

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل -
Université Mohammed Seddik Ben Yahia - Jijel -

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie Appliquée
et Sciences des Aliments



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم الميكروبيولوجيا التطبيقية و علوم الأغذية

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Biologie**

Option : Contrôle de Qualité des Produits Alimentaires

جامعة محمد الصديق بن يحيى
كلية علوم الطبيعة و الحياة
المكتبة
رقم الجرد : ...23.6.0.....

Thème

**Contribution à l'étude de la qualité du beurre fermier local
et industriel : étude comparative**

Membres de Jury :

Président : M^{me} AKKOUCHE. Z

Examineur : Mr BOUBEZARI. MT

Encadrant : M^{me} BOUCHEFRA. A

Présenté par :

Laissani meryem

Louarzezi asma

Année Universitaire 2015 - 2016

Numéro d'ordre (Bibliothèque).....

Remerciements

Tous d'abord, nous remercions sincèrement, le dieu tout puissant qui nous a donné la volonté, la santé, la force et le courage pendant toutes les années d'étude et surtout pour l'accomplissement de ce travail à terme.

Nous remercions M^{me} Bouchefra. A qui a fait l'honneur d'avoir guidé et pour tous ses conseils.

On remercie aussi tous les membres de jury qui ont bien voulu accepter d'examiner ce travail.

Sans oublier de remercier du fond du cœur tous ceux qui nous a apporté leurs aides et leurs soutiens Meriem et Amel.

Nous remercions le personnel de laboratoire de contrôle de qualité

Nous remercions vivement nos camarades et tous les étudiants de la promotion.

Nos remerciements s'adressent également à nos parents pour leur soutien et à tous ceux qui ont participé soit directement ou indirectement à l'élaboration de ce travail.

Pour les gens qui ont contribué de près ou de loin à notre formation ; nos enseignants et enseignantes de primaire, moyen, secondaire et universitaire, chacun son nom.

Asma + Meryem

Sommaire

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures et photos

Liste des tableaux

Introduction.....	1
I. Synthèse bibliographique	
I.1. Définition du lait.....	2
I.2. Composition du lait.....	2
I.2.1. Eau.....	2
I.2.2. Matière grasse.....	2
I.2.3. Matière azotée.....	2
I.2.4. Glucides.....	3
I.2.5. Matière minérale.....	3
I.2.6. Biocatalyseurs.....	4
I.2.6.1. Enzymes.....	4
I.2.6.2. Vitamines.....	4
I.3. Facteurs influençant la composition du lait.....	4
I.3.1. Facteurs intrinsèques.....	4
I.3.1.1. Facteurs génétiques.....	4
I.3.1.2. Stade de lactation.....	5
I.3.1.3. Age.....	5
I.3.2. Facteurs extrinsèques.....	5
I.3.2.1. Alimentation.....	5
I.3.2.2. Saison et climat.....	5
I.4. Etat physico-chimique du lait.....	6
I.5. Caractéristiques physico-chimiques du lait.....	6
I.5.1. Densité.....	6
I.5.2. Acidité titrable.....	6
I.5.3. pH.....	7
I.5.4. Point de congélation.....	7
I.6. Caractéristiques microbiologie du lait de vache.....	7
I.6.1. Flore originelle.....	7
I.6.2. Flore de contamination.....	8

I.7. Propriétés organoleptiques.....	8
I.8. Propriétés nutritionnel.....	9
I.9. Définition du beurre.....	9
I.10. Composition et structure.....	9
I.11. Différents types de beurre.....	10
I.11.1. Le beurre fermier.....	10
I.11.2. Les beurres laitiers.....	10
I.11.3. Le beurre cru ou de crème crue.....	11
I.11.4. Le beurre pasteurisé.....	11
A. Le beurre extra fin.....	11
B. Le beurre fin.....	11
C. Le beurre demi-sel.....	11
D. Le beurre salé.....	11
E. Les beurres aromatisés.....	11
F. Le beurre allégé.....	11
G. Le beurre de cuisine.....	11
H. Beurres d'appellation d'origine contrôlée (beurre AOC).....	11
I. Les matières grasses laitières à tartiner.....	11
J. Le beurre liquide.....	11
K. Le beurre concentré.....	11
L. Le beurre foisonné.....	11
M. Le trois-quarts de beurre.....	11
I.12. Microbiologie de beurre.....	12
I.13. Fabrication du beurre traditionnel.....	12
I.13.1. Ecrémage spontané.....	12
I.13.2. Barattage.....	12
I.14. Technologie de fabrication du beurre.....	13
I.14.1. La préparation de la crème.....	13
I.14.1.1. Ecrémage du lait.....	13
I.14.1.2. Standardisation.....	13
I.14.1.3. Désacidification.....	13
I.14.1.4. Pasteurisation.....	13
I.14.1.5. Refroidissement.....	13
I.14.1.6. Dégazage.....	14
A. Premier dégazage.....	14

B. Deuxième dégazage.....	14
I.14.2. La maturation de la crème.....	14
I.14.2.1. La maturation physique.....	14
I.14.2.2. La maturation biologique.....	14
I.14.3. Le barattage de la crème.....	15
I.14.3.1. Procédé par agglomération.....	15
I.14.3.2. Procédé par concentration.....	15
I.14.3.3. Procédé par combinaison.....	15
A. Technique discontinue.....	15
B. Technique continue.....	16
I.14.4. Lavage, malaxage et salage.....	16
I.14.4.1. Le lavage.....	16
I.14.4.2. Le malaxage.....	16
I.14.4.3. Le salage.....	16
I.14.5. Conditionnement du beurre.....	16
I.14.6. Stockage et conservation du beurre au froid.....	17
I.15. Rendement en beurrerie.....	17
I.16. Evaluation de la qualité.....	17
I.16.1. Défauts du beurre.....	18
A. Défauts d'aspect externe.....	18
B. Défauts de structure.....	18
C. Défaut à la coupe.....	18
D. Défauts de consistance.....	18
E. Défauts de flaveur.....	18
I.16.2. Altération du beurre.....	19
I.16.2.1. Oxydation.....	19
I.16.2.2. Lipolyse.....	19
I.16.3. Contrôle de qualité du beurre.....	19
I.16.3.1. Contrôle de la composition.....	19
I.16.3.2. Contrôle de l'activité lipase.....	19
I.16.3.3. Contrôle de l'oxydation.....	19

II. Matériel et Méthodes

II.1. Matériel.....	21
A. Le lait.....	21
B. Le beurre fermier.....	21
C. Le beurre industriel local.....	21
D. Le beurre industriel étranger.....	21
II.1.2- Milieux de culture.....	22
II.1.3. Produits chimiques et réactifs.....	22
II.1.4. Matériel et appareillage.....	23
II.2. Méthodes.....	24
II. 2.1. Contrôle du lait.....	24
II.2.1.1. Contrôle physico-chimique.....	24
II.2.1.1.1. Mesure de pH et détermination de l'acidité.....	24
II.2.1.1.2. Epreuve de stabilité à l'ébullition.....	24
II.2.1.1.3. Epreuve de la réductase.....	24
II.2.1.1.4. Densité.....	25
II.2.1.1.5. Le taux butyreux.....	25
II.2.1.1.6. La matière sèche.....	25
II.2.1.1.7. La matière minérale.....	26
II.2.1.1.8. La matière organique.....	26
II.2.1.1.9. Dosage des protéines par méthode Kjeldahl.....	26
II.2.1.2. Examen microscopique.....	27
II.2.1.3. Contrôle microbiologique.....	27
II.2.1.3.1. Préparation des dilutions.....	27
II.2.1.3.2. Recherche et dénombrement des flores.....	27
A. Dénombrement de la FTAM.....	27
B. Dénombrement des coliformes totaux et thermo-tolérants.....	27
C. Dénombrement de la flore lactique.....	28
D. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	28
E. Recherche de <i>Salmonella</i>	28
F. Recherche et dénombrement de la flore indologène.....	28

II.2.2. Fabrication et Contrôle du beurre.....	28
II.2.2.1. Contrôle microbiologique.....	30
II.2.2.1.1. Préparation des dilutions.....	30
II.2.2.1.2. Dénombrement des flores.....	30
A-Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM).....	30
B- Dénombrement des coliformes.....	31
C-Dénombrement de la flore lactique.....	31
D-Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	31
E- Recherche des indologènes.....	31
F-Dénombrement de la flore fongique.....	31
G- Dénombrement des germes lipolytiques.....	31
H- Dénombrement de la flore psychrophile.....	31
I-Recherche et dénombrement de la flore caséinolytique.....	32
J-Recherche de <i>Salmonella</i>	32
II. 2.2.2. Contrôle physico-chimique.....	32
II. 2.2.2.1. Détermination du point de solidification.....	32
II. 2.2.2.2. Détermination du point de fusion.....	32
II. 2.2.2.3. Recherche du glycérol.....	32
II. 2.2.2.4. Détermination du taux d'humidité.....	32
II. 2.2.2.5. Détermination du taux d'impuretés.....	33
II. 2.2.2.6. Détermination de l'indice d'acide.....	33
II. 2.2.2.7. Détermination de l'indice de saponification.....	33
II. 2.2.2.8. Détermination de l'indice de peroxyde.....	34
II. 2.2.2.9. Détermination de la teneur en protéines.....	34
II. 2.2.2.10. Détermination de la teneur en lipides.....	34
II. 2.2.3 Contrôle organoleptique.....	35

III. Résultats et Discussion

III.1. Contrôle du lait cru.....	36
III.1.1. Examen microscopique.....	36
III.1.2. Recherche et dénombrement des flores.....	36
III.1.2.1.. Dénombrement de la FTAM.....	37

III.1.2.2. Dénombrement des coliformes totaux et thermotolérants.....	37
III.1.2.3. Dénombrement de la flore lactique.....	38
III.1.2.4. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	38
III.1.2.5. Recherche de <i>Salmonella</i>	38
III.1.2.6. Flore indologène.....	39
III.1.3. Contrôle physicochimique.....	39
III.1.3.1. pH.....	39
III.1.3.2. Acidité titrable.....	39
III.1.3.3. Détermination du taux butyreux (TB).....	40
III.1.3.4. Densité.....	41
III.1.3.5. Epreuve de la réductase microbienne.....	42
III.1.3.6. Epreuve de stabilité à l'ébullition.....	42
III.1.3.7. Détermination de la matière sèche.....	42
III.1.3.8. Détermination de la matière minérale.....	43
III.1.3.9. Détermination de matière organique.....	43
III.1.3.10. Dosage des protéines.....	43
III.2. Contrôle de beurre.....	44
III.2.1. Contrôle physico-chimique.....	44
III.2.1.1. Point de fusion et de solidification.....	44
III.2.1.2. Détermination du taux d'humidité.....	45
III.2.1.3. Recherche du glycérol.....	45
III.2.1.4. Détermination de la teneur en lipides.....	46
III.2.1.5. Détermination de l'indice d'acide.....	47
III.2.1.6. Détermination de l'indice de saponification.....	48
III.2.1.7. Détermination de l'indice de peroxyde.....	49
III.2.1.8. Détermination de taux d'impuretés.....	50
III.2.1.9. Dosage des protéines par méthode de kjeldahl.....	51
III.2.2. Contrôle microbiologique.....	52
III.2.2.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM).....	52
III.2.2.2. Dénombrement des coliformes totaux et thermotolérants.....	52
III.2.2.3. Recherche de <i>staphylococcus aureus</i>	53
III.2.2.4. Dénombrement de la flore lipolytique.....	53
III.2.2.5. Dénombrement de la flore psychrophile.....	54



III.2.2.6. Dénombrement de la flore caséinolytique.....	55
III.2.2.7. La recherche de <i>Salmonella</i>	55
III.2.2.8. Dénombrement de la flore lactique.....	55
III.2.2.9. Dénombrement de la flore fongique.....	55
III.2.3. Analyse sensorielle.....	56
Conclusion générale	59

Référence bibliographiques

Annexes

Liste des
Abréviations

Liste des abréviations

Abs : Absence.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

AOC : Appellation d'origine contrôlée.

BIL : Beurre industriel local.

BIE : Beurre industriel étranger.

BF : Beurre fermier.

Ca : Calcium.

CACQE : Centre Algérien de contrôle de qualité et d'emballage.

Cl : Chlorure.

CT : Coliformes totaux.

CTT : Coliformes thermotolérants.

Cu : Cuivre.

CuSO₄ : Sulfate de cuivre.

°C : Degré Celsius.

°D : Degré Dornic.

E : Echantillon.

E/H : Emulsion eau dans l'huile.

ESD : Extrait Sec Dégraissé

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nation.

Fe : Fer.

FIL: Fédération International de Laiterie.

FTAM : Flore totale aérobie mésophile.

g : Gramme.

GG : Globules gras.

g/l : Gramme par litre.

g/kg : Gramme par kilogramme.

H : Heure.

H/E : Emulsion huile dans l'eau.

I:Iode.

Ia: Indiced'acide.

Ind : Indénombrable.

Ip : Indice de peroxyde.

Is : Indice de saponification.

K : Potassium.

Kg/m³ : Kilogramme par mètre cube.

L : Litre.

méq d'O₂ actif /kg : Milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme.

méq/kg : Milliéquivalent par kilogramme.

mg/kg : Milligramme par kilogramme.

mg/cl : Milligramme par centilitre.

min : Minute.

ml : Millilitre.

ml mol/kg: Millimole par kilogramme.

mol/g : Mole par gramme.

mol/l : Mole par litre.

MG : Matière grasse.

MGT : Matière grasse total.

Mg : Magnésium.

MS : Matière sèche.

MM : Matière minérale.

MO : Matière organique.

N : Normal.

Na : Sodium.

NaCl : Chlorure de Sodium.

NaOH : Hydroxyde de Sodium.

P : Phosphate.

Pa: Pascale.

PCA: Plat Count Agar.

P_f: Point de fusion.

pH : Potentiel hydrogène.

p_s : Point de solidification.

SS : Signification statistique.

T° : Température.

TB : Taux butyreux.

TP : Taux protéique.

tr/min : Tours par minute.

UFC :Unité Formant Colonie.

µg/g: Microgramme par gramme.

Vit : Vitamine.

Zn : Zinc.

Liste des figures
et photos

Liste des figures et photos

N°	Intitulé	Page
Fig.1	Caractéristiques des cellules trouvées dans le lait	27
Fig.2	Diagramme de fabrication du beurre traditionnel à la ferme	30
Fig.3	Variation du point de fusion / solidification selon le type de beurre	44
Fig.4	Variation du taux d'humidité selon le type de beurre	45
Fig.5	Variation de la teneur en lipides selon le type de beurre	46
Fig.6	Variation de l'indice d'acide selon le type de beurre	47
Fig.7	Variation de l'indice de saponification selon le type de beurre	48
Fig.8	Variation de l'indice de peroxyde selon le type de beurre	49
Fig.9	Variation du taux d'impuretés selon le type de beurre	50
Fig.10	Variation du taux protéique selon le type de beurre	51
Fig.11	Variation du nombre moyen des CT selon le type de beurre	53
Fig.12	Variation du nombre moyen de la flore lipolytique selon le type de beurre	54
Fig.13	Variation des notes moyennes selon le type de beurre	56
Photo.1	Le beurre fermier	21
Photo.2	Le beurre industriel local	21
Photo.3	Le beurre industriel étranger	22
Photo.4	Ecrémage spontané du lait cru	28
Photo.5	Barattage de la crème	29
Photo.6	Grains de beurre	29
Photo.7	La recherche du glycérol	46

Liste
des tableaux

Liste des tableaux

N°	Intitulé	Page
Tab.1	Composition lipidique du lait.	02
Tab.2	Composition glucidique du lait de vache en g/l.	03
Tab.3	Composition minérale du lait de vache.	04
Tab.4	Etat physicochimique du lait de vache.	06
Tab.5	Flore originelle du lait cru.	08
Tab.6	Composition pondérale moyenne de beurre.	10
Tab.7	Interprétation des résultats de l'épreuve de la réductase.	25
Tab.8	Résultats des analyses microbiologiques du lait cru.	36
Tab.9	Résultats des analyses physicochimiques portées sur le lait cru.	39
Tab.10	Interprétation des résultats de l'épreuve de la réductase.	42
Tab.11	Résultats des analyses microbiologiques de différents échantillons de beurre.	52

Introduction

Introduction

Dans les pays à élevage développé, les aspects de qualité sont devenus prépondérants.

Le producteur doit fournir à l'industrie un produit dont la composition est optimale pour la fabrication des produits recherchés par le consommateur.

Dans les pays africains, les produits laitiers jouent un rôle important dans l'alimentation humaine, l'Algérie est un pays de tradition laitière qui est le plus important consommateur de lait au niveau maghrébin (**Benderouich, 2009**).

