0), après chauffage au micro-onde les valeurs varie entre (1.023±0.le 001) et (1.030±0), entre (1.029±0.0005) et (1.031±0.001) après une réfrigération pendant 3 jours.

L'analyse statique a montré que les traitements thermique établis ont une influence significative ($P<0.05$) sur la densité du lait a analyse, cette influence varie selon le type de traitement thermique. Lorsque la température augmente on à une diminution de la densité des échantillons du lait analysée. Ces valeurs sont inferieure è celles cités par **(Fao, 2010)** et **(Aboutayeb, 2005)**, qui rapporte que la densité du lait soit (1028-1033) et soit (1028-1035).

On remarque que la densité après une réfrigération est stable et conforme aux normes.

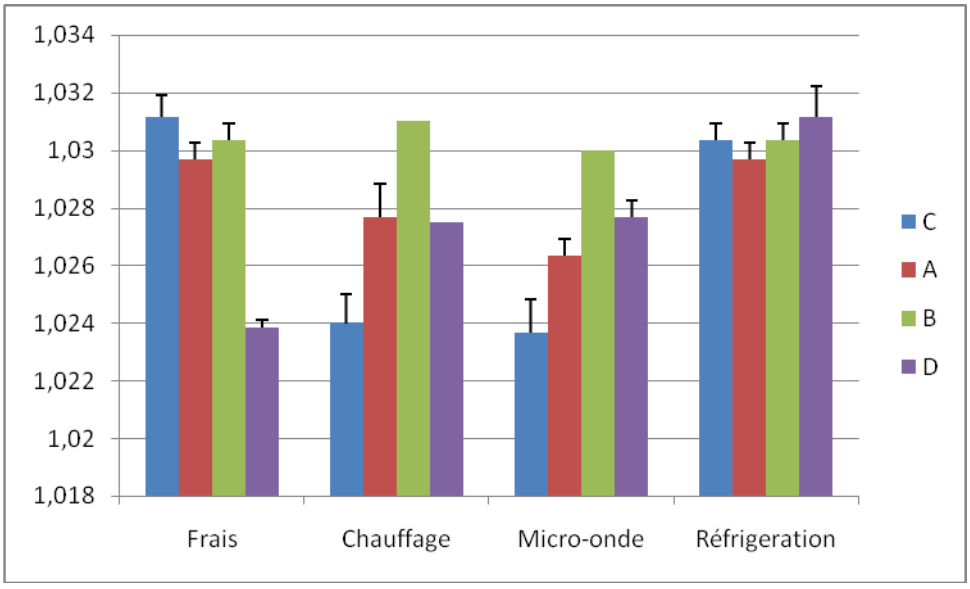


Figure 14 : Effet des traitements thermiques sur la densité des différents laits.

2. pH

Les résultats présentés dans la figure (15) montrent que les traitements thermiques ont une influence significative ($P<0.05$) sur le pH des laits analysés, et cette influence varie en fonction de type des traitements thermiques utilisés et des laits analysés dans notre étude. Le pH se situe entre (6.50±0.11) et (6.71±0) pour le lait frais, et entre (6.40±0.09) à (6.53±0.01) après chauffage à 70°C, (6.52±0.05) à (6.54±0.02) après chauffage au micro-onde et après réfrigération pendant 3 jours les valeurs sont comprises entre (6.27±0.06) à (6.69±0.005).

On remarque que Les valeurs de pH du lait en poudre **(C/D)** (6.40±0.091) moins élevés ($P<0.05$) que celle du lait stérilisé entier UHT **(A /B)** (6.48±0.015).

L'analyse statistique a montré que les valeurs du pH de tous les échantillons de lait traité par chaleur étaient significativement ($P<0.05$) inferieure à celle des échantillons sans traitement thermique .Alors que l'augmentation de la température diminue significativement ($P<0.05$) le pH du lait.

Notre résultats confirme les conclusions de **(Singh, 2004)** qui montre que l'application d'un traitement de chaleur cause l'abaissement du pH suite à trois réactions, ce sont : l'oxydation thermique du lactose en acide organique, l'hydrolyse du phosphate organique (phosphosérine) et enfin la précipitation du phosphate de calcium tricalcique et le relâchement concomitant d'ion H^+.

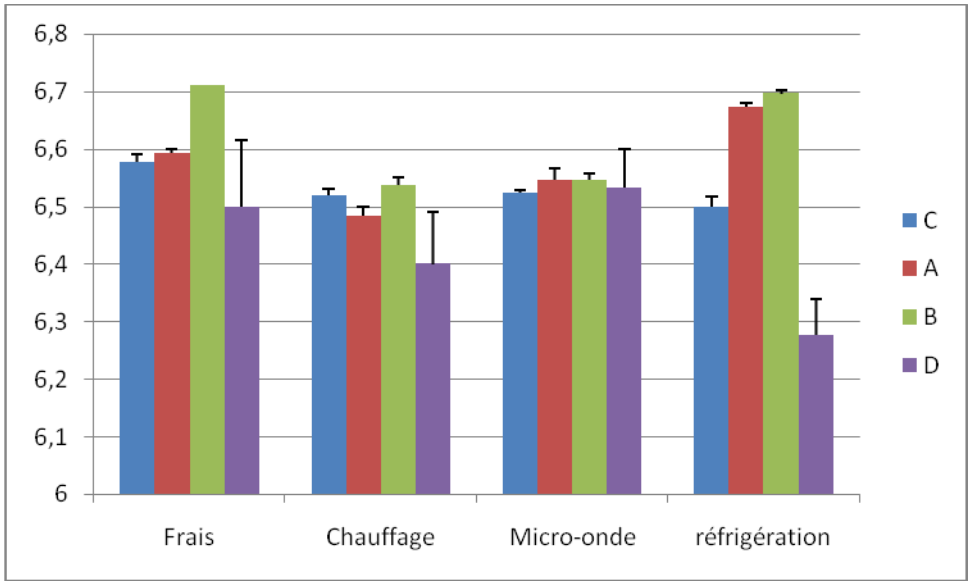


Figure15 : Effets des traitements thermiques sur le pH des différents laits.

3. L'acidité titrable

Les valeurs de l'acidité titrable de tous les échantillons de lait a analyse sont nettement supérieure ($P<0.05$), donc n'ya pas un effet significative ($P>0.05$) de traitement thermique sur l'acidité titrable de lait à analyse.

D'après **(Aboutayeb, 2005),** un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18°D et la **(Fao**, **2010)** rapporte que l'acidité du lait est en moyenne 16(15-17°D) .Donc on peut dire que toutes les valeurs moyennes d'acidité titrable des laits **(A /C/D)** sont inferieures à celles cités par **(Aboutayeb ,2005)** et **(Fao ,2010) .**l'échantillon (B) à une acidité titrable moyenne très proche de celle cité précédemment .

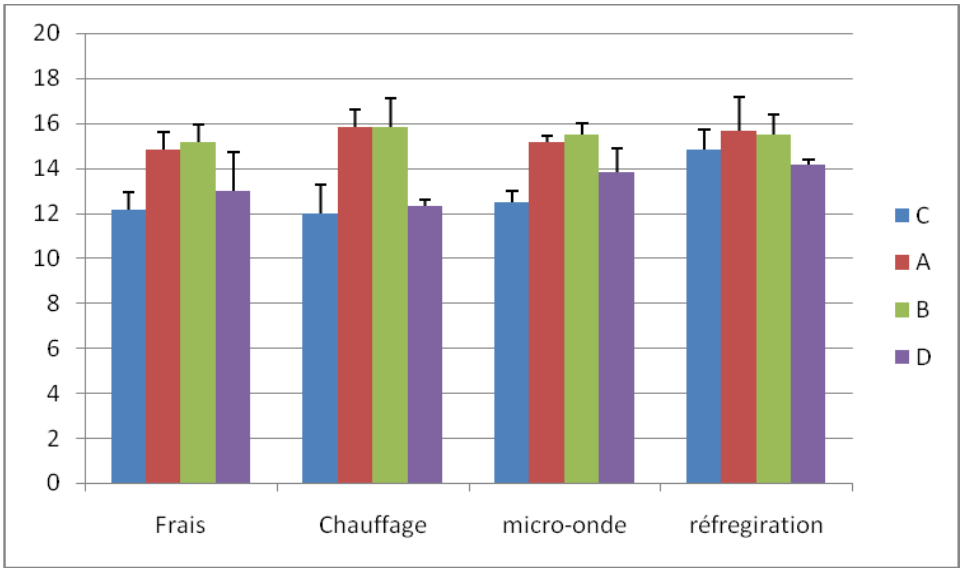


Figure16 : Effet des traitements thermiques sur l'acidité (°D) des différants laits.

4. Extrait sec total

A partir de la figure, On remarque que la teneur en extrait sec total des différents échantillons de lait à analyse varie selon les traitements thermiques appliquées .les résultats montrent que la teneur en E.S.T était élevée après la réfrigération, puis un chauffage au microonde, et après chauffage à 70°C.

Ces analyses monterent que le chauffage à 70°C a une influence significative ($P<0.005$) sur la teneur en E.S.T du lait a analysée.

Ces résultats sont en accord avec ceux retrouvé par **(Hussain ,2011)** et **(Ul Haq ,2013)** qui ont motionné une augmentation de la teneur d'E.S.T sous l'effet du traitement thermique.

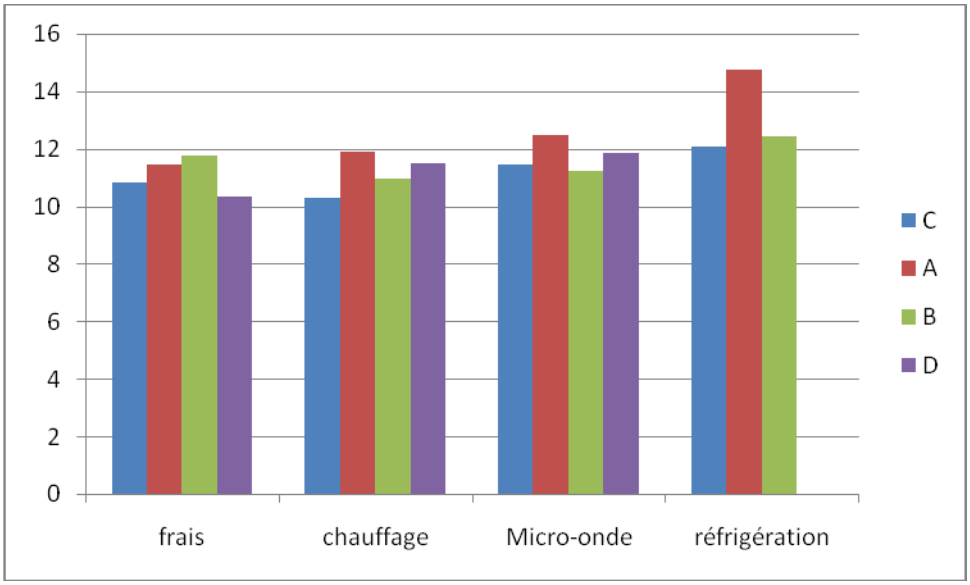


Figure17 : Effet des traitements thermiques sur l'EST(%) des différents laits.

II. Etude de l'effet des traitements thermiques sur le profil en acides gras des différents échantillons du lait

Le profil moyen en acides gras des différents échantillons du lait après les différents traitements est illustré dans le tableau (06) Les chromatogrammes de quelques échantillons du lait sont présentés dans les figures (18, 19,20).

Tableau 06 : Profil en acides gras des différents échantillons du lait après les différents traitements.

	Lait entier déshydraté (C)			Lait entier déshydraté(D)			Lait entier stérilisé UHT (A)			Lait entier stérilisé UHT(B)		
	S T	**70°C**	**6°C**	**S T**	**70°C**	**6°C**	**ST**	**70°C**	**6°C**	**ST**	**70°C**	**6°C**
C4:0	2,44 ±0.37	2,03 ±0,65	2,24 ±0.57	2,37 ±0.09	2.09 ±0.75	2.49 ±1.05	0,14 ±0.67	-	-	0.17 ±1.31	-	-
C6:0	2,37 ±0.16	2 ,51± 0.56	2,47 ±0.16	2,38 ±0.00	2.40 ±1.45	2.35 ±0.75	2,53 ±0.34	2,26 ±0.34	2.14 ±0.09	2.84 ±0.61	2.28 ±1.75	2.17 ±0.34
C8:0	2,07 ±0.23	1,99 ±0.75	2,47 ±0.55	2,4 ±0.09	2.56 ±0.33	2.42 ±0.15	1,69 ±0.32	1.16 ±0.08	0.34 ±0.76	1.89 ±0.43	1.08 ±0.35	1.15 ±0.22
C10:0	1 ,39 ±0.52	1.56± 0,27	1 ,69 ±0.44	1,35 ±0 ,65	1.43 ±1.75	1.38 ±0.15	1,03 ±0.26	1,13 ±0.28	1,21 ±0.66	1.20 ±1.45	1.02± 0.33	1.00±0 .32
C11:0	1,61 ±1.60	1.06 ±1.33	1,41 ±0.60	1,85 ±0.67	1.86 ±0.15	1.75 ±0.33	0,7 ±1.68	0,67 ±0.76	0,75 ±0.29	0.56 ±0.31	0.64± 0.23	0.72±0 .42