Le lait et les produits laitiers occupent une place dominante dans notre ration alimentaire. En regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments dont les lipides représentent une grande part et du point de vue des transformateurs, ils sont responsables des caractéristiques sensorielles des produits laitiers tel que le beurre (**Pougheon et al., 2001**).

Le beurre est un produit laitier de type émulsion d'eau dans la matière grasse, obtenue par des procédés physiques dont les constituants sont d'origine laitière. Il peut se classer dans diverses catégories (cru, pasteurisé, fin, extra-fin,...) (**Karleskind, 1992**). Il a une composition variable selon l'aliment ingéré par l'animal, sa digestibilité est excellente et sa valeur calorique est élevée (**Derache, 1986**).

Au regard de l'engouement des consommateurs pour les produits laitiers due à la croissance démographique, il est important de montrer aux fermes, aux propriétaires de laiteries et aux consommateurs la qualité des beurres produits à la ferme, la qualité des beurres issus de la transformation artisanale et destinés à la consommation. C'est pourquoi notre étude a visé à explorer la qualité du beurre fermier et des beurres industriels (local et étranger).

Notre étude permet de mettre le point sur les caractéristiques physicochimiques, microbiologique et organoleptiques de beurres fabriqués au niveau de la ferme et ceux de l'industrie laitière (local et étranger), en se basant sur deux parties principales ; une partie bibliographique qui porte sur des généralités sur le lait, et le beurre, et une partie pratique qui regroupe l'étude de la qualité physicochimique, microbiologique d'un échantillon du lait cru de vache collecté d'une ferme au niveau de Jijel et de la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique des beurres industriels (local et étranger), et fermier (fabriqué à partir du lait précité).

L'objectif de ce contexte d'une part est d'évaluer la qualité physicochimique et le degré de contamination microbiologique de la matière première qui est le lait cru destiné à la fabrication du beurre fermier dans l'optique d'identifier les défaillances en amont de la filière au niveau de la ferme et d'autre part d'analyser et comparer la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique de beurre fermier, local et étranger, tout en comparant ceux-ci par rapport aux normes requises en faisant paraître la meilleure qualité entre ces trois types de beurre.

Synthèse
bibliographique

I. Synthèse bibliographique

I.1. Définition du lait

Le règlement (CE) n°853/2004 définit le lait cru comme « le lait produit par la sécrétion de la glande mammaire d'animaux d'élevage et non chauffé à plus de 40 °C, ni soumis à un traitement d'effet équivalent ». Le Codex Alimentarius (1999), le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

I.2. Composition du lait

Le lait de vache est un lait caséineux, Sa composition varie en fonction d'une multiplicité de facteurs : race animale, alimentation et état de santé de l'animal, période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite (Roudaut et Lefrancq, 2005).

I.2.1. Eau

L'eau est l'élément quantitativement le plus important : 900 à 910 g par litre (Mathieu, 1998).

La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire (Carole, 2010).

I.2.2. Matière grasse

La matière grasse ou taux butyreux représente 25 à 45 g par litre (Luquet, 1985). Elle est constituée par 98,5% de glycérides (esters d'acide gras et de glycérol), 1% de phospholipides polaires et 0,5% de substances liposolubles, cholestérol, hydrocarbures et vit A, D, E, et K (Goursaud, 1985). La Matière grasse est dispersée en émulsion, sous forme de microgouttelettes de triglycérides entourées d'une membrane complexe dans la phase dispersante qu'est le lait écrémé (Boutonnier, 2008).

Le tableau 1 indique les proportions de différents constituants de la fraction lipidique du lait (Carole, 2010).

Tableau 1 : Composition lipidique du lait (Carole, 2010).

Constituants	Proportions des lipides du lait (%)
Triglycérides	98
Phospholipides	1
Fraction insaponifiable	1

I.2.3. Matière azotée

La matière azotée du lait englobe deux groupes, les protéines et les matières non protéiques qui représentent respectivement 95% et 5% de l'azote minéral du lait (Goursaud, 1985). Les protéines se répartissent en deux phases : une phase micellaire et une phase soluble. La phase micellaire représente la caséine totale (environ 80% des protéines) du lait. Elle est formée par quatre protéines

Synthèse bibliographique

individuelles: Alpha-caséines ou caséines α_1 36 % et α_2 10 % ; Bêta-caséine ou caséine β 34 % ; Kappa-caséine ou caséine κ 13 % et Gamma-caséines ou caséine γ 7 % (produits de la protéolyse de la β -caséine) (Goy *et al.*, 2005).

I.2.4. Glucides

Le sucre principal du lait est le lactose, c'est aussi le composé prépondérant de la matière sèche totale. Sa teneur s'élève en moyenne à 50g par litre. C'est un disaccharide constitué par de l' α ou β glucose uni à du β galactose, ce qui est à l'origine de la présence de 2 lactoses (Luquet, 1985). Autres glucides sont présents dans le tableau 2.

Tableau 2 : Composition glucidique du lait de vache en g/l (keilling, 1985).

Glucides en g/l	Colostrum	Lait
Lactose	28	50
Polyosides		
- Neutres azotés	5-6	1
- Acides		<0.5

Le lactose est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers : la fermentation lactique, la fermentation propionique, la fermentation butyrique et la fermentation alcoolique (Morrissey, 1995). A température élevée, le lactose participe avec les protéines à des réactions de brunissement non enzymatique pouvant altérer la couleur des laits stérilisés (Alais, 1975).

I.2.5. Matière minérale

Les minéraux sont présents, soit en solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble (ou colloïdale). Certains minéraux se trouvent exclusivement à l'état dissous sous forme d'ions (sodium, potassium et chlore) et sont particulièrement biodisponibles. Les ions calcium, phosphore, magnésium et soufre existent dans les deux fractions (FAO, 1998). La composition minérale du lait est représentée dans le tableau 3.

Tableau 3 : Composition minérale du lait de vache (Jeantet et Coll, 2007).

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

I.2.6. Biocatalyseurs

I.2.6.1. Enzymes

Ce sont des substances organiques de nature protéidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Plus de 60 enzymes principales ont pu être isolées du lait dont l'activité a été déterminée. La moitié d'entre elles sont des hydrolases (Blanc, 1982 ; Pougheon, 2001).

I.2.6.2. 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 (Debry, 2001).

I.3. Facteurs influençant la composition du lait

Les principaux facteurs de variation sont bien connus. Ils sont soit intrinsèques liés à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, âge, etc), soit extrinsèques liés au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter compte tenu de leurs interrelations (Wolter, 1988).

I.3.1. Facteurs intrinsèques

I.3.1.1. Facteurs génétiques

On observe des variations importantes de la composition du lait entre les différentes races laitières et entre les individus d'une même race. D'une manière générale, on remarque que les fortes productrices donnent un lait plus pauvre en matières azotées et en matière grasse. Ces dernières sont les plus instables par rapport au lactose (Veisseyre, 1979).

I.3.1.2. Stade de lactation

L'évolution des principaux composants du lait est inversée par rapport à l'évolution de la quantité produite durant toute la période de lactation. Les teneurs en matière grasse et protéines sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant le deuxième et le troisième mois de lactation et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de lactation avec une diminution de la production laitière (Conde et al., 1968).

I.3.1.3. Age

La quantité de lait augmente généralement du 1^{er} vêlage au 5^{ème} ou 6^{ème}, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7^{ème} (Veisseyre, 1979). Le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi la richesse du lait en matière sèche tend à diminuer. Ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire de la mamelle ; en fonction de l'âge, le nombre de mammites croît et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (Mahieu, 1985).

I.3.2. Facteurs extrinsèques

I.3.2.1. Alimentation

L'alimentation joue un rôle important ; elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines. En effet, selon (Coulon et Hoden, 1991), le taux protéique varie dans le même sens que les apports énergétiques, il peut aussi être amélioré par des apports spécifiques en acides aminés (lysine et méthionine). Quant au taux butyreux, il dépend à la fois de la part d'aliment concentré dans la ration, de son mode de présentation et de distribution (finesse de hachage, nombre de repas, mélange des aliments).

Deux grands types de régimes sont envisagés : ceux d'hiver à base de fourrage conservés, ceux de printemps et d'été, accès sur le pâturage. Tout changement de régime a une influence immédiate sur la composition du lait, surtout s'il s'effectue brutalement (Mahieu, 1985).

I.3.2.2. Saison et climat

Le facteur saisonnier constituerait la cause la plus importante de la variation de la composition de lait. Le taux butyreux, minimum en juillet (34g/kg) augmente à partir d'août pour atteindre un max en octobre (38g/kg) qu'il maintient durant l'hiver et le début du printemps. La teneur en matière azotées, minimum en juillet augmente à partir d'août pour atteindre un max en décembre, puis elle décroît en mars pour de nouveau remonter en fin d'avril et mai (Decan, 1969).

La température a été le premier facteur climatique mis en cause dans les variations saisonnières de la composition du lait d'une manière général, entre 0°C et 24°C, la production et la variation varient peu, l'animal est dans une zone thermique de confort. Au-dessus de 27°C, la vache entre dans une

zone thermique d'inconfort. Sa production laitière diminue ainsi que la teneur du lait en matière azotée alors que le taux butyreux augmente (Martinot et al., 1990).

I.4. Etat physicochimique du lait

Le lait est un système complexe constitué d'une solution vraie, d'une solution colloïdale, d'une suspension colloïdale et d'une émulsion. Le tableau 4 montre la dimension approximative et l'état physicochimique de chacun des constituants solides majeurs du lait (Vignola, 2002).

Tableau 4 : Etat physicochimique du lait de vache (Vignola, 2002).

Constituants	Dimension	Emulsion	Solution colloïdale	Suspension colloïdale	Solution vraie
Matière grasse	10^{-5} à 10^{-6}	X			
Micelles de caséines	10^{-7} à 10^{-8}			X	
Protéines du sérum	10^{-8} à 10^{-9}		X		
Glucides	10^{-9} à 10^{-10}				X
Minéraux	10^{-9} à 10^{-10}				X

I.5. Caractéristiques physico-chimiques du lait

La connaissance des propriétés physico-chimiques du lait revêt une importance incontestable car elle permet de mieux évaluer la qualité de la matière première et de prévoir les traitements et opérations technologiques adaptés (Aboutayeb, 2008).

I.5.1. Densité

La densité du lait est une résultante de la densité intrinsèque des constituants. Elle dépend aussi sur le degré d'hydratation, notamment en ce qui concerne les protéines (Hardy, 1987).

Elle est également liée à la richesse du lait en MS. La densité du lait conduit est inférieure à 1 (0.93 à 20°C). Il en résulte qu'un lait enrichi en matière grasse a une densité qui diminue et qu'à l'opposé, un lait écrémé a une densité élevée. L'appréciation précise de cette propriété se fait par la détermination de la masse volumique (Keilling, 1985).

I.5.2. Acidité titrable

L'acidité de titration indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. Un lait frais a une acidité de titration de 16 à 18°Dornic (°D). Conservé à la température ambiante, il s'acidifie spontanément et progressivement (Mathieu, 1998). C'est la raison pour laquelle on distingue l'acidité naturelle, celle qui caractérise le lait frais, d'une acidité développée issue de la

transformation du lactose en acide lactique par divers microorganismes (CIPC lait, 2011). Deux laits peuvent avoir le même pH et des acidités titrables différentes et inversement. C'est à dire qu'il n'y a pas de relation d'équivalence réelle entre le pH et l'acidité de titration (Dieng, 2001).

I.5.3. pH

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. Un lait de vache frais a un pH de l'ordre de 6,7. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H_3O^+) et donc une diminution du pH, car : $pH = \log 1/[H_3O^+]$. A la différence avec l'acidité titrable qui elle mesure tous les ions H^+ disponibles dans le milieu, dissociés ou non (acidité naturelle + acidité développée), reflétant ainsi les composés acides du lait (CIPC lait, 2011). Un lait mammitique contenant des composés à caractéristiques basiques, aura un $pH > 7$ et le colostrum un pH voisin de 6 (Luquet, 1985).

I.5.4. Point de congélation

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes, légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation (Carole, 2010). Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre $-0,54\text{ °C}$ et $-0,55\text{ °C}$ (Mathieu, 1998). La mesure de ce paramètre permet l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait. Un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ $0,0055\text{ °C}$ (Goursaud, 1985).

I.6. Caractéristiques microbiologie du lait de vache

Le lait contient un nombre variable de cellules ; celles-ci correspondent à la fois à des constituants normaux comme les globules blancs, mais également à des éléments d'origine exogène que sont la plupart des microorganismes contaminants (Gripon et al., 1975). Les microorganismes principalement présents dans le lait sont les bactéries. Mais, on peut aussi trouver des levures et des moisissures, voire des virus. De très nombreuses espèces bactériennes sont susceptibles de se développer dans le lait qui constitue pour elles un excellent substrat nutritif. Au cours de leur multiplication dans le lait, elles libèrent des gaz (oxygène, hydrogène, gaz carbonique, etc.), des substances aromatiques, de l'acide lactique, diverses substances protéiques, voire des toxines pouvant être responsables de pathologie chez l'homme (Institut de l'élevage, 2009).

I.6.1. Flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml) (Larpen, 1992). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et est protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (Cuq, 2007).

Synthèse bibliographique

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (**Vignola, 2002**). Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (**Guiraud, 2003**) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (**Varnam et Sutherland, 2001**).

Le tableau 5 regroupe les principaux microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives.

Tableau 5: Flore originelle du lait cru (**Vignola, 2002**).

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

Des germes pathogènes, peuvent être présents lorsque le lait est issu d'un animal malade : *Streptocoque pyogène*, *Corynébactéries pyogènes*, des Staphylocoques (**Joffin et Joffin, 1999**), qui sont des agents de mammites et peut s'agir aussi de germes d'infection générale : *Salmonella*, *Brucella*, et exceptionnellement *Listeria monocytogènes*, mycobactérie, *Bacillus anthracis* et quelque virus (**Guiraud, 1998**).

I.6.2. Flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la traite jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (**Vignola, 2002**). Ces contaminations par divers microorganismes peuvent provenir de l'environnement une contamination d'origine fécale (**Leyral et Vierling, 2007**).

I.7. Propriétés organoleptiques

Le lait est un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur de la matière grasse en β -carotènes. Il a une odeur plus marquée, mais caractéristique. Son goût est normalement sucré et laisse lors de sa consommation une sensation tactile, douceâtre et agréable au niveau de la bouche, sensation liée à la fine émulsion des matières grasse et surtout à la suspension colloïdale des protéines. Il est variable selon les espèces animales (**Luquet, 1990**).

I.8. Propriétés nutritionnel

Le lait est un aliment liquide, mais sa teneur en matière sèche (10 à 13%) est proche de celle de nombreux aliments solides (Kodio, 2005). Il va permettre à l'organisme de disposer de tous les acides aminés essentiels, car ses protéines lactalbumine, lactoglobuline et surtout caséines sont des protéines de haute valeur biologique. Ainsi que des graisses hautement digestibles, grâce à la finesse de leur émulsion (Lederer, 1986).

Le lait représente également une excellente source de calcium, de phosphore, de riboflavine et relativement riche en thiamine, vit A. Cependant, il est pauvre en fer, cuivre, acide ascorbique et en vit D (Debry, 2001).

I.9. Définition du beurre

Le beurre est un produit laitier de type émulsion d'eau dans la matière grasse d'origine exclusivement laitière obtenu après barattage et maturation de la crème du lait (Fredot, 2006). Il doit présenter une teneur en matière grasse comprise entre 80 et 90 %, 2% au maximum de matière sèche non grasse et 16% au maximum d'eau, un taux de matière grasse supérieur ou égal 40% (Mocquot, 1969).

I.10. Composition et structure

Le beurre est constitué essentiellement de la matière grasse du lait (82%) au sein de laquelle sont réparties des gouttelettes très fines (1à5 microns) de babeurre diluées par l'eau de lavage. Cette phase aqueuse ne doit pas excéder 18% dont 16% d'eau et 2% de matière sèche non grasse (lactose, protéine, sels minéraux) (Trémolière et *al.*, 1984). Le tableau 6 montre sa composition pondérale moyenne (Mocquot, 1969).

Synthèse bibliographique

Tableau 6 : Composition pondérale moyenne du beurre (Mocquot, 1969).

Composants	%	Détails	Proportions
Phase grasse	82 (82 à 84)	Triglycérides	82%
		Phosphatides	0.2 à 1%
		Carotène	3 à 9 mg.kg ⁻¹
		Vitamine A	9 à 30 mg.kg ⁻¹
		Vitamine D	0.002 à 0.04 mg.kg ⁻¹
		Vitamine E	8 à 40 mg.kg ⁻¹
Eau	<16 (14 à 16)		
Extrait sec dégraissé	<2 (0.4 à 1.8)	Lactose	0.1 à 0.3%
		Acide lactique	0.15% (beurre de crème acide)
		Matière azotée :	0.2 à 0.8%
		Caséine	0.2 à 0.6%
		α -lactalbumine	0.1 à 0.05%
		Protéines membranaires, Peptides, acides aminés	Traces
		Sels (autres que NaCl)	0.1%
		Citrates	0.02%
		Vitamine C	3 mg.kg ⁻¹
		Vitamine B ₂	0.8 mg.kg ⁻¹

I.11. Différents types de beurre

I.11.1. Le beurre fermier : Il est fait à la ferme de façon artisanale avec des crèmes crues dont la maturation est naturelle. Il risque d'y avoir certaine altération provenant des manipulations manuelles de malaxage et de rinçage insuffisantes. Il s'altère rapidement parce qu'il contient encore de petit lait (Mohtadji-Lamballais, 1989).