C12:0	3,48 ±0.22	3,03 ±0.13	3,38 ±0.72	3,01 ±0.45	3.12± 0.34	3.24± 0.45	3,98 ±0.65	3,88 ±0.87	3,95 ±0.35	3.39± 0.73	3.52± 0.06	3.63±0 .32
C13:0	0,11 ±0.07	0.20± 1.75	0,25 ±0.47	0,17 ±0.71	0.21± 0.23	0.18± 0.45	0,1 ±0.98	0.23 ±0.33	0.15± 0.52	0.28 ±0.67	0.09 ±0.04	0.12 ±0.65
C14:0	12,55 ±0.12	12,45 ±0.75	11,98 ±0.42	12,83 ±0.53	12.75 ±0.24	12.56 ±0.58	10,75 ±0.18	10.54±1 .09	10.82 ±0.29	11.02±0 .03	11.11 ±0.44	10.99± 0.31
C14:1	2,02 ±3.53	2.44 ±1.75	2,22 ±1.53	2,73 ±0.5	2.56 ±0.06	2.44 ±0.67	1,99 ±1.34	1.99 ±0.21	1.87 ±0.53	1.83 ±0.23	1.97 ±0.89	1.96 ±0.31
C15:0	2,15 ±0.53	1.99± 1.05	2,32 ±0.33	2,3 ±0.67	2.46± 0.11	2.51± 0.08	2,33 ±0.67	2.03 ±0.32	2.12 ±0.51	2 .40 ±0.16	2.36 ±0.36	2.29 ±0.57
C15:1	0,85 ±0.09	0.90± 1.75	0,75 ±0.29	0,79 ±0 .98	0.75± 0.73	0.87± 1.55	0,8 ±0.89	0.63±0. 54	0.78± 0.21	0.69±0. 24	0.71± 0.36	0.59±0 .79
C16:0	30,18 ±0.38	30,09 ±0.23	29.98 ±0.18	30,54 ±0.09	29.76 ±0.43	30.35 ±0.56	28,86 ±0.37	28.09±0 .75	28.70 ±0.32	29.64±0 .26	29.53 ±0.74	29.21± 0.07

C16:1	1,67 ±0.21	1,18± 1.75	1,73 ±0.26	1,93 ±0.34	1.54± 0.16	1.76± 0.27	2,19 ±0.45	2.13±0. 34	2.09± 0.95	1.80±0. 34	1.76± 0.69	1.63±0 .35
C17:0	0,46 ±0.34	0,30± 1.07	0,36 ±0.24	0,63 ±0.45	0.52± 0.75	0.73± 0.35	1,3 ±0.11	1.01±0. 43	1.12± 0.68	0.80±0. 23	0.93± 0.38	0.86±0 .07
C17:1	0,23 ±2.11	0,37 ±1.75	0,28 ±2.11	0,38 ±0.89	0.41± 1.75	0.31± 3.55	0,32 ±2.67	0.30 ±0.33	0.28± 0.97	0.29±0. 38	0.18± 0.44	0.21±0 .36
C18:0	10,92 ±1.11	10,44 ±1.25	10,44 10,52 ±2.11	10,52 10,33 ±0.76	9.53 ±0.43	9.52 ±0.26	9,53 12,39 ±0.73	9,52 12,27 ±0.52	12,39 ±0.07	12,42 12,27 ±0.36	12,03 ±0.21	12,19 ±0.76
C18:1n9	20,63 ±0.22	20,17 ±0.65	20,23 ±0.32	20,4 ±0.69	20.97 ±0.75	20.56 ±0.18	21,17 ±0.12	26,37 ±0.17	26,27 ±0.52	25,15 ±0.76	25,20 ±0.39	25,07 ±0.73
C18:2n6t	1,54 ±0.15	1,07± 1.75	1,14 ±0.34	1,4 ±0.45	1.33± 0.32	1.29± 0.54	1,03 ±0.45	1.19 ±0.75	1.06 ±0.34	1.13 ±0.22	1.04 ±0.33	1,1 ±0.75
C18:2n6c	0,36 ±0.04	0,40 ±0.97	0,36 ±0.24	0,26 ±0.78	0.23± 0 .43	0.29± 1.09	0,17 ±0.34	0.33 ±0.05	0.23 ±0.33	20.25 ±0.23	0.18 ±0.09	0.02 ±0.44

C18:3-n6	0,02 ±1.75	0,07± 0.67	0,12 ±0.05	0,1 ±0.08	0.15± 0.34	0.21± 0.23	0,54 ±0.13	0.43± 0.03	0.53± 0.54	0.34± 0.48	0.21± 0.72	0.25±0 .00
C18:3-n3	0,55±0 . 28	0,53± 0 .52	0,59± 0 .33	0,69±0 .5 4	0,67± 0 .41	0 .69 ±0 .8 5	0,68±0 .99	0,62±0 .67	0,64± 0 .14	0,64±0 .25	0,69± 0 .65	0,63± 0 .43
C20:0	2,21 ±0 .68	1,99± 0.75	2,32 ±0 .65	2,2 ±0.05	2.12± 0.34	2.31± 0.46	1,3 ±0.45	1.28± 0.75	1.32± 0.97	1.90± 0.67	1.83± 0.53	1.76±1 .05
C22:0	0,19 ±0.18	0,25 ±0.28	0,23 ±0.34	0,1 ±0.08	0.15± 0.75	0.2± 0.55	0,43 ±0.33	0.38± 0.09	0.27± 0.45	0.34± 0.17	0.23± 0.56	0.31±0 .45
AGS	70,74	69,89	69,93	70,61	70,96	71,99	67,53	64,93	65,02	66,45	66,65	66,4
AGMI	25,4	25,06	25,21	25,84	26,23	25,07	26,47	31,42	31,29	29,76	29,82	29,46
AGPI	2,47	2,07	2,21	2,45	2,38	1,79	2,42	2,57	2,46	2,36	2,12	2
n-6 /n-3	3,4	2,9	2,74	2,55	2,55	2,59	2,55	3,14	2,84	2,68	2,07	2,17
AGPI /AGS	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

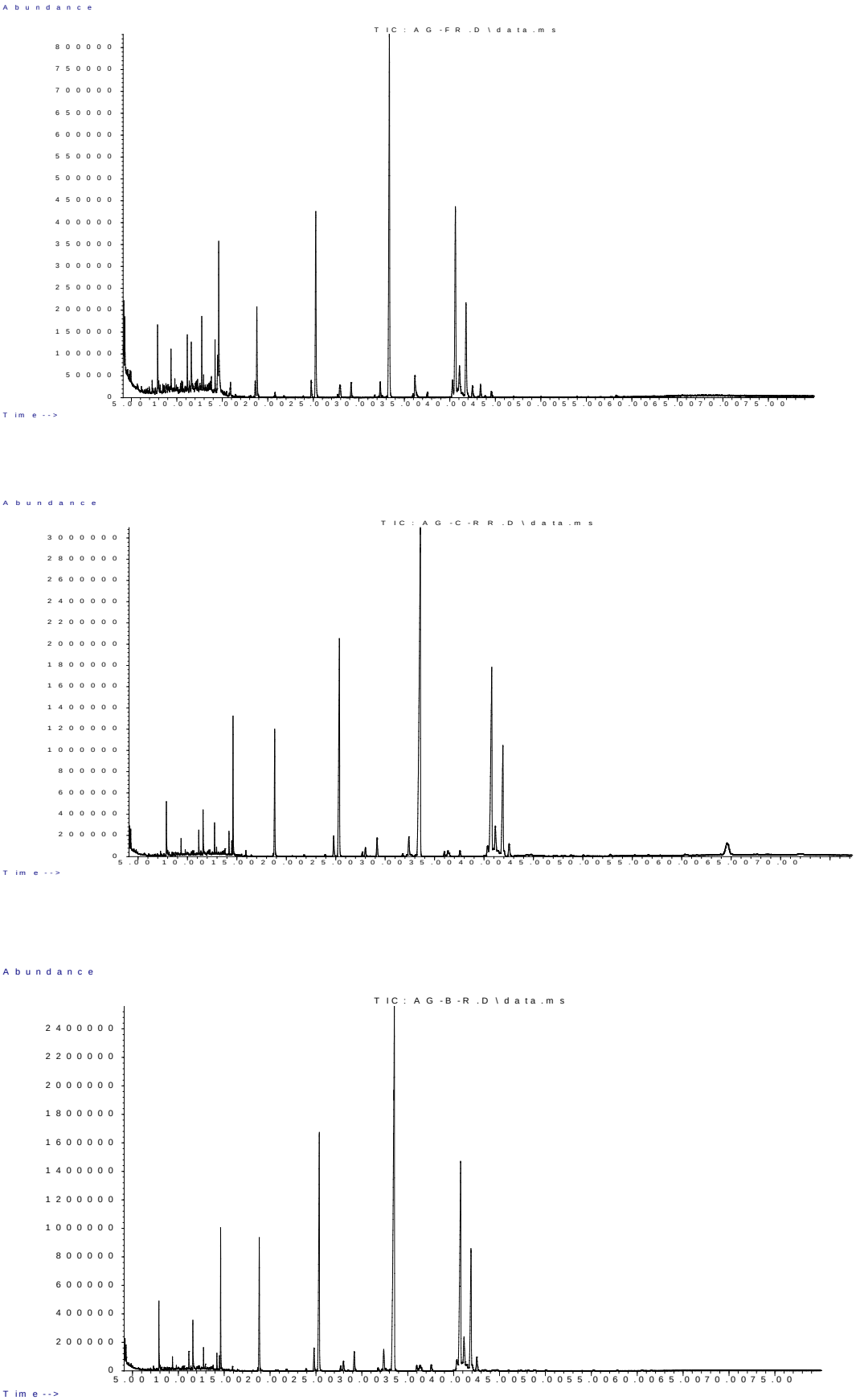


Figure18 : chromatogrammes de quelques échantillons de lait

La lecture des chromatogrammes nous a permis d'identifier 24 pics dont quatre sont les plus représentés : acide palmétique(16: 0), acide oléique(18: 1n-9),acide stéarique(18: 0), et acide myristique (14: 0). Des résultats similaires ont été obtenus dans les produits laitiers brésiliens dont le lait entier, décrits par **(Nunes et Torres ,2010)**. L'acide oléique était le principal acide gras mono-insaturé dans les échantillons, contribuant à 25,3-26,4% des acides gras totaux.

Les acides gras à chaîne courte tels que l'acide butyrique (4: 0), l'acide caproïque (6: 0) et l'acide caprylique (8: 0) étaient affectées dans les laits UHT, et même après les traitements appliqués. **(Herzallah et *al*.,2005)**, qui ont évalué l'influence du processus de pasteurisation à basse température sur le profil lipidique du lait, n'ont pas trouvé de différences significatives dans les acides gras a chaine courte. Dans notre étude, les acides gras a chaine courte (4: 0, 6: 0, 8: 0) étaient affectés par les différents traitements ($p < 0,05$). **(Costa et *al*., 2011)** ont rapporté qu'il n'y avait pas de différence significative entre le lait cru et pasteurisé pour tous les acides gras à chaine courte analysés.

L'acide oléique (18: 1 n-9) a été trouvé à des niveaux plus élevés dans le lait UHT que dans les autres laits**. (Jenkins ,1994)** a signalé que l'alimentation de bétail à base de concentrés devrait augmenter l'absorption de l'acide oléique et de l'acide linoléique (18: 2 n-6), qui sont les principaux acides gras des céréales, ces derniers sont ensuite transférés dans le lait. Au contraire, il est bien connu que les pâturages frais contiennent un pourcentage élevé d'acides gras polyinsaturés (AGPI), l'acide α linoléique étant l'acide gras prédominant dans l'herbe fraîche **(Elgersma et *al*., 2006)**.

Nos résultats révèlent que les acides gras impairs (13: 0, 15: 0 et 17: 0), représentant 2% des acides gras totaux, ne présentaient pas de différences après les différents traitements appliqués aux échantillons du lait.

Concernant les sommes partielles d'acides gras (tableau 06), Le lait UHT, comparé au lait déshydraté, avait des proportions relativement plus élevées de AGMI ($p < 0,05$), mais des pourcentages inférieurs ($p < 0,05$) en Acides Gras Saturés (AGS). Les AGPI, n-3 AGPI et n-6 AGPI ne présentaient pas de différences entre les traitements. À mesure que la matière grasse augmentait, les augmentations de la teneur en AGS étaient plus importantes que celles

en AGPI **(German et Dillard, 2006).** Aucune différence n'a été observée entre les traitements (p> 0,05) pour le rapport AGPI / AGS (figure20) et n-6 / n3 (figure19). Selon les recommandations nutritionnelles actuelles, le rapport AGPI / AGS dans l'alimentation humaine doit être supérieur à 0,45 et, pour les AGPI, le rapport n-6 / n-3 ne doit pas dépasser 4,0 **(British Department of Health, 1994).** Ce dernier index a fait l'objet de débats. **(Stanley et *al*.,2007)** ont proposé qu'il soit plus important d'évaluer les quantités totales d'AGPI alimentaires que leur ratio respectif. De plus**,(Brennan et *al*.,2003)** ont proposé que le statut des AGPI n-3 pourrait être amélioré en augmentant l'apport alimentaire d'AGPI n-3 ou en réduisant l'apport d'AGPI n-6 et que la combinaison des deux stratégies serait plus efficace. Dans la présente étude, les ratios AGPI / AGS et n-6 / n-3 étaient dans les normes recommandées pour le régime alimentaire humain, bien que les AGPI / AGS soient bien inférieurs à 0,45. Les AGPI / AGS reflétaient le fait que les AGS et les AGPI sont plus abondants dans les fractions triacylglycérol et phospholipide **(Dewhurst et *al*., 2006)**. Ceci est également cohérent avec les rapports de **(Pereira ,2014)**; la fraction lipidique du lait fournit 98% de triacylglycérol et environ 1% de phospholipides.