I.11.2. Les beurres laitiers : C'est des beurres fabriqués à la laiterie ayant obtenue l'agrément des services vétérinaires et du ministère de l'agriculture. Leurs production est donc soumise à un contrôle permanent et donc a une bonne conservation (Mohtadji-Lamballais, 1989).

I.11.3. Le beurre cru ou de crème crue : Le lait utilisé ne doit subir aucun traitement thermique que la réfrigération après la traite. La crème barattée est non pasteurisée et reste sous forme crue. Ce type de beurre est rare à cause de ses critères microbiologiques moins rigoureux en ce qui concerne les germes non pathogènes (Fredot, 2006).

I.11.4. Le beurre pasteurisé : Il existe sous différentes dénominations

A. Le beurre extra fin : Il doit être fabriqué 72 heures au plus tard après la collecte du lait ou de la crème. La pasteurisation puis le barattage doivent avoir lieu au plus tard 48 heures après l'écémage. Le lait ou la crème utilisés ne doivent pas subir de désacidification, de congélation ou de surgélation. Ce beurre possède donc les meilleures qualités organoleptiques (Fredot, 2006).

B. Le beurre fin : La réglementation permet l'utilisation de 30% au maximum de crème conservée par congélation ou surgélation ainsi que le foisonnement (augmentation de volume) (Fredot, 2006).

C. Le beurre demi-sel : L'appellation beurre demi-sel est réservée au beurre contenant entre 0.5 et 3g de sel pour 100g de produit fini (Simon et al., 2002).

D. Le beurre salé : Le beurre salé est un beurre fermier, laitier ou pasteurisé auquel on ajoute au maximum 10% de sel (Mohatadji-Lamballais, 1989).

E. Les beurres aromatisés : Ils ont subi l'addition de divers produits tels qu'épices, herbes aromatiques, fromage, ail, miel et fruit (Fredot, 2006).

F. Le beurre allégé : Emulsion obtenue par des procédés physiques à partir de constituants d'origine laitière. Il doit présenter une teneur en MG comprise entre 41 et 65% (Luquet, 1990).

G. Le beurre de cuisine : Provient exclusivement de matière grasse laitière après élimination quasi-totale de l'eau et de la matière sèche non grasse par des procédés physiques et contient au minimum 96% de MG (Luquet, 1990).

H. Beurres d'appellation d'origine contrôlée (beurre AOC) : Il existe quatre appellations d'origine contrôlée (AOC) dont la nature et les qualités sont étroitement liées au terroir personnalisée (beurre Charente - Poitou, beurre des Charentes, beurre des Deux-Sèvres, beurre d'Isigny) (Luquet, 1990).

I. Les matières grasses laitières à tartiner : Contiennent moins de 39% de MG.

J. Le beurre liquide : Qui est enrichi en oléine (fraction triglycérique de bas point de fusion).

K. Le beurre concentré : Contient au moins 99.8% de MG.

L. Le beurre foisonné : Ou aéré, ne peut pas dépasser 3.5 fois le volume de beurre initial.

M. Le trois-quarts de beurre : Est un beurre allégé contenant 60 à 62% de MG (Simon et al., 2002 ; Fredot, 2005 ; Jeantetet al., 2006).

I.12. Microbiologie de beurre

Des bactéries lactiques d'acidité et d'arôme (*Lactococcus lactis ssp lactis*, *Lc. Lactis ssp cremoris*, parfois *Leuconostoc*) participent à l'élaboration des qualités organoleptiques du beurre.

Plusieurs types de micro-organismes peuvent être des agents de dégradation ; tous d'abord, les bactéries lactiques peuvent entraîner une acidité trop forte, les coliformes et les entérobactéries peuvent entraîner des mauvais goûts dans la crème, les bactéries lipolytiques détruisent et oxydent les matières grasses, entraînant le rancissement du beurre, les bactéries protéolytiques peuvent dégrader la caséine du beurre et entraîner un goût de fromage, d'autres bactéries sont responsables de coloration ou de décoloration anormales et de mauvais goûts dans le beurre, les germes intervenant sont généralement psychrophiles en raison du stockage au froid.

Enfin, les levures et moisissures peuvent provoquer des altérations de goût (moisis, acré, malté, caramélisé, etc) (Guiraud, 1998).

I.13. Fabrication du beurre traditionnel : Elle comporte deux étapes principales.

I.13.1. Ecrémage spontané

Le lait étant maintenu au repos, la séparation des globules gras s'effectue en régime laminaire, c-à-d sans turbulence. La loi de Stokes permet d'exprimer la vitesse d'ascension des globules à la surface du lait (Veisseyre, 1979).

En fait le phénomène est modifié par la présence des agglutinines, à la surface des globules. Elles tendent à favoriser le rapprochement de ceux-ci et la formation de grosses grappes de globules dont la force ascensionnelle est beaucoup plus élevée que celle qui résulte de l'application de la formule de Stokes au globule isolés. C'est ce phénomène d'agglomération naturelle qui permet d'effectuer en une nuit un écrémage spontané satisfaisant (Veisseyre, 1979).

La température à laquelle se fait l'écémage joue un très grand rôle dans le résultat, il se fait à température ambiante et dure 24 à 48 h selon la saison (Tantaoui et al., 1983 ; Chirade et Moreau, 2000).

La forme de vase dans lequel se fait l'écémage est indifférent. Il faut de préférence, pour faciliter du nettoyage de choisir des vases larges facilement accessible dans toute leurs parties, les vases de verre, de porcelaine (Chirade et Moreau, 2000), des outres en peau ou des seaux en bois sont aussi réservés à cet usage, lesquels apportent vraisemblablement la flore acidifiante nécessaire (Accolas et al., 1975).

I.13.2. Barattage

Le barattage, est réaliser soit dans l'outre, qu'un manipulateur doit secouer énergiquement avec les deux mains, soit dans une jarre en utilisant un instrument constitué d'un manche long portant à son extrémité inférieure deux disques en bois de diamètre différent, cette opération dure 30 à 40

minutes. A la fin du barattage, l'eau est ajoutée à un certain volume (environ 10% du volume du lait), chaude ou froide, suivant la température de l'ensemble à un niveau convenable au rassemblement des grains de beurre, celui-ci est récupéré généralement à la main, mais certains fabricants filtrent le Lben sur une toile, pour recueillir le maximum de beurre (Tantaoui et al., 1983).

I.14. Technologie de fabrication du beurre

La fabrication du beurre industriel permet d'obtenir un meilleur rendement technologique et de produire un beurre riche en arôme. Sa fabrication passe par deux grandes étapes : la préparation de la crème puis la fabrication du beurre proprement dite (Simon et al., 2002).

I.14.1. La préparation de la crème : Le beurre est obtenu à partir du lait de vache par les opérations suivantes :

I.14.1.1. Ecrémage du lait : Le lait est d'abord écrémé dans une écrémeuse centrifuge. Auparavant, on chauffe le lait à 50°C pour obtenir un meilleur rendement d'écémage. La crème fraîche obtenue contient 40 à 45% de MG pour faciliter le barattage (Simon et al., 2002).

I.14.1.2. Standardisation : Cette opération préliminaire consiste à régler le taux de la matière grasse de la crème. La crème est standardisée entre 35 et 40% de MG en fabrication traditionnelle et entre 40 à 45% de matière grasse en fabrication continue (Jeantet et al., 2006).

I.14.1.3. Désacidification

Ce traitement appelé aussi neutralisation en beurrerie consiste à réduire l'acidité de la crème, il est rendu nécessaire lorsque l'on veut pasteuriser des crèmes de report dont l'acidité risque de poser des problèmes dans les appareils de chauffage. Ainsi une crème d'acidité supérieure à 0.20% risque d'engendrer des saveurs anormales de poissons, d'oxydation (Vignola, 2002).

I.14.1.4. Pasteurisation (étape facultative) : L'effet thermique a pour but initiale la maîtrise sanitaire de la crème (Bozzolo, 2004). Il consiste à soumettre la crème à une pasteurisation plus intense que celle du lait (au minimum 74°C pendant 16 secondes). Ce traitement se justifie par la résistance accrue des microorganismes à la chaleur due à l'effet protecteur qu'exerce la couche de MG. Le chauffage doit être suffisant pour détruire les levures et les moisissures, le plus possible de bactéries et d'enzymes (lipases et peroxydases). Le chauffage à température élevée favorise le développement d'un léger goût de cuit, qui est associé à l'augmentation désirable des propriétés antioxydants du milieu (Vignola, 2002).

I.14.1.5. Refroidissement : La crème pasteurisée fait l'objet d'un refroidissement rapide. Il se fait généralement entre 10 et 15°C et permet la régulation de l'activité de la flore microbienne (Fredot, 2006). Ainsi, le refroidissement rapide de la crème favorise la formation de nombreux petits

cristaux, et donc qu'avec un refroidissement lent on obtient de gros cristaux moins nombreux (Vignola, 2002).

I.14.1.6. Dégazage : Il est très largement utilisé et effectué sous vide partiel en deux temps.

A. Premier dégazage à 70-75°C : Ce traitement élimine les gaz dissous dans la crème et évite l'encrassement ultérieur des appareils de chauffage (Sous une dépression de $0,93 \cdot 10^5$ Pa) (Jeantet et al., 2006).

B. Deuxième dégazage : Il est réalisé après la section chambrage à 90-95°C et sous $5,3 \cdot 10^4$ Pa et d'éliminer l'éventuel goût de cuit (Luquet, 1990).

I.14.2. La maturation de la crème : A partir des crèmes standardisées, pasteurisées ou crus selon les fabrications, la différenciation qualitative ne prend véritablement effet qu'avec les modalités applicatives des maturations physiques et biologiques (Bozzolo, 2004). Le but de maturation est d'épaisser la crème, de faciliter le barattage et d'assurer le plus grand développement possible de l'arôme (Fredot, 2005).

I.14.2.1. La maturation physique : Sans un refroidissement contrôlé de la crème, la consistance et la fermeté du beurre dépendraient exclusivement de la composition et des propriétés de la MG et par conséquent, varierait avec les saisons (Vignola, 2002). On distingue deux types de maturations : la maturation basse pour les crèmes d'hiver dans laquelle la crème est immédiatement refroidie à la température de 6 à 7°C, permettant la formation de nombreux petits cristaux de MG. La maturation haute pour les crèmes d'été dans laquelle les paliers de températures sont adaptés pour l'obtention de gros cristaux de MG (Luquet, 1990). Il est possible de contrôler le degré et le mode de cristallisation du gras à l'intérieur de globule et d'obtenir ainsi une régularité de son état physique grâce à la maturation physique de la crème. La dimension, la forme, l'arrangement et le nombre des cristaux ainsi qu'un rapport optimal des phases solides et liquides doivent permettre une bonne inversion de phase au cours du barattage et une consistance uniforme du beurre fabriqué (Vignola, 2002).

I.14.2.2. La maturation biologique : La crème doit subir une fermentation par des ferments lactiques spécifiques (Simon et al., 2006). L'ensemencement de la crème à 3-5% de bactéries lactiques peut se faire à deux niveaux (Jeantet et al., 2006) : Ensemencement dès le début de la maturation physique qui permet d'atteindre des pH de 4,7 à 4,8 ou bien ensemencement après cristallisation modérée.

Les souches les plus utilisées pour la maturation biologique sont (Jeantet et al., 2006) :

-Homofermentaires : *Lactococcus Lactis ssp. lactis var. diacetylactis*, *Lc. lactis. ssp. lactis*, *Lc. lactis. ssp. Cremoris* ;

-Hétérofermentaires : *Leuconost. Citrovorum*.

I.14.3. Le barattage de la crème : La fabrication du beurre nécessite deux opérations distinctes, l'inversion de l'émulsion de la crème puis l'expulsion du babeurre, Ce procédé est le barattage. Plusieurs théories ont tenté d'expliquer le phénomène de butyrication qui se produit lors de barattage, notamment celles de l'agglomération, de la concentration et de la combinaison (**Vignola, 2002**).

I.14.3.1. Procédé par agglomération : la formation du beurre s'opère en trois étapes (**Mahaut et al., 2002**) :

- Solidification de la MG de la zone externe du globule gras (glycérides à haut point de fusion).
- Mise en contact des GG qui peuvent perdre leur individualité (phénomène de coalescence).
- Libération de la MG liquide interne due à la rupture de membrane des GG sous l'action conjuguée du froid, du pH, et de l'agitation. La MG libre joue le rôle de ciment et soude les GG entre eux pour former des grains de beurre, limitant ainsi les pertes de MG dans le beurre.

I.14.3.2. Procédé par concentration : La crème est concentrée à 80-84% de MG sur une écrémeuse débourbeuse (**Jeantet et al., 2006**). Les globules gras, au contact les uns des autres, subissent des déformations mécaniques qui les fragilisent (produits laitiers). L'inversion de phase s'effectue par le refroidissement à l'entrée du butyrateur et par le flottement mécanique des vis à propulsion ou des agitateurs (**Mahaut, 2002**).

I.14.3.3. Procédé par combinaison : La méthode par combinaison comprend trois opérations principales : déstabilisation d'une crème très riche en gras (85 à 99%) ; standardisation de la composition par l'incorporation d'eau ou d'une solution aqueuse de sel dans le gras à l'état d'huile ; refroidissement en vue de solidifier le beurre (**Angers, 2002**).

Le barattage s'opère par deux techniques qui sont :

A. Technique discontinue (fabrication de beurre en baratte)

Est le barattage traditionnel, c'est une agitation énergétique de la crème favorisant l'incorporation de bulle d'air dont l'interface est dans un premier temps stabilisée par les GG (mousse abondante). Lorsque les GG deviennent insuffisants pour recouvrir l'interface gazeuse générée, la mousse va s'effondrer. Les membranes des GG fragilisées pendant la maturation physique de la crème, éclatent alors à l'intérieur de la baratte. La libération de la MG liquide forme une phase continue qui soude les GG résiduels et les fragments de GG en grains de beurre (**Jeantet et al., 2006**).

La fabrication de beurre d'après le procédé conventionnel (ou discontinue) est une application du principe de l'agglomération (**Vignola, 2002**).

Cette technique de barattage traditionnel peut paraître quelque peu désuète comparativement aux performances actuelles des nouvelles générations de butyrateurs, par contre elle présente l'avantage de bien faire comprendre les performances d'inversion des phases grasses et aqueuses,

contrairement au butyrateur ou le passage de la crème (émulsion de type huile dans l'eau) au beurre (émulsion de type eau dans l'huile) est instantané (Luquet, 1990).

L'inversion de phase : on assiste dans la baratte, sous l'effet des chocs, à un moussage abondant de la crème par incorporation d'air qui se traduit par un rassemblement des globules gras à l'interface air-phase aqueuse, dû à des forces de tension superficielle propices. Peu à peu les membranes des GG fragilisées par la maturation physique, éclatent en raison de l'action mécanique et libèrent leur contenu de matière grasse liquide (Luquet, 1990).

Les triglycérides à haut point de fusion de la couche externe se solidifient en même temps que la MG interne à faible point de fusion est libéré sous l'action conjuguée du faible pH, du froid et de l'agitation mécanique. Cette dernière fait alors office de ciment. Elle permet la formation des grains de beurre et assure la liaison avec la faible quantité de phase aqueuse dispersée en émulsion dans les MG. Le babeurre excédentaire est expulsé et soustrait en même temps (Bozzolo, 2004). Les facteurs qui vont favoriser ces phénomènes seront : la température de barattage, l'acidité de la crème, et la taille des globules gras (Luquet, 1990).

B. Technique continue (fabrication du beurre en butyrateur)

La fabrication du beurre en continu peut s'effectuer d'après les trois principes : par agglomération ou flottation, par concentration et par combinaison ou émulsion (Angers, 2002). La fabrication en continu réunit les mêmes opérations que le barattage classique mais sans interruption et dans un temps relativement bref ce qui privilégie encore les opérations de préparation de la crème (Luquet, 1990).

I.14.4. Lavage, malaxage et salage

I.14.4.1. Le lavage : Il permet de refroidir et resserrer le grain, de diluer les gouttelettes de babeurre par de l'eau afin de limiter le développement microbien (Mocquot, 1969).

I.14.4.2. Le malaxage : Il permet la soudure des grains de beurre et la pulvérisation de la phase aqueuse en fines gouttelettes de diamètre moyen inférieur à 10 microns au sein de la MG. C'est un facteur important de la conservation du beurre (Mocquot, 1969).

I.14.4.3. Le salage : Il est réalisé pendant le malaxage par addition de sel fin et pur ou de saumure saturée en sel. Il agit comme exhausteur de goût et possède une action antiseptique. Cependant, il favorise l'oxydation de la MG et rend difficile la bonne répartition de l'eau (Jeantet *et al.*, 2006).

I.14.5. Conditionnement du beurre : Le conditionnement doit être neuf et répondre aux conditions fixées par la répression des fraudes. Les matériaux utilisés doivent notamment faire partie d'une liste de matériaux agréés et être inertes vis-à-vis du beurre (Anonyme, 2008). Nous pouvons actuellement distinguer trois types de matériaux d'emballage du beurre : l'emballage

papier ingraissable, l'emballage aluminium/cire/sulfuré et barquette thermoformée en plastique (polystyrène ou polypropylène) (Multon et Bureau, 1998).

I.14.6. Stockage et conservation du beurre au froid : Après son conditionnement, il est important de refroidir le beurre rapidement pour obtenir une texture et une consistance désirable. Le beurre de consommation immédiate est généralement maintenu à 4°C/48h pour atteindre la consistance désiré, le beurre destiné à une longue conservation exige une congélation et une conservation entre -18 et -25°C, ce qui diminue fortement l'activité lipolytique (Vignola, 2002).

La dégradation du beurre en cours de stockage a plusieurs origines : développement et activité des micro-organismes, action des enzymes, réactions purement chimiques entre les composants du beurre (Mocquot, 1969).

I.15. Rendement en beurrerie

On entend par rendement la différence entre le poids du beurre et celui du gras utilisé pour sa fabrication. On exprime ce rendement en pourcentage d'augmentation sur la base de gras utilisé. Ce grain se compose d'eau, de sel, et d'extrait sec non gras.

On distingue diverses sortes de rendement. Il y a le rendement théorique, estimé à 25% puisque par définition une masse butyrique de 80 kg permet la fabrication d'un maximum de 100 kg de beurre. Il y a ensuite le rendement de la beurrerie, calculé sur la base de la quantité de beurre vendu et de la quantité de matière grasse laitière achetée. Il varie habituellement entre 21 et 23%. Cependant, le rendement le plus important pour le beurrier est le rendement de barattage. Il varie au cours de l'année, étant plus faible en hiver et plus élevé en été. Normalement le rendement de barattage exprimé en pourcentage de matière grasse perdue dans le babeurre, doit être inférieur à 0.7%, ce qui laisse 99.3% de gras pour le beurre fabriqué. La teneur en matière grasse du babeurre varie avec les facteurs suivants : la richesse de la crème, la dimension des GG, leur degré de fermenté, l'effet de la pasteurisation et le moment précis du soutirage (Angers, 2010). Le rendement beurrier traduit la qualité de beurre fabriqué à partir de 100 kg de lait (Jeantet et al., 2006).

I.16. Evaluation de la qualité

Le beurre doit répondre à des normes de composition et d'hygiène qu'on vérifie à l'aide d'analyses appropriées. Les épreuves les plus courantes se rapportent aux teneurs en matière grasse (minimum de 80%), en eau et en sel. De son côté, le dénombrement des levures et des moisissures donne des informations sur les conditions hygiéniques de la fabrication : leur présence éventuelle est un indice d'une recontamination après la pasteurisation de la crème.

En outre, le beurre est soumis à des normes de qualité sensorielle évaluées au moyen d'une échelle de pointage à la suite de l'examen de saveur et de la texture (Angers, 2010).

I.16.1. Défauts du beurre

Les défauts du beurre proviennent soit de la crème, soit de techniques de fabrication inappropriées ou encore de conditions de conservation inadéquates (Angers, 2010). Les défauts peuvent être classés selon leur nature, aspect extérieur, coupe, structure, consistance et flaveur (Mahaut et al., 2000).

A. Défauts d'aspect externe

Ils sont généralement remarquables par l'apparition de colorations diverses en surface du beurre est dues soit à une dessiccation superficielle, soit au développement de bactéries, levures ou moisissures (Luquet, 1990).

B. Défauts de structure

D'après (Luquet, 1990) ces défauts se résument en :

- Beurre huileux : excès de matière grasse liquide.
- Beurre sableux : cristallisation effectuée trop lentement.
- Beurre laminée : crème trop riche en air.

C. Défaut à la coupe

Ces défauts se traduisent par :

- Des alvéoles d'air dues à un défaut d'alimentation de la mousse ou par des anomalies de coloration (Mocquot, 1969).
- Des points jaunes (MG déstabilisée).
- Des points blancs (particules de caséines floculées).
- Des points marbrures (répartition d'eau irrégulière, due à un malaxage insuffisant surtout dans les beurres salés).

D. Défauts de consistance

La consistance concerne la fermeté et la plasticité (Angers, 2002). Deux types de défauts de consistance (Luquet, 1990).

- Beurre dur et cassant (solidification trop poussée de la matière grasse).
- Beurre mou (excès de matière grasse à bas point de fusion ou degré de solidification insuffisant).

E. Défauts de flaveur

Un certain nombre d'odeurs ou de saveurs désagréables peuvent présenter dans le beurre (odeurs de foin, d'étable, de choux...) peuvent provenir du lait ou de la crème et/ou de la présence d'une flore de contamination. Par ailleurs, un certain nombre de problème de fabrication peuvent également introduire des anomalies dans la flaveur de beurre (Mahaut et al., 2000).

- Goût de malt : produit par certaines variétés de lactocoques.

- Goût de cuit : température et durée de traitement thermique trop élevées.
- Goût métallique : oxydation de la MG (pH trop bas, excès d'ions Fe, Cu).
- Goût de yaourt : excès d'acétaldéhyde.
- Goût de levure : altération d'origine microbienne.
- Goût acide : type de levain, technique de lavage et de malaxage.
- Goût caséux : provient de la décomposition de la matière azotée du non gras par certains microorganismes protéolytiques (*Bacillus cereus*, *Pseudomonas putrefaciens*).

I.16.2. Altération du beurre

I.16.2.1. Oxydation

C'est une réaction chimique qui intervient lors du stockage de beurre. Elle provoque la formation de peroxyde dont la dégradation libère des aldéhydes et des cétones responsables du goût de suif. Elle est favorisée par de nombreux facteurs : lumière, température, acidité, NaCl, Fer, Cu, etc. Elle est freinée par l'utilisation d'antioxydants, mais ceux-ci sont réservés exclusivement à la fabrication des beurres à usage industriel (Jeantet et al., 2006).

I.16.2.2. Lipolyse

C'est l'hydrolyse des liaisons esters des triglycérides avec libération d'acides gras, responsables de goût de rance. Ceux-ci peuvent être oxydés pour donner des alcools, des aldéhydes, des cétones, etc (Mahaut et al., 2000).

Les enzymes responsables de la lipolyse sont surtout les lipases des germes psychotrophes, très thermorésistantes. A partir de 10^5 voire 10^4 germes psychotrophes par ml de lait, des défauts de rancissement s'observent dans le beurre. Ce phénomène est amplifié par des altérations mécaniques des GG lors de la collecte à la ferme et du transport à l'usine (Jeantet et al., 2006).

I.16.3. Contrôle de qualité du beurre

I.16.3.1. Contrôle de la composition

Le contrôle de la composition du taux de gras dans le beurre a reçu une attention importante aujourd'hui, il permet de distinguer plusieurs qualités du beurre (Fredot, 2006).

I.16.3.2. Contrôle de l'activité lipase

La lipolyse est un problème qui affecte la production du beurre, elle est causée par des lipases enzymatiques thermorésistantes qui sont produites dans le lait ou la crème par des bactéries psychrophiles, ou qui existaient déjà dans le lait en tolérant la pasteurisation, leur détection peut être prédite par exactitude raisonnable (Hettinga, 2005).

I.16.3.3. Contrôle de l'oxydation

La flaveur des produits laitiers est largement déterminée par les composants de la MG. Par conséquent, c'est particulièrement important de restreindre le développement de saveurs oxydées

Synthèse bibliographique

dans le lait ou la crème avant usage (**Mocquot, 1969**). Le taux d'oxygène responsable de l'oxydation dans la matière grasse laitière peut être limité soit par une action active ou passive. Le contrôle passif consiste à minimiser le contact avec l'oxygène, le contrôle actif il vise à utiliser des appareils pour désaération, l'usage d'antioxydants, la destruction efficace de lipases et l'utilisation de l'azote qui couvre le Head-space des récipients (**Hettinga, 2005**).

Matériel
et Méthodes

II. Matériel et Méthodes

II.1. Matériel

II.1.1. Echantillons : Le matériel biologique nécessaire pour la réalisation de cette étude est le suivant :

A. Le lait : Un échantillon de 30 litres est récupéré lors de la traite des vaches au niveau d'une ferme de Ben chouiyeb de la région de Jijel. Un demi-litre du lait collecté est consacré aux analyses microbiologiques et physicochimiques et le reste est utilisé pour la fabrication de beurre.

B. Le beurre fermier : Un échantillon de 500g est préparé à partir de l'échantillon du lait cru précité.



Photo 1 : Le beurre fermier.

C. Le beurre industriel local : Un échantillon de 500 g est acheté de supérette Ben souhali à Jijel. Il est fabriqué dans la laiterie Numidia Constantine spa constitué de 82% MG, 2% ESD et 16% Eau.



Photo 2 : Le beurre industriel local.

D. Le beurre industriel étranger : Un échantillon de 500 g est acheté de supérette Ben souhali à Jijel. Il est fabriqué en France pour Lactalis international, constitué de crème de lait de vache pasteurisée et ferments lactiques.



Photo 3: Le beurre industriel étranger.

II.1.2. Milieux de culture

- Eau peptonée exempte d'indole : pour la recherche et le dénombrement des indologènes.
- Eau peptonée tamponnée : pour le préenrichissement de *Salmonella*.
- Gélose au Désoxycholate 0.1% : pour le dénombrement des Coliformes totaux (CT) et Coliformes thermotolérants (CTT).
- Gélose MRS : pour le dénombrement des bactéries lactiques.
- Gélose OGA (Gélose oxytétracycline-glucose) : pour le dénombrement des levures et moisissures.
- Gélose PCA (Plat Count Agar): pour le dénombrement de la F.T.A.M.
- Matière grasse stérile : comme additif à la gélose PCA.
- Milieu Giolitti Cantoni : pour l'enrichissement des Staphylocoques.

II.1.3. Produits chimiques et réactifs

Les principaux produits utilisés sont les suivants :

- Acide acétique 0.5N.
- Acide borique.
- Acide chlorhydrique 0.5N.
- Alcool isoamylique.
- Acide sulfurique 0.05N.
- Bleu de méthylène.
- Chloroforme.
- Eau distillée.
- Eau physiologique.
- Empois d'amidon.
- Ethanol 60%.
- Ether de pétrole.
- Huile à immersion.
- Iodure de potassium à 30%.

- Isobutanol-éthanolique.
- Lait écrémé stérilisé.
- Phénolphtaléine à 1%.
- Potasse 0.5N dans l'alcool à 95°.
- Réactif de Kovacs.
- Réactif de Tashiro.
- Solvant isobutanol.
- Solution de Ringer.
- Soude Dornic (N/9).
- Sulfate de cuivre.
- Sulfate de potassium.
- Thiosulfate de sodium à 0.002N.

II.1.4. Matériel et appareillage

- Agitateur.
- Anse de platine.
- Autoclave.
- Bain Marie.
- Balance.
- Ballon et chauffe ballon.
- Becher.
- Boîtespétri.
- Burette.
- Butyromètre de Gerber.
- Centrifugeuse.
- Creusets.
- Etuve à 37°C, 44°C, 120°C.
- Fioles.
- Four à moufle.
- Flacons stériles.
- Lame et lamelle.
- Matras de minéralisation.
- Microscope optique.
- Micro – pipette.
- Papier filtre.

- pH- mètre.
- Pipettes pasteur.
- Réfrigérateur.
- Spatules.
- Thermomètre.
- Tube à hémolyse.
- Verres de montre.

II.2. Méthodes

II. 2.1. Contrôle du lait cru

Après la traite, le lait destiné aux analyses microbiologiques et physicochimiques a été transvasé devant une flamme dans des flacons stériles afin de minimiser le plus possible de contamination.

L'échantillon du lait de vache collecté a été analysé au niveau de laboratoire de microbiologie et de physicochimie de l'université de Jijel.

II.2.1.1. Contrôle physicochimique

II.2.1.1.1. Mesure de pH et détermination de l'acidité

Le pH est mesuré habituellement avec un pH mètre. Cette mesure est effectuée en prolongeant l'électrode de pH mètre dans un bêcher contenant un volume de lait. La lecture se fait directement sur l'écran (**Guiraud, 1998**).

L'acidité peut être titrée de façon précise à l'aide de soude Dornic (N/9). Pour cela, un échantillon précis de 10 ml de lait est placé dans un bêcher de 100ml en présence de 0.1ml de phénolphtaléine à 1% dans l'alcool à 95%. L'échantillon est titré avec de la soude Dornic jusqu'à apparition de couleur rose pâle qui doit persister au moins 10 secondes (**Guiraud, 1998**).

L'acidité Dornic est exprimée de la façon suivante : **Acidité (°D) = $V_{NaOH} \cdot 10$**

Avec : V_{NaOH} : volume de NaOH utilisé (ml)

II.2.1.1.2. Epreuve de stabilité à l'ébullition

Pour la réalisation de cette épreuve, un tube contenant 5ml de lait est porté au bain marie à 100°C pendant 6 minutes puis examiné après refroidissement sous un courant d'eau froide pendant 2 minutes. La présence éventuelle de floculation, précipitation, ou la formation d'un coagulum indique que le lait n'est pas stable à l'ébullition (**Joffin et Joffin, 1999**).

II.2.1.1.3. Epreuve de la réductase

Pour la réalisation de ce test, 10ml de lait et 1ml de solution de bleu de méthylène à 50 mg/cl sont placés dans un tube stérile. Un témoin avec du lait bouilli est réalisé en parallèle. Le contenu de chaque tube est mélangé puis incubé à 37°C.

Matériel et Méthodes

La durée au bout de la quelle il y a changement de couleur d'un lait additionné de bleu de méthylène permet d'apprécier le nombre de bactéries du milieu : plus il y a de bactéries, plus le bleu de méthylène est rapidement réduit. Pour cela, les tubes sont observés avant d'agiter aux temps 0min, 15min, 1h, 3h (l'anneau bleu de la surface est dû à la réoxydation du bleu de méthylène par l'oxygène de l'air. L'interprétation de résultats se fait en fonction du tableau suivant (Joffin et Joffin, 1999).

Tableau 7 : Interprétation des résultats de l'épreuve de la réductase (Joffin et Joffin, 1999).

Temps au bout duquel il y a décoloration	Conclusion
Avant 15 min	Lait très fortement contaminé
Entre 15 min et 1 h	Lait fortement contaminé
Entre 1 h et 3 h	Lait légèrement contaminé
Plus de 3 h	Lait de qualité satisfaisante

II.2.1.1.4. Densité

La densité d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau. Comme la masse volumique de l'eau à 4°C est pratiquement égale à 1000Kg/m³, la densité du lait à 20°C par rapport à l'eau à 4°C est d'environ 1.030 (d_{20/4}) (Pointurier, 2003).

La densité est exprimée de la façon suivante : $dT/T = m.v \text{ lait} \text{ à une } T^\circ / m.v \text{ eau à une } T^\circ$.

Avec : **m** : masse (g) ; **v** : volume (ml)

II.2.1.1.5. Le taux butyreux

Un volume de 11ml de lait, rendu homogène au préalable est dissout dans 10ml l'acide sulfurique dont l'action sert à libérer la matière grasse qui remonte à la surface de la solution. Après addition de 1ml d'alcool isoamylique, le butyromètre est bouché et son contenu est agité énergiquement, puis centrifugé pendant 5 minutes à environ 10 000 tr/min, la matière grasse est dirigée dans la partie graduée du butyromètre. La lecture s'effectue en lisant la valeur qui correspond au niveau de la matière grasse dans cette partie graduée (Lecoq, 1965).

II.2.1.1.6. La matière sèche

Un volume de 10ml du lait est placé dans un creuset taré et porté dans une étuve réglée à la température de 120°C. La matière sèche est déterminée par des pesées répétées jusqu'à poids constant (Lecoq, 1965).

Le résultat est calculé en appliquant la formule suivante : $MS (\%) = X / Y . 100$

Avec :

MS : matière sèche.

X : poids de l'échantillon après étuvage.

Y : poids de l'échantillon avant étuvage.