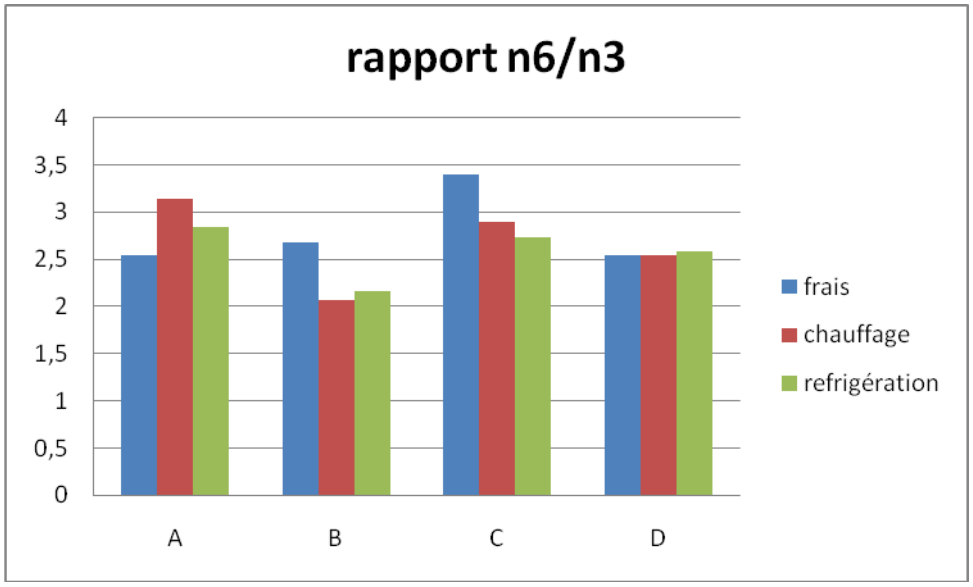


Figure19: Rapport n6/n3 des différents échantillons de lait apres différents traitement thermiques .

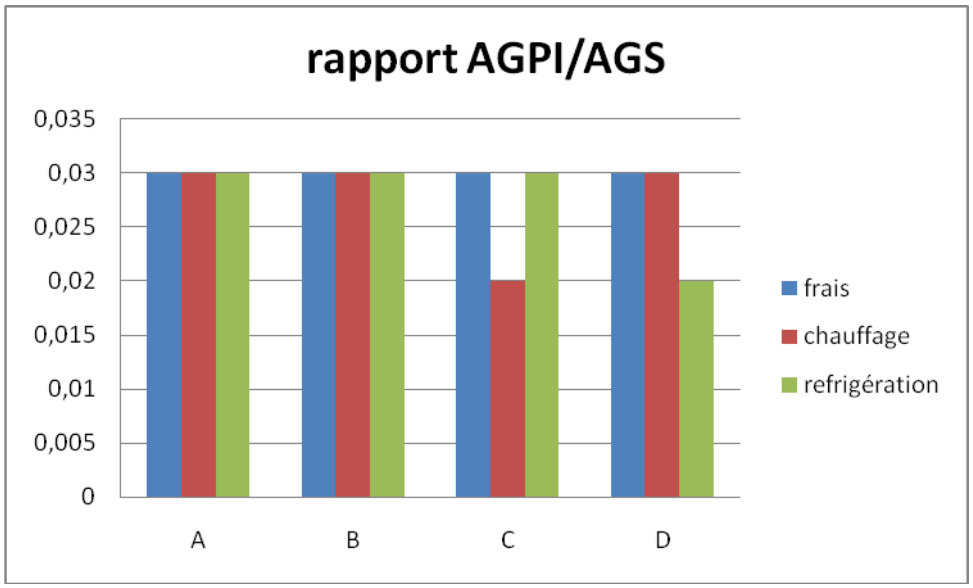


Figure20 : Rapport AGPI/AGS des différents échantillons de lait apres différents traitement thermiques .

Nos résultats indiquent que les différents traitements thermiques et procédés technologiques n'affectent pas considérablement le profil en acides gras du lait. Nos résultats concordent avec ceux publiés par **(Claeys et *al*.,2014).** Ces auteurs suggèrent que la dégradation thermique des lipides du lait est généralement non observée, car la température requise pour la décomposition des acides gras (> 200 ° C) est bien en dehors de la plage dans laquelle les produits laitiers sont chauffés, d'après nos résultats on peut déduire que le chauffage a un effet mineur sur la valeur nutritionnelle de la matière grasse du lait, ce qui explique les faibles variations constatées dans les profils d'acides gras du lait analysé. De plus, les changements observée dans la teneur en acides gras entre les différents échantillons du lait semble moins pertinente que la fait bien connu que la composition lipidique du lait de ruminant est affectée par des facteurs génétiques (la race) et facteurs environnementaux (régime alimentaire), comme le proposent**(Caroli et *al*.,2009).**

Conclusion

Conclusion

Notre étude est portée sur l'étude de l'effet des traitements thermiques sur le profil en acide gras et la qualité physico-chimique des différents échantillons de lait (stérilisé UHT, déshydraté) à l'état frais et après différents traitements thermique (chauffage à 70°C, chauffage au micro-onde et réfrigération à 6°C pendant 3 jours).

Nous avons analysé les paramètres physico-chimiques suivant : Acidité titrable, pH, Densité, Extrait sec total (EST) et matière grasse .Nous avons aussi évalué l'effet des traitements thermiques sur le profil en acide gras après l'extraction de la matière grasse du lait et l'analyse de profil en acide gras par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS) .

Nos résultats montrent que la qualité physico-chimique des laits analysés varie en fonction du type de traitement thermique, marque du lait et le mode de conservation appliquée.

Pour les acides gras aucun effet de traitement thermique sur ce dernier n'as été observé.

Références bibliographiques

Aboutayeb, R.2009. Technologie du lait et dérivés laitiers http://www.azaquar.com.

Adrian, J. et Lepen, B., 1987. Le lactose. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie alimentaire, INRA, Paris .p: 99-111.

Adrian, J., Potus, J. et Frangner, R., 2004. Science alimentaire de A à Z, 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 79(477pages).

Adrian, J.1987. Vitamines .In: CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière CEOIL-INRA, Paris ,113-119.

Afnor, 1985. Contrôle de qualité laitière -Analyses physiques et chimique, 3ème édition.

Alais ,1975. Science du lait, principe de technique laitière 3 eme édition, Paris. Appontais, p807.

Amiot ,J.,Fourner ,S.,Lebeuf ,Y.,Paquin,P.,Simpson ,R. et Turgeon ,H., 2002. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait In **VIGNOLA C.L,** Science et technologie du lait transformation du lait, école polytechnique Montréal, ISBN :3-25-29(600pages) .

Archibal, F.2000. The presence of coliform in Candia pulpa and paper mill water systems a cause for cancer? Water quality research Journal of Canada, 35:1-22.

Attia-Skhiri, N., Fournier, N., Pourci, M.L. et Paul, J.L., 2009. Hôpital de Bicêtre, service de biochimie A, le Kremlin Bicêtre .Hôpital Européen Georges Pompidou, Université Paris-Sud, UMR INRA 1154, UFR de pharmacie, Paris.

Baltes, W.1982. Chemical changes in food by the Maillard reaction. Food Chemistry, 9, 73, 79.

Benmahdi, M.H., Ouslimani, S., 2009. Mise en évidence de résidus d'antibiotique dans le lait de vache produits dans l'Algérois. European Journal of scientific research vol.36 n° 3 pp: 357- 362.

Bennefoy, C., Guillete., Leyal, G., Vernebourdis, E., 2002. Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaire. Edition, doin, bordeaux, pp : 101-109.

Billon, P., Sauve, O., 2009. Traite des vaches laitières .3ème édition, France, 555p.

Bouchennet Stephane. 2009. La spectrométrie de masse en couplage avec la chromatographie en phase gazeuse .Edition, Lavoisier .p :7-27.

Boutonnier, J.L., 2008. Matière grasse laitière composition, organisation et propriétés .Dans Technique de l'ingénieur, traité Agroalimentaires (F6320), Paris.

Brennan, C., Gallagher,K. e McEachern,M., 2003. A review of the consumer interest in organic meat. Int. J. Consumer Stud., 27: 381-394.
British Department of Health, 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social Subjects No. 46, Her Majesty's Stationery Office (HMSO), The National Archives, London, UK.
Carole, L .2002. Science et technologie du lait : transformation du lait. Québec : presse internationale polytechnique. p : 600. ISBN : 2-553-01.29-X.

Carole, L. et Vignola., 2002. Science et technologie du lait, transformation du lait, école polytechnique de Montréal, ISBN : 2-553-01029-X. p : 287.

Caroli, A.M., Chessa,S et Erhardt,G.J.,2009. Invited review: Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. J. Dairy Sci., 92: 5335-5352.
Cayot, P. et Larient, D., 1998. Structures et technofonctions des protéines du lait .Edition, Tec et Doc, Paris.

Chem. Soc., 22: 2115-2120
Claeys, W.L., Verraes,C., Cardoen,S., de Block ,J.et Huyghebaer,A. *et al*., 2014. Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential healthbenefits. Food Control, 42: 188-201.
Costa, E.N., Lacerda,E.C.Q., Santos,S.M.S., Santos,C.M.S., Franco,M., Silva ,R.R.et Debry, G.2001.Lait nutrition et santé .Edition, Tec et Doc, Lavoisier, Paris.

Dewhurst, R.J., Shingfield,K.J., Lee,M.R.F. et Scollan, N.D.,2006. Increasing the concentrationsof beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems.Anim. Feed Sci. Technol., 131: 168-206.
Douglas, A. Skonn, F. et Timothy, A., 2003. Principes d'analyse instrumentale, 5ème édition, Boeck. 705p.

Edberg, S., Rice, E.W., Karlin, R.J. et Allen, M.J., 2000.*Escherichia coli:* the best biological drinking water indicator for public health protection .Journal of applied microbiology, 88:106 S-116S

Elgersma, A., Tamminga.S. et Ellen,G., 2006. Modifying milk composition through forage.Anim. Feed Sci. Technol., 131: 207-225.

Fahy,E. Subramaniam,S. Brown ,A.,2005. A comprehensive classification system for lipids:J Lipid Res. 46, 839-61.

Fao, 2010 . Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine-laits de consommation http://www.horizon.documentation,ird.fr.

Favier, J.C., 1985. Composition du lait de vache –lait de consommation, http://www.horizon .documentation.fr.

Foutou,K.,Tzorz,A.,Voidarou,CH.,Alexopoulos,A.,Dermertzi,K.,Dermertzi,P.J.,2011. Isol ation of microbial pathogens subclinical mastitis from raw sheep's milk of Epirus (Greece) and their role in its hygiene .Anaerobe. 17,315,319.

Francis Rouessac et Annick Rouessac., 2004. Analyse chimique, méthode et technique instrumentales modernes, 6ème édition, DUNOD. p : 63-68.

Franworth, E., Mainville, I., 2010. Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de Recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe. http://www.dos.transf.ediva.PDF.

Fredot, E. 2005. Connaissance des aliments : bases alimentaires et nutritionnelles et diététique, Tec et Doc, Lavoisier .397p.

Fredot, E.2006. Connaissance des aliments-bases alimentaires et nutritionnelles de diététiques, Tec et Doc, Lavoisier : 25(397 pages).

German, J.B. and Dillard,C.J., 2006. Composition, structure and absorption of milk lipids: A source of energy, fat-soluble nutrients and bioactive molecules. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 46: 57-92.

Gosta, B .1995. Les composants du traitement du lait. Le lait en poudre. In : manuel de transformation du lait .Edition .Tetra pack processing système AB. Sweden, pp -442 -375-384.

Guesnet ,P. Alessandri,J.M. Astorg,P.,2005. Les rôles physiologiques majeurs exercés par les acides gras polyinsaturés (AGPI):Oléagineux, Corps gras et Lipides.12, 333-43.

Guirad, J.P., 2003. Microbiologie alimentaire .Edition DUNOD, Paris. pp : 136-139.

Guiraud, J.et Galzt, P., 1980. L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l'usine 119p.

Guiraud, J.P., 1998. Microbiologie alimentaire. Edition DU NOD, Paris. Page : 137.