II.2.1.1.7. La matière minérale

Un volume de 10ml du lait est mis dans un creuset taré et placé dans un four à moufle ou l'incinération se fait à température voisine de 450-500°C. L'incinération est poursuivie pendant 4 h (**Lecoq, 1965**).

Le résultat est calculé en appliquant la formule suivante : $MM (\%) = X / Y \cdot 100$

Avec :

MM : matière minérale.

X : Poids de l'échantillon après étuvage.

Y : poids de l'échantillon avant étuvage.

II.2.1.1.8. La matière organique

Elle est déterminée en se basant sur les résultats de la matière sèche et minérale, et en appliquant la formule suivante : $MO (\%) = MS (\%) - MM (\%)$.

Avec :

MO : matière organique.

MS : matière sèche.

MM : matière minérale.

II.2.1.1.9. Dosage des protéines par la méthode de Kjeldahl

On introduit dans un matras de minéralisation 5ml du lait et une pincée de catalyseur (sulfate de cuivre et de potassium), puis on ajout 15ml d'acide sulfurique pur ; on applique un chauffage progressif : d'abord une attaque à froid pendant 15 min jusqu'à l'apparition de vapeur blanche d'anhydride sulfurique, puis le chauffage est rendu plus énergique, attaque à chaud pendant 4 à 5 heures. Quand la solution devient limpide, elle est refroidie et complétée à 100ml avec de l'eau distillée. La distillation est réalisée dans un distillateur semi-automatique ou l'ajout de 20ml de lessive de soude à 35% dans le matras et 25% d'acide borique dans une fiole de 250ml est réalisé. Le dégagement d'ammoniac est récupéré dans une solution d'acide borique contenant l'indicateur coloré ; le réactif de Tashiro (mélange de bleu de méthylène et rouge de méthyle). L'excès d'ammoniac est alors dosé par l'acide sulfurique 0.05 N dans un titreux automatique (**NF-V 03-050, 1970**).

L'azote total est ensuite calculé selon la formule suivante : $P = C_H \cdot 2V \cdot (14/5)$ g d'azote.

Avec:

P: teneur en azote totale.

C_H : Molarité de la solution d'acide sulfurique titré (0.05N).

V : la chute de burette obtenue en ml.










Donc, la teneur en protéine du lait est égale à : $P' = P.100/15,6/L$ de lait

Avec : P' : teneur en protéine.

II.2.1.2. Examen microscopique

Pour réaliser ce test, une goutte du lait est transférée sur une lame stérile, bien étalée à l'aide d'une anse de platine, séchée à l'air ambiant puis fixée par chaleur. Après fixation, le frottis est coloré au bleu de méthylène pendant 5 minutes, est différencié rapidement à l'éthanol de fraction volumique 0.60 puis lavé à l'eau distillée, séché et examiné à l'immersion. La lecture du frottis permet de comparer les cellules observées avec celles présentées dans la figure suivante:

Figure 1 : Caractéristiques des cellules trouvées dans le lait (Joffin et Joffin, 1999).

	Monocyte et lymphocytes (« mononucléaires »)			Granulocytes (« polynucléaires »)		
Cellules normales 10 µm	Monocyte 	Petit lymphocyte 	Grand lymphocyte 	Neutrophiles 	Éosinophiles 	Basophiles 
Cellules anormales 10 µm	Monocyte lipophage 			Hématies Vue de face  Vue de profil 		

II.2.1.3. Contrôle microbiologique

II.2.1.3. 1. Préparation des dilutions

Un ml du lait, prélevé à partir de l'échantillon à analyser à l'aide d'une pipette et introduit dans un tube à essai contenant 9ml d'eau distillée stérile, ainsi s'obtient la dilution 10^{-1} . Un ml de cette dernière est prélevé et introduit dans un autre tube stérile contenant 9ml d'eau distillée stérile pour obtenir la dilution 10^{-2} . Les dilutions jusqu'à 10^{-6} sont obtenues de la même manière (Guiraud, 1998).

II.2.1.3.2. Recherche et dénombrement des flores

A. Dénombrement de la FTAM : Les ensemencements sont réalisés, en étalant en double 1 ml de la dilution 10^{-6} dans les boîtes de pétri contenant le milieu gélosé PCA préalablement coulé et solidifié. Après 24 heures d'incubation à 30°C les colonies lenticulaires sont dénombrées (Guiraud, 1998).

B. Dénombrement des coliformes totaux et thermotolérants : Ce dénombrement s'effectue sur le milieu au désoxycholate 0.1%. Deux boîtes de pétri reçoivent chacune 1ml de la dilution 10^{-3} sous forme de gouttelettes. Le milieu fondu et refroidi à 45°C est coulé et mélangé (12ml) avec

l'inoculum. Après solidification, une deuxième couche (4ml) de milieu est ajoutée. L'incubation a lieu pendant 24 heures à 37°C pour les coliformes totaux. Pour les coliformes thermotolérants, les mêmes manipulations sont effectuées sauf que la dilution utilisée est 10^{-2} et l'incubation est conduite à 44°C pendant 24 à 48 H. après cette période d'incubation, toutes les colonies rouges ou roses sont dénombrées (Guiraud, 1998).

C. Dénombrement de la flore lactique : Les bactéries lactiques sont dénombrées en ensemençant deux boîtes de pétri contenant la gélose MRS préalablement coulées et séchées par 1ml de la dilution 10^{-4} . Après incubation à 35°C pendant 24H, les colonies de petites tailles, translucides et blanches sont dénombrées (Guiraud, 1998).

D. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus* : La recherche de ce germe se fait au préalable par un enrichissement sur milieu liquide, pour se faire on ensemence 1ml du lait cru dans 10ml du milieu Giolitti Cantoni et on incube à 37°C pendant 24H. Le noircissement du bouillon témoigne une présence probable des staphylocoques (Guiraud, 1998).

E. Recherche de *Salmonella* : Pour la recherche de ces germes, deux tubes contenant 9ml d'eau peptonée alcaline sont ensemencés par 1ml du lait, les tubes sont ensuite incubés à 37°C pendant 24H. Après cette période d'incubation, chaque tube présentant un trouble est soumis à une observation microscopique et un isolement sur la gélose Hektoen. Après incubation de la gélose, les colonies suspectes sont soumises à une coloration de Gram et au test uréase (Guiraud, 1998).

F. Recherche et dénombrement de la flore indologène : La recherche est réalisée en ensemençant 1ml du lait dans 9ml de milieu eau peptonée exempte d'indole. Après 48 heures d'incubation à 44°C, la production d'indole est recherchée par le réactif de Kovacs (apparition d'anneau rouge) (Guiraud, 1998).

II.2.2. Fabrication et contrôle du beurre

La préparation du beurre traditionnel consiste à introduire le lait cru dans un récipient propre et laisser dans un endroit tiède pour favoriser sa coagulation spontanée (photo 4).



Photo 4 : Ecrémage spontané du lait cru.

Matériel et Méthodes

Après 1 jour, le produit obtenu appelé Raib est baratté dans une baratte électrique. Après 2 heures de barattage, on observe le rassemblement des grains de beurre (photo 5).



Photo 5 : Barattage de la crème.

Le beurre est récupéré à l'aide d'une cuillère propre (photo 6). Le liquide qui s'exsude est appelé Lben. Alors que le beurre industriel nécessite une technologie plus complexe, mais leur contrôle est similaire, et qui engendre un contrôle microbiologique, physicochimique et organoleptique.



Photo 6 : Grains de beurre.

Le diagramme suivant illustre les différentes étapes de la fabrication du beurre traditionnel à la ferme :

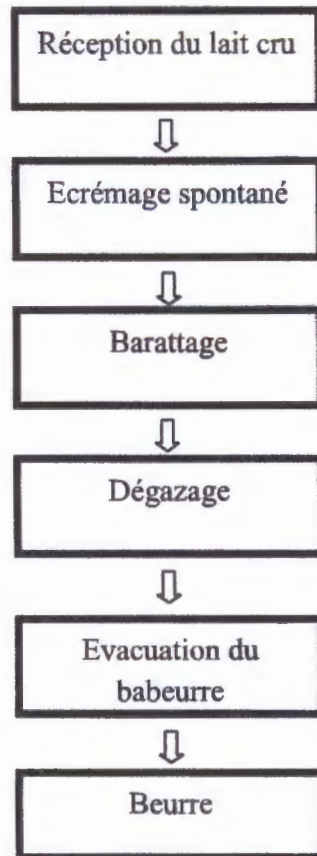


Figure 2 : Diagramme de fabrication du beurre traditionnel à la ferme.

II.2.2.1. Contrôle microbiologique

II.2.2.1.1. Préparation des dilutions : L'échantillon du beurre est fragmenté à l'aide d'un couteau stérile et 2.5g sont placés dans un tube à essai avec 2.1ml d'une solution de Ringer et incubés à 45°C jusqu'à fusion.

Le contenu du tube est ensuite centrifugé pendant 1-10 minutes à 2000-3500 t/min. Un ml de la phase aqueuse (phase intermédiaire) est prélevé à l'aide d'une pipette et introduit dans un tube à essai contenant 9ml d'eau physiologique stérile, ainsi s'obtient la dilution 10^{-2} . Un ml de cette dernière est prélevé et introduit dans un autre tube stérile contenant 9ml d'eau physiologique stérile pour obtenir la dilution 10^{-3} . Les dilutions de 10^{-4} sont obtenues de la même manière (Guiraud et Galzy, 1980).

II.2.2.1.2. Recherche et dénombrement des flores

A. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM) : La gélose PCA coulée et solidifiée estensemencée par étalement par 1ml de la dilution 10^{-4} . Le dénombrement est réalisé 3 jours d'incubation à 30°C (Guiraud, 1998).

B. Dénombrement des coliformes : Pour se faire deux boîtes de pétries reçoivent chacune 1ml de la dilution 10^{-3} sous forme de gouttelettes. Le milieu au désoxycholate 0.1% fondu et refroidi à 45°C est coulé et mélangé (12ml) avec l'inoculum. Après solidification, une deuxième couche 4ml de milieu est rajoutée. L'incubation a lieu pendant 24 heures à 37°C pour les coliformes totaux (Guiraud, 1998).

Pour le dénombrement de coliformes thermotolérants les mêmes opérations sont effectuées sauf que la dilution utilisée est de 10^{-2} et l'incubation est faite à 44°C pendant 48H.

C. Dénombrement de la flore lactique : Pour réaliser cette manipulation, 1ml de la dilution 10^{-3} est ensemencé en double en surface de la gélose MRS préalablement coulée et séchée, puis incubées à 37°C pendant 24H (Guiraud, 1998).

D. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus* : La recherche et le dénombrement de ce germe sont précédés par un enrichissement. Pour cela, 10ml de milieu Giolitti Cantoni est ensemencé par 1g de beurre, l'incubation menée à 37°C pendant 24H.

Pour les tubes présentant un noircissement, 0.1ml de milieu d'enrichissement est étalé à la surface du milieu de Baird Parker. L'incubation est conduite pendant 24 - 48H à 37°C. Sur ce milieu, les colonies du *Staphylococcus aureus* apparaissent sous forme de colonies noires, convexes, brillantes et entourées d'un halo d'éclaircissement due à l'hydrolyse des protéines de l'œuf (Guiraud, 1998).

E. Recherche des indologènes : Des tubes contenant de l'eau peptonée exempte d'indole sont ensemencés par 1ml de la dilution 10^{-3} puis incubés 3 jours à 30°C. après incubation, on révèle la production d'indole par ajout de quelques gouttes de réactif de Kovacs (Guiraud, 1998).

F. Dénombrement de la flore fongique : Pour réaliser ce test, on ensemence deux boîtes de pétri contenant la gélose OGA par 1ml de la dilution 10^{-2} . Cette flore est dénombrée après 24H à 72H d'incubation à température ambiante (Guiraud, 1998).

G. Dénombrement des germes lipolytiques : Pour le dénombrement de cette flore deux boîtes de pétri contenant la gélose PCA additionnée de 5% de la phase grasse stérilisée du beurre sont ensemencées chacune par 1ml de la dilution 10^{-3} par étalement, puis incubées à 30°C pendant 3-5 jours. La révélation se fait en inondant les boîtes par une solution saturée de sulfate de cuivre et en rejetant le réactif au bout de 15 min de contact ensuite la surface de la gélose est rincée soigneusement. La lipolyse fait apparaître autour des colonies des zones bleues-vertes dues à la formation du sel de cuivre insolubles des acides gras libérés (Bourgeois et Leveau, 1991).

H. Dénombrement de la flore psychrophile : Pour la mise en évidence de cette flore, deux boîtes de pétri, contenant la gélose PCA préalablement coulée et séchée ont été ensemencées par 1ml de la dilution 10^{-3} puis incubées à 6°C pendant 7 à 10 jours. Les colonies qui apparaissent en été dénombrées (Guiraud, 1998).

I. Recherche et dénombrement de la flore caséinolytique : La recherche consiste en un ensemencement en surface de deux boîtes de pétri contenant la gélose PCA additionnée de 5% du lait écrémé stérilisé, par 1ml de la dilution 10^{-3} . Les deux boîtes ont été incubées à 30°C pendant 2 à 3 jours. Les colonies de la flore recherchée apparaissent entourées d'une zone d'éclaircissement due à une dégradation de protéines (Guiraud, 1998).

J. Recherche de *Salmonella* : Cette recherche a été précédée par un pré-enrichissement par ensemencement de 1g de beurre dans 9ml du milieu eau peptonée tamponnée et incubé à 37°C pendant 24H. La présence probable de salmonelles se traduit par un trouble dans le milieu. Les tubes présentant un trouble font l'objet d'un repiquage par épuisement sur gélose Hecktoen (Guiraud, 1998).

II. 2.2.2. Contrôle physico-chimique

II. 2.2.2.1. Détermination du point de solidification

Pour la détermination du point de solidification, les échantillons sont fondus au Bain-Marie tiède puis mis à la réfrigération. La température de solidification est mesurée en plongeant le thermomètre dans l'échantillon après qu'il se prenne en masse (Trémolières et al., 1984).

II. 2.2.2.2. Détermination du point de fusion

Pour déterminer le point de fusion, un poids connu du beurre est placé dans un bécher, abandonné pendant quelque temps au réfrigérateur jusqu'à solidification, puis il est porté au bain marie tiède, où la température de fusion est déterminée à l'aide d'un thermomètre (Trémolières et al., 1984).

II. 2.2.2.3. Recherche du glycérol

Elle est effectuée en introduisant dans deux tubes à essai une goutte de chaque beurre, 3ml de NaOH 5% dans l'alcool et 0.5ml de CuSO_4 . L'apparition d'une couleur bleue verte témoigne de la présence du glycérol (Lecoq, 1965).

II. 2.2.2.4. Détermination du taux d'humidité

Pour déterminer l'humidité, 10g de chaque échantillon sont placés dans des creusets séchés et tarés préalablement puis portés dans un four à 120°C et la pesée est réalisée à intervalle défini jusqu'au poids constant (Berger et al., 2004).

Le taux d'humidité est calculé comme suit : $H\% = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_1 - m_0$

Avec :

m_0 : masse en gramme du creuset vide.

m_1 : masse en gramme du creuset et de la portion à tester avant chauffage.

m_2 : masse en gramme du creuset et du résidu après chauffage.

II. 2.2.2.5. Détermination du taux d'impuretés

Pour déterminer le taux des impuretés, on traite 2g de chaque échantillon de beurre par un excès d'éther de pétrole suivi d'une filtration. Le filtre et le résidu sont ensuite lavés avec le même solvant, le résidu est séché à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ puis pesé (Berger et al., 2004).

La teneur en impuretés insolubles est exprimée comme suit : $\text{Impuretés (\%)} = (M_2 - M_1) \cdot 100 / M_0$

Avec :

M_0 : masse en gramme de la prise d'essai.

M_1 : masse en gramme du creuset filtrant une fois séché à l'étuve.

M_2 : masse en gramme du creuset filtrant et du résidu sec.

II. 2.2.2.6. Détermination de l'indice d'acide

Pour le déterminer, on introduit 2g de chaque échantillon de beurre dans un erlenmeyer puis additionnés de 20ml de solvant isobutanol, 20ml de potasse alcoolique et à la fin 3 gouttes de la solution de phénol phthaléine. Le dosage est réalisé à l'aide de l'acide chlorhydrique 0.5N jusqu'au virage de l'indicateur à l'incolore, (le témoin est réalisé de la même manière mais il est sans matière grasse) (Lecoq, 1965).

Le résultat est exprimé par la relation suivante : $I_a = (V_{\text{HCl témoin}} - V_{\text{HCl essai}}) N_{\text{HCl}} PM_{\text{KOH}} / P$

Avec :

P : prise d'essai (g).

$PM_{\text{KOH}} = 56.1 \text{ g/mole}$.

$N_{\text{HCL}} = 0.5 \text{ N}$.