Hermier, J., Lenoir, J., Weber, F., 1992. Les groupes microbiens d'intérêt laitier .Edition CEPIU, Paris, pp : 62-88.

Hermier, J.et Cert, O., 1987. La stabilité du lait à la chaleur .In CEPIL. Le lait matière première de l'industrie alimentaire, INRA, Paris. p : 309-314.

Herzallah, S.M., Humeid,M.A. and Al-Ismail, K.M.,2005. Effect of heating and processing methods of milk and dairy products on conjugated linoleic acid and trans fatty acid isomer content. J. Dairy Sci., 88: 1301-1310.

Hussain, I.2011. Effect of UHT processing and storage conditions on physico-chemical characteristics of buffalo skim milk .J.chem.Soc.Pac 33(6):783.

Idrissi Kaitouni, S.2011. Suivi de la stabilité du mouillage du lait cru au niveau de collecte. Project de fin d'études des techniques d'Analyse chimique et contrôle de qualité, université Sidi Mohamed ben Abdallah .30p.

Jacques Yonger. 1979. Cours de chimie analytique, analyse organique immédiate. Edition, CDU et SEDES .p ; 177-194.

Jakob, E.et Hainni, J.P., 2004. Formageabilité du lait .Edition, Agroscope liebefeld posieux. Groupes de discussion n°17F.

Jean Tranchant.1982. Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse, 3ème édition, Masson .p : 01-420.

Jeantet, R., Groguennec, T., Mathaut, M., Schuck, P. et Brule, G., 2008. Les produits laitière ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 1-3-13-14-17(185pages).

Jeantet, R., Groguennec, T., Schuck, P., Brule, G., 2004. Science des aliments technologie des produits alimentaires, Tec et Doc, Lavoisier : 17(456pages).

Jenkins, T.C., 1994. Regulation of lipid metabolism in the rumen. J. Nutr., 124: 1372S-1376S.

Kebchaoui, J .2013. Le lait composition et propriétés .ENIL, France.37p.

Koek, M.M., Muilwijk, B., Van Werf, M.J. et Hankemeier, T., 2006. Microbial metabolomics with gas chromatography / mass spectrometry, 78(4): 1272-1281.

Labrie, S .2012. Impact de la qualité du lait sur les produits laitiers, institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF). Centre de recherche en science et technologie du lait (STELA). 55p.

Luquet, F.M., 1986. Lait et les produits laitiers vaches, Brebis, Chèvre .Ed. Tec et Doc, Paris, T3, 445p.

Luquet, F.M., 1987.Lait et produits laitiers vaches, Brebis, Chèvre. Tome1 : Les laits de la mamelle à la laiterie .Tec et Doc. Coll. STAA, Lavoisier, Paris.

Madji ,2009.Séminaire sur les fromages AOP et IGP.INAT. Tunisie.

Mathieu, J .1998. Initiation à la physicochimie du lait .Guides technologique des IAA. Edition, Tec et Doc, Lavoisier, Paris.

Matieu, J .1998. Initiation à la physicochimie du lait .guides technologique des IAA. Edition, Tec et Doc, Lavoisier, Paris.

Mekroud, H.2011. Effet de température sur la production laitière dans la région de Sétif .Mémoire de Magister en science agronomique, Université de Sétif. 122p.

Meyer, C. et Denis, J.P., 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition Qua, CTA, presses Agronomique et Gembloux.

Neville, M.C.et Jensen, R., 1995. The physical properties of human and bovine milk In **JENSENR,** Handbook of milk composition general description of milk, Academic Press, Inc: 82(919 pages).

Nolwenn Dubois. 2005. Optimisation de l'analyse acide grasse par chromatographie en phase gazeuse : application à l'étude de lipides naturels complexes, école pratique des hautes études, Nantes.

Nunes, J.C. et Torres, 2010. Fatty acid and CLA composition of Brazilian dairy products and contribution to daily intake of CLA. J. Food Compos. Anal., 23: 782-789.

Pereira, P.C., 2014. Milk nutritional composition and its role in human health. Nutrition, 30: 619-627.

Pointurier, H. 2003. La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages).

Prescott, L.M., Harley, J., Klein, D.A., 2010. Microbiologie 2ème édition, Boeck, paris. 979p.

Renner, E.1983. Milk and dairy products in human nutrition. Munchen, volkswirlschaiftlicher Verlag. 450p.

Renner, E.1989. Micronutrients in milk and milk-based food products. London, Elsevier applied science .311p.

Rheotest, M.2010. Rhéomètre et viscomètre à capillaire des produits.

Robert,S.Shils, E.,1980.Modern Nutrition in Health and Disease, 6èmeed, Philadelphie: Lea and Febinger,pp. 134–138.

Silait, 2008. Acte du 1er salon international du lait et de ses dérivés du 27 au 29 Mai 2008. Alger.

Simionato,J.I.,2011. Action of successive heat treatments in bovine milk fatty acids. J. Braz.
Sing, H.2004. Heart stability of milk .International journal of Dairy Technology 57(2-3) 111-119.

Stanley, J.C., Elsom,R.L., Calder, P.C., Griffin,B.A. et Harris,W.A. *et al*., 2007. UK food standards agency workshop report: The effects of the dietary n-6:n-3 fatty acid ratio on cardiovascular health. Br. J. Nutr., 98: 1305-1310.
Steit,J.M., Jones,R.N., Toleman,M.A., Stratchounski.et Fritsche,T.R.,2006. Prevalence and antimicrobial susceptibility patterns among gastroenteritis- causing pathogens recovered in Europe and Latin America and *salmonella* isolates recovered from blood stream infection in north America and Latin America: report from the SENTRY antimicrobial surveillance program 2003.International Journal of antimicrobial agent,27:378-386.

Stoll, W.2003. Vaches laitières : l'alimentation influence la composition du lait. RAP Agri N°15/2003, vol.9, Suisse.

Thapon, J.L., 2005. Science et technologie du lait, Agrocompus rennes, Frances : 14(77pages).

Tria, S .et Nasir, M., 2003. Etude de la qualité du lait pasteurisé Hammada Souk-Ahras. Mémoire de DEU en chimie industrielle, Université 08Mai1945, Guelma.

Ul Haq, I.2013. Effect of Heat treatment on physic-chemical characteristic of skimmed Milk. Journal of Agriculture and Food technology 3(12): 5-13.

Van kessel, J.S., Gorski, L., Mccluskey, B.L. et Perdue, M.L., 2004. Prevalence of *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, and fecal coliform in bulk tank milk on us dairies .Journal of dairy science, 87: 2822-2830.