II. 2.2.2.7. Détermination de l'indice de saponification

Pour la détermination de cet indice, 2g de chaque échantillon de beurre sont introduits dans une fiole de 250ml et additionnés de 25ml de potasse alcoolique. Le mélange est agité pour dissoudre la prise d'essai puis porté à l'ébullition au bain-marie bouillant pendant 30min et en agitant de temps à autre. Ensuite, 3 gouttes de phénol phtaléine sont ajoutées. Le dosage est réalisé à chaud avec l'acide chlorhydrique 0.5N jusqu'au virage de l'indicateur à l'incolore. Le témoin est réalisé de la même manière mais sans matière grasse (Lecoq, 1965).

L'indice de saponification est donné comme suit : $I_s = (V_{\text{HCl témoin}} - V_{\text{HCl essai}}) N_{\text{HCl}} PM_{\text{KOH}} / P$

Avec:

P : prise d'essai (g).

$PM_{\text{KOH}} = 56.1 \text{ g/mole}$.

$N_{\text{HCL}} = 0.5 \text{ N}$.

II. 2.2.2.8. Détermination de l'indice de peroxyde

Pour la détermination de cet indice, 1g de chaque échantillon de beurre est introduit dans un erlenmeyer additionné de 10ml de chloroforme puis agité pour dissoudre, 15ml d'acide acétique, 1ml d'iodure de potassium sont ensuite ajoutés et le mélange est agité pendant 1min. L'erlenmeyer est enfin bouché et laissé à l'abri de la lumière à température ambiante pendant 5min. 60ml d'eau distillées sont ajoutées au mélange précédant et une agitation vigoureuse est nécessaire. Après l'ajout de 3 à 5 gouttes d'empois d'amidon, le dosage est réalisé avec le thiosulfate de sodium 0.002N (le témoin est réalisé de la même manière sans matière grasse) (Lecoq, 1965).

L'indice de peroxyde est calculé comme suit : $I_p = (V_{\text{blanc}} - V_{\text{essai}}) 80/5P$

Avec :

V : volume de thiosulfate de sodium (ml).

P : prise d'essai (g).

L'indice de peroxyde est souvent exprimé en ml mole/ kg ou en ml éq d'oxygène actif /kg de corps gras :

$IP = (\text{ml mole/kg}) = 1/16.IP (\mu\text{g/g}).$

$IP = (\text{ml éq /kg}) = 1/8.IP (\mu\text{g/g}).$

II. 2.2.2.9. Détermination de la teneur en protéines par la méthode de Kjeldahl

Selon (NF-V 04-407, 2002), on applique le même protocole de détermination de la teneur en protéines du lait.

L'azote total est ensuite calculé selon la formule suivante : $\text{Azote total (\%)} = \frac{(V_E - V_B) T \cdot 0.014 \cdot 100}{M}$

Avec :

M

V_B : volume d'acide versé pour le blanc (ml).

V_E : volume d'acide versé pour l'échantillon (ml).

T : titre de l'acide sulfurique (0,5 mol/l).

M : prise d'essai de l'échantillon (2g).

La teneur en protéines brutes du produit est obtenue en multipliant la valeur obtenue lors de la détermination de la teneur en azote par le facteur conventionnel 6,38 pour les produits laitiers.

$\text{Taux de protéines brutes (\%)} = N \text{ total (\%)} \cdot 6.38$

II. 2.2.2.10. Détermination de la teneur en lipides

Principe

Selon la méthode (Iso 659/1998), l'extraction de la matière grasse total (MGT) effectuée par les solvants organiques (Hexane, éther de pétrole, chloroforme) a été réalisée avec trois temps d'extraction (4h, 6h et 8h) par un appareil de type Soxhlet. Après évaporation de solvant, le taux de

matière grasse brute est déterminé gravimétriquement selon la méthode directe qui consiste à peser l'huile obtenue directement après évaporation du solvant organique.

Mode opératoire :

- Placer, dans l'appareil à extraction la cartouche contenant la prise d'essai (20g de beurre).
- Verser dans le ballon la quantité nécessaire (150ml) de solvant (Hexane, éther de pétrole ou chloroforme).
- Adapter le ballon à l'appareil à extraction sur le bain à chauffage électrique.
- Après une extraction d'une durée de 8 h, 6h ou 4h, éteindre l'appareil et laisser refroidir.
- Eliminer le solvant par évaporation dans un rotavapeur et peser le ballon contenant le résidu huileux.

Le taux de la matière grasse est calculé par la formule suivante : $MG (\%) = \frac{P1 - P2}{ME} \times 100$

Avec :

ME

P2 : poids du ballon vide.

P1 : poids du ballon après évaporation.

ME : masse de la prise d'essai.

MG : taux de la matière grasse.

100: pour le pourcentage.

II. 2.2.3. Contrôle organoleptique

L'analyse sensorielle repose sur la dégustation des produits et sur l'analyse des réponses sensorielles données par les dégustateurs (**Raoux, 1998**).

Dans notre cas, nous avons fait appel à la méthode du profil sensoriel pour décrire les échantillons de façon exhaustive. Il s'agit d'une analyse multidimensionnelle où le produit est évalué grâce à plusieurs attributs.

Le nombre de dégustateurs requis pour cette analyse est de 5 personnes entraînées.

La fiche de dégustation se compose d'un profil de l'ensemble des attributs examinés et d'un barème de notation de la qualité globale. Cette fiche permet aux dégustateurs d'exprimer d'une manière spontanée l'intensité avec laquelle ils perçoivent chaque attribut. Les attributs sont évalués sur une échelle structurée allant de zéro à cinq.

Les échantillons doivent être codés et présentés de façon homogène (température (18°C), quantité (10g) récipient en verre). Ils doivent être aussi découpées de même taille et placées au réfrigérateur à la température de 7°C une heure avant la dégustation (**Raoux, 1998**).

Avant la dégustation, les beurres doivent être déballés et regroupés dans la même salle à 18- 20°C pendant 2H environ, la température du beurre au moment de l'examen doit être autant que possible voisine de 12 à 14°C (**Mocquot, 1969**).

Résultats
et discussion

III. Résultats et Discussion

III.1. Contrôle du lait cru

III.1.1. Examen microscopique

Le lait normal contient moins de 5.10^5 cellules somatiques/ml. Leur origine est double: sanguine (leucocytes et hématies) et mammaire (cellules épithéliales) (Guiraud, 1998).

Pour nos échantillons, nous avons observé une absence voir une faible présence des différentes cellules somatique, parmi ces dernières on observe notamment : des grosses monocytes, des petites et grosse lymphocytes, et des neutrophiles. Ces résultats peuvent être expliqués par : le traitement des vaches par des antibiotiques.

Cependant, nous avons remarqué qu'il y a une présence considérable des cellules bactériennes dans l'échantillon du lait étudié.

Quand le taux de cellules somatiques est élevé ($> 10^6$ /ml), on peut observer des inconvénients technologiques tels que : le défaut de stabilité à la chaleur, le retard de croissance des bactéries lactiques utilisés comme levains....etc. Alors, la faible présence des cellules somatiques a l'avantage de prévenir les inconvénients cités au préalable (Laurent, 1965).

Selon Cauty et Perreau (2003), ces éléments sont le témoin d'une infection mammaire puisqu'il s'agit des globules blancs de sang (leucocytes) qui ont servi à assurer la protection de la mamelle contre les infections. Toutefois, même en absence d'infections ce taux ne sera jamais nul car étant l'irrigation sanguine très importante de la mamelle, il est normal que le lait compte des leucocytes.

III.1.2. Recherche et dénombrement des flores

Les valeurs estimées pour l'analyse microbiologique du lait cru sont représentées par le tableau 8.

Tableau 8 : Résultats des analyses microbiologiques du lait cru.

Flore (UFC/ml)	Lait cru	
	Moyenne	Norme
FTAM	Ind	3.10^5 UFC/ml (AFNOR, 1985)
CT	178.10^3	10^2 UFC/ml (Journal officiel, 1998)
CTT	30.10^2	3.10^3 UFC/ml (Journal officiel, 1998)
Flore indologène	Abs	
Flore lactique	$1.5.10^4$	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Absence
<i>Salmonella</i>	Abs	Absence (AFNOR)

Ind : Indénombrable ; Abs : Absence.

III.1.2.1. Dénombrement de la FTAM

D'après **Guiraud (1998)**, le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale reflète la qualité microbiologique générale d'un produit naturel. Cette flore représente un taux indécombrable dans l'échantillon du lait analysé (tableau 9). Selon **le Journal Algérien N°35** et **AFNOR (1985)** qui fixent ce taux à 3.10^5 UFC/ml pour une qualité satisfaisante et 10^6 UFC/ml pour une qualité acceptable, notre résultat dépasse les deux normes.

L'échantillon du lait cru analysé, révèle un manque de respect des bonnes pratiques de production et du stockage du lait de la traite du soir , qui va ensuite être mélangé avec le lait de la traite du lendemain matin, et au niveau de la multitude des transvasements (**Amhourri, 1998**). Selon (**Guinot et al., 1995**), la FTAM est considérée comme un facteur déterminant la durée de conservation du lait frais.

Une flore mésophile nombreuse peut indiquer que le processus d'altération est bien engagé ou que la présence de pathogènes est probable. Le plus souvent cette flore n'est pas pathogène car elle est constituée de la flore naturelle des matières premières (**Jeantet et al., 2006**).

III.1.2.2. Dénombrement des coliformes totaux et thermotolérants

Le dénombrement des coliformes a longtemps été considéré comme un bon indice de contamination fécale. Pour notre échantillon de lait nous avons enregistré 178.10^3 UFC/ml pour les CT, et 30.10^2 UFC/ml pour les CTT (tableau 9).

Donc, selon **Guiraud (1998)** qui fixe le nombre des CT à 10^2 UFC/ml et **le Journal Officiel N°35 du 27 Mai 1998** qui fixe la norme de CTT à 3.10^3 UFC/ml pour une qualité satisfaisante, les résultats obtenus sont supérieures à la norme pour les CT, acceptables pour les CTT.

Le dénombrement des coliformes dans le lait permet la mise en évidence d'une pollution fécale (**Devauchelle, 1981**) et donc la possibilité d'une contamination par des entérobactéries pathogènes (**Guiraud, 1998**). Ainsi elles sont même un facteur de mauvaise conservation ou d'accidents de fabrication (**Guiraud et Galzy, 1980**).

Les coliformes sont des témoins de mauvaises conditions hygiéniques pendant ou après la transformation du produit. Ceci est purement la résultante d'une situation de négligence des plus simples règles d'hygiène dans certaines exploitations tel que: le lavage du pis avant et après la traite. La présence de coliformes fécaux signe le plus souvent une contamination exogène d'origine fécale. La traite manuelle augmente les possibilités de contamination du lait, en accroissant la surface de contact entre le lait et les microorganismes du milieu ambiant, surtout lorsque ce dernier est souillé.

L'acidité naturelle est relativement constante mais son augmentation est un indice d'un lait anormal, par contre l'acidité titrable ne donne pas toutes les informations sur la qualité du lait (Vignola, 2002).

Selon Amiot (2002), les bactéries lactiques en se développant, vont former de l'acide lactique par fermentation de lactose. Cette nouvelle acidité qui s'ajoute à l'acidité naturelle est appelée acidité développée, elle caractérise un lait en voie d'altération ce qui semble être le cas pour notre échantillon (Mathieu, 1998).

En effet, le lait de vache en début de lactation (période coïncidant avec notre étude) présente une acidité titrable de 19°D à 20°D (Mathieu, 1998). L'étude réalisée par Aggad *et al.*, (2009) dans l'Ouest Algérien, a donné lieu à des acidités titrables des laits de mélange du même ordre de grandeur que la notre. Selon ces mêmes auteurs, ces similarités peuvent être liées au climat, au stade de lactation, à la saison (même période d'étude) et à la conduite d'élevage notamment l'alimentation et l'apport hydrique.

III.1.3.3. Détermination du taux butyreux (TB)

Les résultats rapportés dans le tableau 9, montrent que la valeur moyenne du TB du lait analysé est de $2.35 \pm 0.21\%$. Selon le CACQE la valeur de TB est $\geq 3.4\%$. Les normes FIL-AFNOR tolèrent des valeurs se situant entre 34 à 36 g/l. Donc, nous constatons que le résultat enregistré par notre échantillon est inférieur aux normes précitées. D'autre-part, notre résultat est inférieur aux taux butyreux moyens rapportés par Boualem et Cheurfa (2006), dans une laiterie à Sétif (33g/l) et à l'ORELAIT de Constantine (36g/l).

Selon Adrian *et al.*, (1981), les lipides du lait proviennent essentiellement des modifications des acides gras alimentaires effectuées dans le rumen et la glande mammaire. Le taux butyreux varie en fonction de plusieurs facteurs :

Selon Bocquier et Caja (2001), le niveau de l'alimentation est le principal facteur agissant sur la composition du lait des ruminants. Ainsi, le taux butyreux est parmi les solides du lait, l'élément qui est le plus fortement et le plus rapidement modifiable par l'alimentation (Hoden et Coulon, 1991). Le stade de lactation est aussi un facteur de variation majeur de la composition chimique du lait (Schulitz *et al.*, 1990 ; Coulon et Remaud, 1991). Ainsi, la matière grasse est élevée en début de lactation, chute jusqu'au minimum au deuxième mois de lactation et ré-augmente rapidement dans les trois derniers mois.

La race, la sécrétion hormonale, l'âge, la température, la durée d'éclairage (Favier et Dorsainvil, 1985), le système d'élevage, la traite (c'est pourquoi la définition légale du lait précise que le lait est un produit de traite intégrale), et les techniques de traite (Manfredini et Massari, 1989), sont autant de facteurs qui se rajoutent aux premiers (alimentation, stade de lactation,...) et qui ont une

influence sur le taux butyreux (et sur la composition globale du lait) et sont couramment utilisés pour expliquer les variations du taux butyreux du lait.

En outre, le taux butyreux contribue à la qualité gustative du beurre (Cauty et Perreau, 2009). Aussi des valeurs basses du taux butyreux, peuvent être dues à un écrémage frauduleux du lait ou bien à une traite incomplète des vaches. En effet, selon Coulon et Hoden (1991) cités par Yennek (2010), le niveau du taux butyreux augmente de 1 à 10g/l entre le début et la fin de traite. Selon Srairi et al., (2005), le taux butyreux semble le plus variable des caractéristiques physico-chimiques du lait au égard à sa très forte corrélation à la teneur en fourrages et à la nature des fibres des concentrés utilisés dans les rations pour vaches laitières. Une alimentation riche en cellulose à l'origine d'acide acétique favorise le taux butyreux (Cauty et Perreau, 2009).

La race des vaches est un facteur influe d'une manière significative le taux butyreux. Selon les données recueillies auprès de la **direction des services agricole de Constantine (2011)**, la race pie noire représente près de 80% du cheptel bovin dans le constantinois, l'enquête menée par Abdeldjalil (2005) sur la structure génétique des troupeaux confirme la prédominance des races modernes, notamment la frisonne Pie Noire et la Holstein. La race Pie noire est connue pour sa forte production laitière, cependant son lait présente de faibles taux butyreux et protéique (Froc et al., 1988).

III.1.3.4. Densité

La valeur moyenne de la densité de l'échantillon du lait cru est de 1080 (tableau 9). On constate alors que cette valeur est supérieure à celle rapportée par le CACQE qui est de 1030-1034. D'après Alais (1984), cette densité avoisine 1032 pour les laits de mélange. Sa mesure à elle seule ne permet pas toujours la détection des fraudes dans la mesure où on peut combiner l'écémage et le mouillage et avoir une densité normale.

Selon Laurent (1992), pour une même espèce, la densité n'est pas constante, elle dépend de la richesse du lait en éléments dissous et en suspension, ainsi que de la teneur en matière grasse. Elle varie aussi en fonction de la température.

Selon Vignola (2002), plus un lait ou un produit laitier contient un pourcentage élevé en MG plus sa densité sera basse. En dehors de tout mouillage du lait, la densité d'un lait varie selon sa richesse en matière sèche, et est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. Ainsi, l'écémage du lait conduit à une élévation de sa densité (Luquet, 1985).

Hassainya et al., (2006) montrent que généralement la densité du lait est maximale au printemps et minimale en automne, cette variation peut être expliquée par le phénomène de mouillage pendant la saison de basse production.

III.1.3.5. Epreuve de la réductase microbienne

Tableau 10 : Interprétation des résultats de l'épreuve de la réductase (Joffin et Joffin, 1999).

Temps au bout du quel il y a décoloration		
T	E1	E2
Plus de 3 h	Entre 1 heure et 3 heures	Entre 1 heure et 3 heures

T : Tube témoin ; E : Essai

La plupart des bactéries se multipliant dans le lait sont capables grâce à l'action de leur réductase d'abaisser le potentiel d'oxydoréduction jusqu'à décoloration d'un indicateur redox (Guiraud et Galzy, 1980). En pratique, on utilise le test épreuve de la réductase (l'indicateur est le bleu de méthylène) pour évaluer la contamination initiale du lait. Plus le lait est contaminé, plus la décoloration est rapide (Joffin et Joffin, 1999).

Les résultats du tableau 10, montrent que notre échantillon du lait avait un temps de décoloration entre 1h et 3h. Nous remarquons alors que le lait analysé est légèrement contaminé.

III.1.3.6. Epreuve de stabilité à l'ébullition

D'après nos résultats, il y a une absence de floculation ou coagulation du lait analysé. Donc, le lait est stable à la chaleur. Mais cela ne signifie pas qu'il est de bonne qualité microbiologique. Selon Guiraud et Galzy (1980), lorsque l'acidité du lait dépasse 21°D, la coagulation débute et à 28°D le lait prend en masse. Donc l'acidité de notre lait analysé n'est pas suffisante pour le coaguler.

Le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100.5°C (Ghaoues, 2011). C'est ainsi que l'acide lactique produit par la fermentation lactique, en faisant baisser le pH et provoque une déstabilisation progressive de la dispersion micellaire, ce qui rend le lait de moins en moins stable aux traitements thermiques et peut entraîner sa coagulation même à température ambiante (Joffin et Joffin, 1999).

III.1.3.7. Détermination de la matière sèche

D'après les résultats obtenus, la valeur moyenne de matière sèche du lait cru est de 10.74 ±0.07%. D'après Wolter (1997) et Vignola (2002), la teneur en MS est située entre 125g/l (12.5%) et 135g/l (13.5%). Selon le CACQE, la norme fixée de MS est ≥ 120g/l (12%). Alors notre résultat est inférieur aux normes précitées.

Selon (Wolter, 1997), la pauvreté en MS peut être liée au facteur d'alimentation ou d'un éventuel mouillage. De plus, la teneur en protéines peut influencer la caséine.

III.1.3.8. Détermination de la matière minérale (MM)

D'après les résultats obtenus (tableau 9), la valeur moyenne de MM est de l'ordre de $7.72 \pm 1.49\%$. Notre résultat est légèrement inférieur à la norme rapportée par **Wolter, (1997)** soit de 8% et situés dans l'intervalle rapporté par **Vignola, (2002)** soit de 6g/l à 9g/l.

La composition minérale du lait est variable selon les espèces, les races, le moment de lactation et les facteurs zootechniques (**Debry, 2001**).

III.1.3.9. Détermination de la matière organique (MO)

D'après les résultats obtenus, la valeur moyenne de MO est de 3.02 %. La teneur en MO varie en fonction de la variation de MM et MS, ainsi que l'effet de l'alimentation (**Wolter, 1997**).

III.1.3.10. Dosage des protéines (TP)

D'après les résultats obtenus (tableau 9), on remarque que la valeur de TP enregistrée est de 1.43g/l. Ce résultat est trop faible par comparaison avec les valeurs rapportées par **Wolter (1997)** et **Vignola (2002)**, soit respectivement 31 à 34 g/l et 33 g/l.

D'après **Debry (2001)**, une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du TP.

Wolter, (1997) a rapporté que le régime alimentaire peut même avantager sélectivement le TP par rapport au TB. Le niveau d'approvisionnement énergétique est le principal facteur responsable de variations du taux protéique. Des rations constituées presque exclusivement d'herbage sont souvent à l'origine de taux protéique bas (**Stoll, 2002**), ceci pourrait expliquer la valeur basse du taux protéique trouvé pour notre échantillon.

III.2. Contrôle du beurre

III.2.1. Contrôle physico-chimique

III.2.1.1. Point de fusion et de solidification

Les résultats de point de fusion (Pf) et de solidification (Ps) sont représentés par la figure 3.

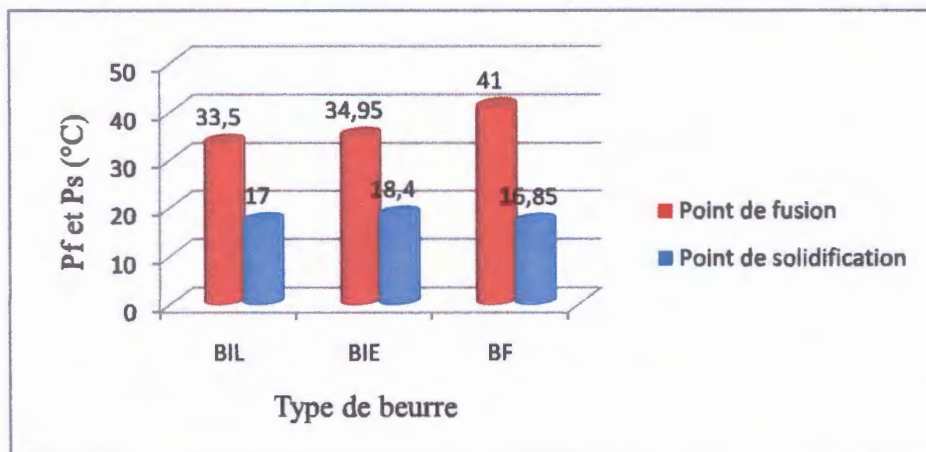


Figure 3 : Variation du point de fusion / solidification selon le type de beurre

BIL : Beurre industriel local ; BIE : Beurre industriel étranger ; BF : Beurre fermier.

D'après les résultats représentés dans la figure 2, les valeurs moyennes de point de solidification des échantillons de beurre industriel local, fermier et industriel étranger enregistrées sont respectivement de $17 \pm 1.27^\circ\text{C}$, $16.85 \pm 0.21^\circ\text{C}$ et $18.4 \pm 0.14^\circ\text{C}$.

Nous constatons que le point de solidification de beurre industriel étranger ($18.4 \pm 0.14^\circ\text{C}$) apparaît plus élevé comparativement à ceux du beurre industriel local ($17 \pm 1.27^\circ\text{C}$) et fermier ($16.85 \pm 0.21^\circ\text{C}$).

D'après les résultats obtenus dans la figure 2, les valeurs moyennes de point de fusion des échantillons de beurre industriel local, fermier et industriel étranger enregistrées sont respectivement de $33.5 \pm 0.70^\circ\text{C}$, $41 \pm 1.41^\circ\text{C}$, $34.95 \pm 2.61^\circ\text{C}$.

Nous constatons que le point de fusion du beurre fermier ($41 \pm 1.41^\circ\text{C}$) apparaît plus élevé comparativement à ceux du beurre industriel local ($33.5 \pm 0.70^\circ\text{C}$) et industriel étranger ($34.95 \pm 2.61^\circ\text{C}$).

Selon **Lecoq (1965)**, le point de solidification de beurre est compris entre 23°C et 26°C , alors que le point de fusion est compris entre 28°C et 34°C . Nous remarquons que le Pf du beurre industriel local appartient à cet intervalle.

L'intervalle de fusion dépend des conditions dans les quelles le corps gras a été solidifié (**Alain, 1992**). La température de fusion s'élève avec la longueur de la chaîne carbonée et diminue avec l'augmentation de degré d'insaturation des AG (**Alais et linden, 1997**).

III.2.1.2. Détermination du taux d'humidité

Les résultats de taux d'humidité sont représentés par la figure 4.

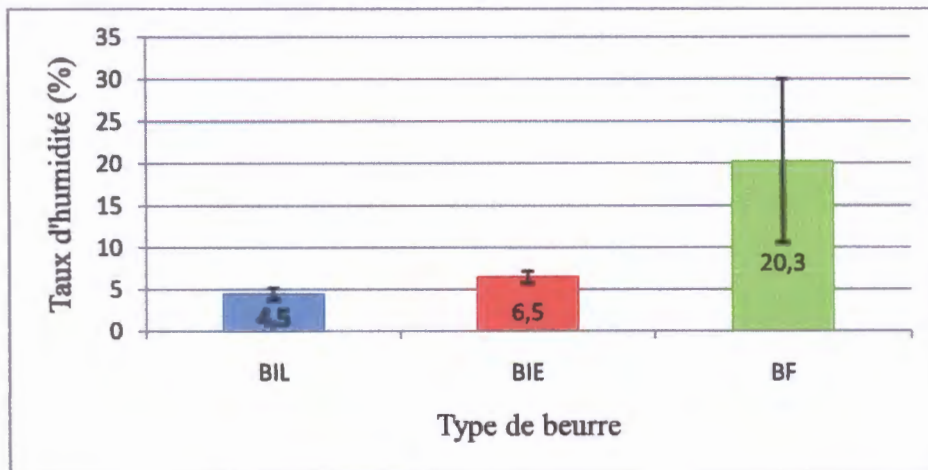


Figure 4 : Variation du taux d'humidité selon le type de beurre.

BIL : Beurre industriel local ; BIE : Beurre industriel étranger ; BF : Beurre fermier.

D'après la figure 3, nous remarquons que les valeurs moyennes d'humidité sont de $(4.5 \pm 0.70\%)$ beurre industriel local, $(6.5 \pm 0.70\%)$ beurre industriel étranger, et $(20.3 \pm 9.75\%)$ pour le beurre fermier. Nous remarquons que le taux d'humidité du beurre fermier est plus élevé par rapport à ceux du beurre industriel local et du beurre industriel étranger.

Selon la norme de *codex alimentarius* (2007) et le journal officiel de la république algérienne N°96 qui fixent la teneur en eau à 16% en maximum, nous constatons que le taux d'humidité de beurre fermier est supérieur à cette valeur, alors que ceux du beurre industriel local et industriel étranger réponds à cette norme.

III.2.1.3. Recherche du glycérol

La présence du glycérol dans le beurre est mise en évidence par l'apparition d'une couleur bleu verte (photo 7).

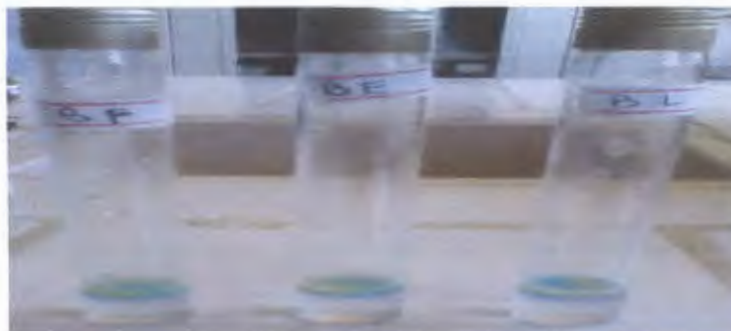


Photo 7 : Recherche du glycérol.

Résultats et Discussion

Les résultats obtenus (photo7), indiquent la présence de glycérol dans tous les échantillons de beurre étudiés, avec une même intensité de la coloration bleu-verte qui est le résultat de la formation d'un complexe entre le cuivre et les acides gras libres issus de la décomposition des glycérides en glycérol et acides gras sous l'action des lipases. On peut dire alors que les différents échantillons de beurres analysés ont le même degré de lipolyse.

III.2.1.4. Détermination de la teneur en lipides

Les résultats de la teneur en lipides sont représentés par la figure 5.

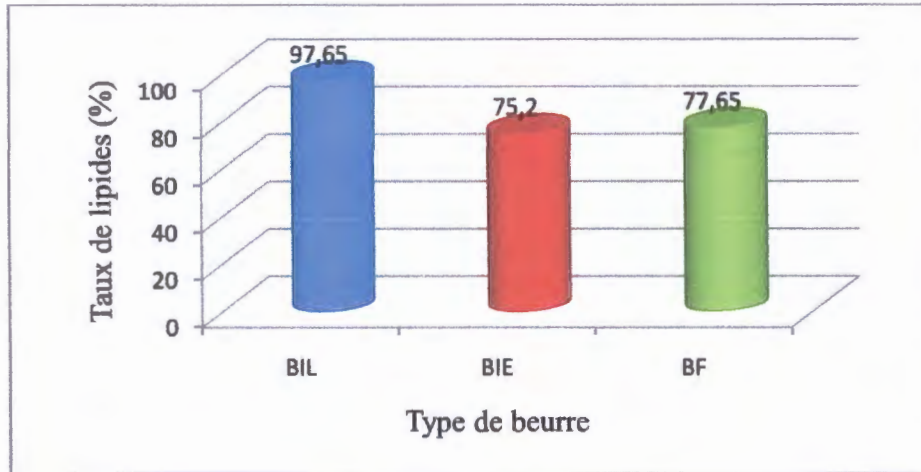


Figure 5: Variation de la teneur en lipides selon le type de beurre

BIL : Beurre industriel local ; BIE : Beurre industriel étranger ; BF : Beurre fermier.

D'après les résultats de la figure 4, nous remarquons que la teneur en matière grasse (MG) se situe entre 75.2 et 97.65 %. D'après **Le Journal Officiel de la République Algérienne N°96**, le taux de MG du beurre est au minimum 82%. Donc nos résultats montrent que le beurre fermier et industriel étranger ont un taux de MG inférieur à cette norme tandis que celui du beurre industriel local est conforme (97.65 %).

III.2.1.5. Détermination de l'indice d'acide

Les résultats de l'indice d'acide (Ia) sont représentés par la figure 6.

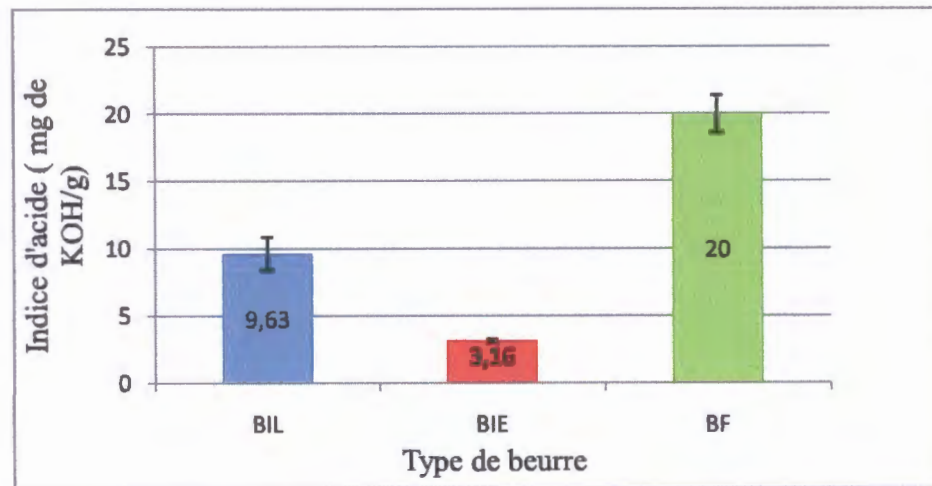


Figure 6 : Variation de l'indice d'acide selon le type de beurre

BIL : Beurre industriel local ; BIE : Beurre industriel étranger ; BF : Beurre fermier.

Nos résultats récapitulés dans la (figure 5), montrent que l'indice d'acide du beurre fermier (20 ± 1.41 mg de KOH/g) est plus élevé par comparaison avec ceux du beurre industriel local (9.63 ± 1.23 mg de KOH/g) et du beurre industriel étranger (3.16 ± 0.12 mg de KOH/g).

D'après **Lecoq (1965)**, l'indice d'acide de beurre est de 4 mg de KOH/g. Alors nos échantillons de beurre industriel local et fermier ont un Ia supérieur à cette valeur, alors que celui du beurre industriel étranger est légèrement inférieur (3.16 ± 0.12 mg de KOH/g).

Selon **Baaziz et al., (2005)**, l'indice d'acide est le reflet du contenu en acide gras libres notamment à courte chaînes, c'est-à-dire, le reflet de la lipolyse. Celle-ci est favorisée par l'humidité, la température de 10°C , et la présence de lipases. Il est intéressant de savoir que plus l'indice d'acide est bas, meilleure est la qualité du beurre.

Donc, le beurre fermier est considéré comme le plus exposé à la lipolyse puisque il a présenté le plus haut indice d'acide à cause de la présence de résidus du babeurre, ce résultat est en corrélation avec celui de l'analyse microbiologique qui a démontré la présence de germes lipolytiques et une charge importante de bactéries psychrophiles responsables d'une grande partie de lipolyse.

Le beurre industriel étranger a présenté la plus faible valeur d'indice d'acide, ceci est cohérent avec les résultats obtenus par l'analyse microbiologique.

Les MG s'altèrent par vieillissement en donnant naissance par hydrolyse à des AG (**Lecoq, 1965**).

III.2.1.6. Détermination de l'indice de saponification

Les résultats d'indice de saponification (Is) sont représentés par la figure 7.