Veissenre .1979 . Aliment et boisson –filière et produit ,2ème édition, doin éditeurs centre régional de la documentation d'Aquitaine (270pages).

Veisseure, R. 1979. Technologie du lait : constitution .École, traitement et transformation du lait .Edition : la maison rustique.

Viallas-boas, S.G., Smart, K.F., Sivakumaran, S. et Lane, G.A., 2006. Alkylation or analysis of amino and non-amino organic acids by GC-MS? Metabolites. Jan 17, 1(1), 3-20.

Vierling, E. 2003. Aliment et boisson filière et produits .2ème édition, doin éditeur, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine.270p.

Vignola, C.L., 2002. Science et technologie du lait-transformation du lait, édition, école polytechnique de matériel Québec, 600 p.

Weber, F.1985. Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports collection FAO alimentation et nutrition n°47.

Wehrmuller, K .et Ryefel, S., 2007. Produit au lait de chèvre et alimentation. Al Pactuel, no 2008.

Weinman,S.Méhul, P.,2004. Toute la biochimie, Paris: Dunod

Annexes

Annexe I

- **Appareils utilisés pour les analyses physico-chimiques et l 'étude de l'effet de traitement thermique sur le profil en acide gras des différentes échantillons du lait :**

i

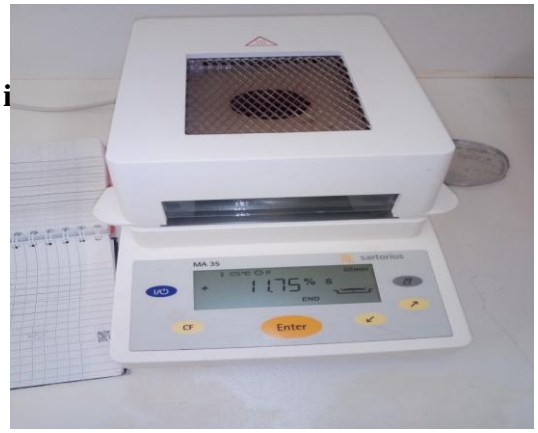


Figure21: Dessiccateur pour dosage de l'extrait 44 °C(Originale).



Figure22: pH mètre et Thermomètre (Originale).

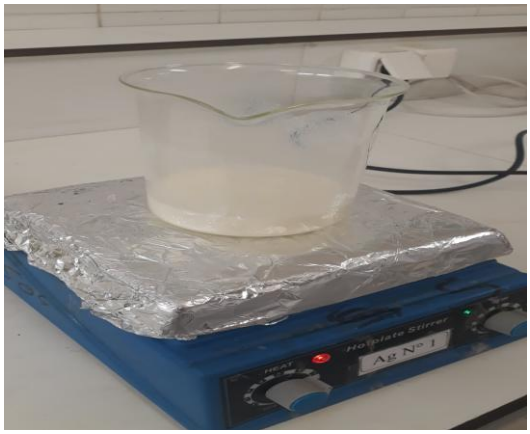


Figure23: Agitateur-plaque chauffante (Originale).



Figure24 : Acidimètre Dornic (Originale).



Figure25: Thermo-lacto-densimètre (Originale).



Figure26 : Bain marie Ultrason (Originale).



Figure27: Dessiccateur (Originale).



Figure28: Évaporateur rotatif (Originale).



Figure29: Réfrigérateur (Originale).



Figure30: Microonde (Originale).

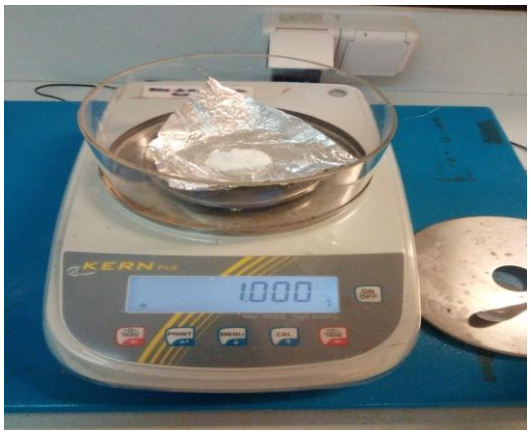


Figure31: Balance (Originale).

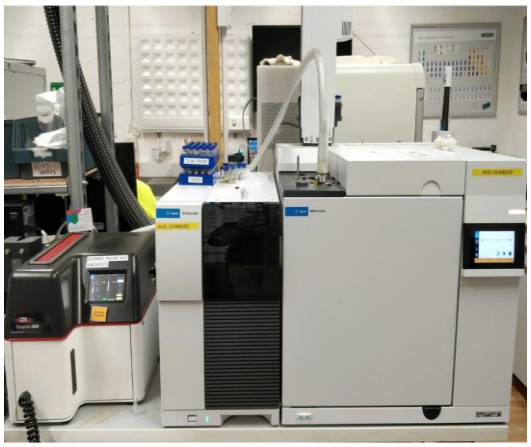


Figure32: chromatographie en phase gazeuse couplé a la spectrométrie de masse GCMS

Annexe II

❖ Matériels pour les paramètres physico-chimiques

1. Appareillage

- Plaque chauffante
- Centrifugeuse
- Réfrigérateur à +6°C
- Microonde
- Acidimètre Dornic
- Dessiccateur
- Thermo-lacto-densimètre
- pH mètre

2. Verrerie

- Eprouvette de 250ml
- Spatule métallique
- Béchers de 100ml, 200ml
- Pipette gradué de 10ml

3. Réactifs

- L'eau (L'eau distillée ou bien l'eau de pureté au moins équivalente)
- Solution titrée d'hydroxyde de sodium (NAOH) 0.1N
- Solution de phénolphtaléine à 1%(m/v) dans l'éthanol à 95%

❖ Matériels pour l'étude de l'effet de traitement thermique sur le profil en acide gras des différents échantillons du lait

1. Appareillage

- Microonde
- Réfrigérateur à +6°C
- Plaque chauffante
- Ultrason (bain marie)

- Hotte
- Évaporateur rotatif
- Agitateur
- Dessiccateur
- Balance
- Chromatographie en phase gazeuse couple à la spectrométrie de masse GCMS

2. Verrerie

- Bécher de 100ml, 200ml, 500ml
- Spatule métallique
- Tubes à essais stériles
- Pipettes graduées de 10ml
- Ampoules à décanter stérile + support
- Ballon stérile
- Embout stérile de 1ml
- Micropipette stérile
- Microtube stérile

3. Réactif

- Solution de l'éthanol
- Solution d'Ammonia
- Solution diéthyl éther
- Solution d'hexane
- Solution d'heptane
- Solution méthanoliques d'hydroxyde de potassium (KOH)