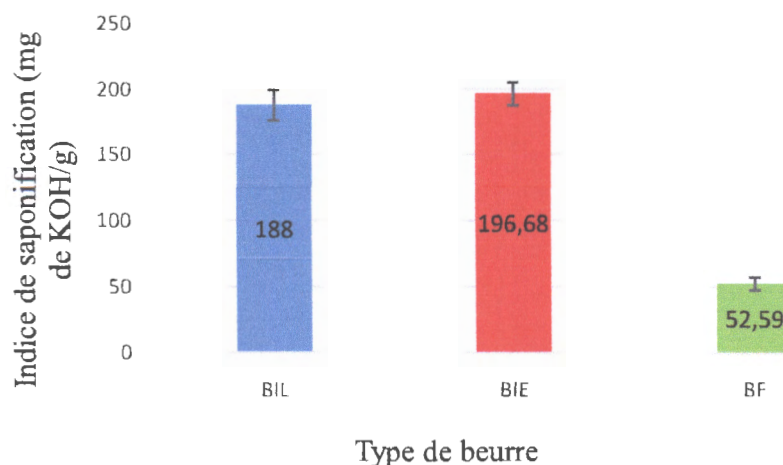


Figure 7 : Variation de l'indice de saponification selon le type de beurre

BIL : Beurre industriel local ; BIE : Beurre industriel étranger ; BF : Beurre fermier.

Nous avons enregistré dans la figure 6, que l'indice de saponification du beurre industriel étranger (196.68mg de KOH/g \pm 8.88mg de KOH/g) est plus élevé par rapport à ceux du beurre fermier (52.59mg de KOH/g \pm 4.96mg de KOH/g) et du beurre industriel local (188 \pm 11.49mg de KOH/g).

Selon **Lecoq (1965)**, l'indice de saponification peut atteindre 220 à 231 mg de KOH/g. Donc, nos résultats sont inférieurs à cet intervalle.

D'après **Adrian et al., (1998)**, l'indice de saponification rend compte de la longueur moyenne de la chaîne des AG constitutifs de l'extrait puisque sa valeur est d'autant plus élevée que les AG sont de plus faible poids moléculaire. Nos résultats suggèrent donc que les beurres analysés soient dépourvus d'une forte teneur en acides gras à courte chaîne carbonée notamment pour le beurre fermier. La variation dans Is entre les échantillons de beurre est due à la différence dans la composition en acide gras, celui-ci est influencé par : l'alimentation, le stade de lactation et la génétique.

III.2.1.7. Détermination de l'indice de peroxyde

Les résultats de l'indice de peroxyde (I_p) sont représentés par la figure 8.

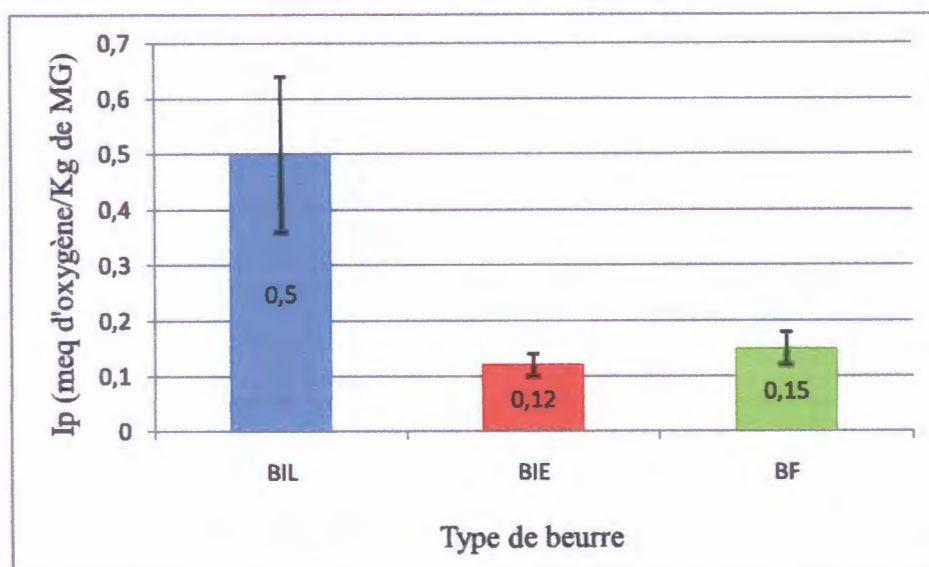


Figure 8: Variation de l'indice de peroxyde selon le type de beurre

BIL : Beurre industriel local ; BIE : Beurre industriel étranger ; BF : Beurre fermier.

Nos résultats (figure 7), montrent que le beurre industriel local avait l' I_p le plus élevé ($0.5 \pm 0.14 \text{ meq d'O}_2 \text{ actif/kg}$), suivi de celui du beurre fermier ($0.15 \pm 0.03 \text{ meq d'O}_2 \text{ actif/kg}$), puis celui du beurre industriel étranger ($0.12 \pm 0.02 \text{ meq d'O}_2 \text{ actif/kg}$).

Le journal officiel de la république algérienne N° 96 indique que l'indice de peroxyde soit au maximum 0.5 milli équivalent d' O_2 actif/kg. Donc tous les échantillons du beurre analysés sont conformes à cette norme.

L'indice de peroxyde est une détermination utile pour prévoir le comportement futur d'un corps gras stocké à température peu élevée. C'est un critère très utile et d'une sensibilité satisfaisante pour apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative (Perrin, 1992). Il indique la quantité d'AG rancie (Delmi Bouras, 2004). D'après Adrian (1998), si la quantité de peroxyde est faible ceci signifie soit que l'on se situe aux premiers stades de l'oxydation, soit que celle-ci est tellement développée que les hydro-péroxydes sont déjà décomposés et transformés en molécules de deuxième génération.

III.2.1.8. Détermination de taux d'impuretés

Les résultats de taux d'impuretés sont représentés par la figure 9.

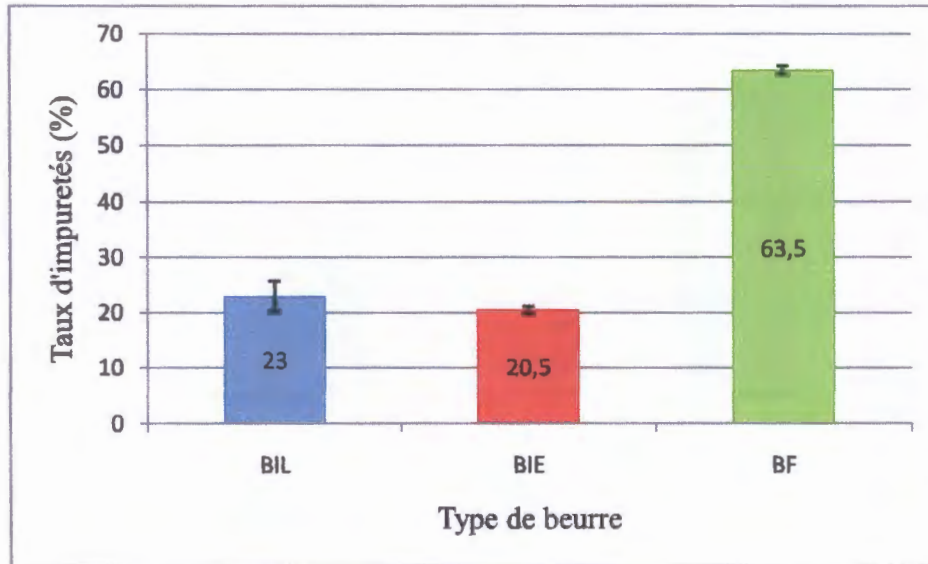


Figure 9 : Variation du taux d'impuretés selon le type de beurre

BIL : Beurre industriel local ; BIE : Beurre industriel étranger ; BF : Beurre fermier.

D'après la figure 8, Le beurre industriel étranger a enregistré le taux d'impureté le plus faible ($20.5 \pm 0.70\%$), suivie du beurre industriel local ($23 \pm 2.82\%$), puis celui du beurre fermier ($63.5 \pm 0.70\%$) qui semble le plus élevé. Selon **Alian(1992)**, dans le corps gras brute, l'ensemble de ces substances est essentiellement constitués par des éléments d'origine minérale (sables, terres, particules métalliques, oxyde métalliques provenant des conteneurs, cuves...) ou des débris végétaux ou animaux. L'ensemble de ces substances est susceptible de nuire la qualité et la conservation des corps gras.

III.2.2. Contrôle microbiologique du beurre

Les résultats de l'analyse microbiologique du beurre sont présentés dans le tableau 11

Tableau 11 : Résultats des analyses microbiologiques de différents échantillons du beurre.

Flores UFC/ml	Beurre industriel local	Beurre industriel étranger	Beurre fermier
FTAM	Ind	Ind	Ind
CT	82.10^3	10^3	10^3
CTT	Abs	Abs	Abs
Flore indologène	Abs	Abs	Abs
Flore lactique	Abs	Abs	22.10^3
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs
<i>Salmonella</i>	Abs	Abs	Abs
Flore caséinolytique	Abs	Abs	Abs
Flore lipolytique	$8.5.10^3$	5.10^3	$13.5.10^3$
Flore psychrophile	$26.5.10^3$	Abs	41.10^3
Flore fongique	236.10^2	102.10^2	Ind

Ind : Indénombrable ; Abs : Absence

III.2.2.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

D'après les résultats du tableau 11, nous observons que la FTAM est indénombrable dans tous les échantillons du beurre analysés. Selon **Guiraud et Galzy (1980)**, la norme sanitaire pour la flore totale doit être inférieure à 10^4 germes/g et d'après le **journal algérien N°35 et AFNOR (1985)** qui fixent ce taux à 3.10^5 UFC/ml, nous remarquons que nos résultats sont supérieurs aux normes. Cela peut être dû à la présence préliminaire de cette flore dans le lait, non-respect des conditions d'hygiène (porte des gants pour les manipulateurs, la méthode de tirage du beurre de la baratte).

III.2.2.2. Dénombrement des coliformes totaux (CT) et thermotolérants (CTT)

Nous avons enregistré un taux de CT de 82.10^3 UFC/ml pour le beurre industriel local et 10^3 UFC/ml pour le beurre industriel étranger et fermier (figure 11). Tandis que pour les CTT nous avons constaté une absence totale de cette flore.

Selon **Guiraud (1998)**, le nombre des CT est de 10^2 UFC/ml, donc nos échantillons de beurres analysés sont fortement contaminés.

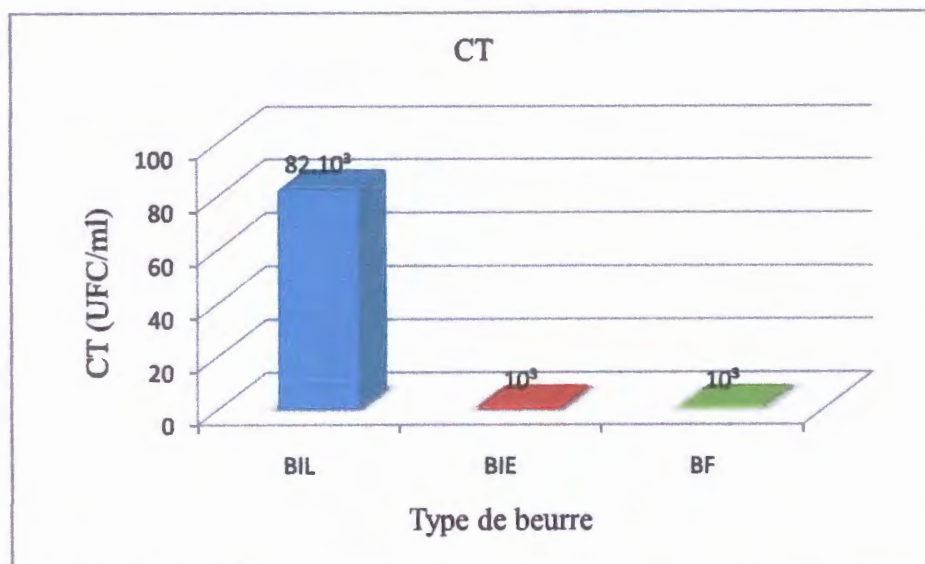


Figure 11 : Variation du nombre moyen des CT selon le type de beurre

BIL : Beurre industriel local ; BIE : Beurre industriel étranger ; BF : Beurre fermier.

D'après le **Journal Officiel N°35 du 27 Mai 1998**, la norme de CTT est de $3 \cdot 10^3$ UFC/ml pour une qualité satisfaisante, et de 10^4 UFC/ml pour une qualité acceptable. Alors nos échantillons de beurres sont conformes à cette norme. Selon **Guiraud et Rosec (2004)**, Le dénombrement de CTT est un bon indicateur sanitaire et un bon indice de contamination fécale dans de nombreux cas. Ces coliformes représentent environ 1% de flore intestinale (10^8 UFC/g de matière fécale) ne provoquent pas généralement de maladies pour l'homme adulte.

III.2.2.3. Recherche de *Staphylococcus aureus*

Les résultats du tableau 11 ont montrés l'absence de *Staphylococcus aureus* dans tous les échantillons du beurre analysés. Selon **Dehove (1989)**, le beurre doit répondre à la norme sanitaire de 10 UFC/g concernant *staphylococcus aureus*, donc tous les échantillons analysés sont conformes à cette norme.

Selon **Multon (1991)**, la contamination par *Staphylococcus aureus* peut être d'origine humaine lors de la préparation de l'aliment. Dans ce cas, les souches de *Staphylococcus aureus* peuvent provenir d'un portage sain sur la peau et les muqueuses, ou d'infection staphylococcique.

III.2.2.4. Dénombrement de la flore lipolytique

Le beurre fermier a présenté le taux le plus élevé des germes lipolytiques $13.5 \cdot 10^3$ UFC/ml suivis du beurre industriel local $8.5 \cdot 10^3$ UFC/ml, puis du beurre industriel étranger $5 \cdot 10^3$ UFC/ml (figure 12). Selon **Guiraud et Galzy (1980)**, la norme de cette flore est de 10^3 UFC/g.

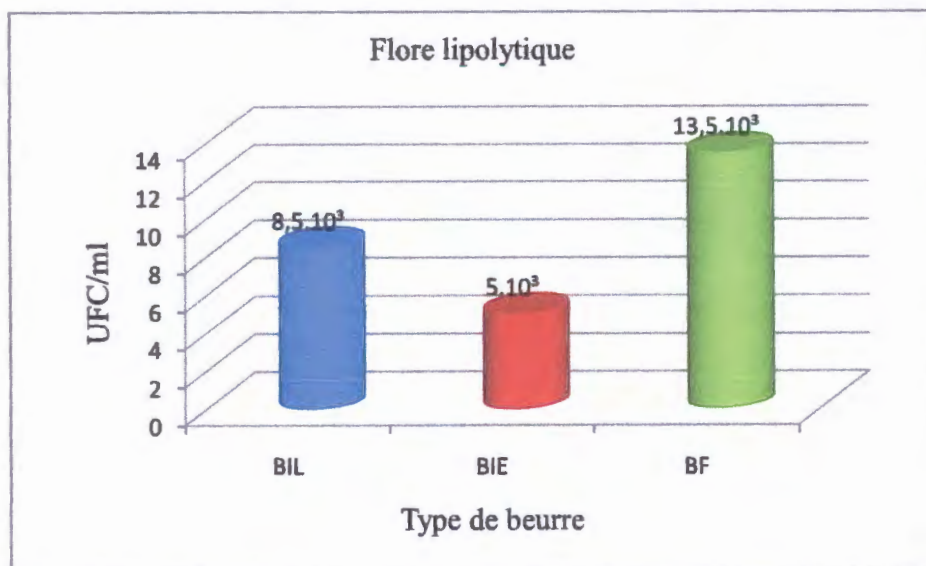


Figure 12 : Variation du nombre moyen de la flore lipolytique selon le type de beurre

BIL : Beurre industriel local ; BIE : Beurre industriel étranger ; BF : Beurre fermier.

Les bactéries lipolytiques détruisent et oxydent les matières grasses, entraînant le rancissement du beurre (Guiraud et Galzy, 1980). Selon Bourgeois et Leveau (1991), les bactéries lipolytiques sont des bactéries douées d'activité lipolytique responsables le plus souvent dans le beurre d'apparition d'odeurs de rance (rancissement). Le rancissement est lié à l'apparition de composés d'odeurs désagréables (acides, aldéhydes, cétones) issus de l'hydrolyse de la matière lipidique par le biais de lipases bactériennes. La capacité de conservation des beurres dépend directement de leur concentration en germes lipolytiques. Pour cela, le beurre fermier est le plus sujet à un rancissement précoce par rapport aux autres beurres (local et étranger).

III.2.2.5. Dénombrement de la flore psychrophile

Nos résultats (tableau 11) montrent que le nombre de la flore psychrophile dans nos échantillons de beurre varie entre une valeur minimale pour le beurre industriel local $26,5 \cdot 10^3$ UFC/ml et une valeur maximale pour le beurre fermier $41 \cdot 10^3$ UFC/ml avec une absence totale de ces germes dans le beurre industriel étranger.

Selon (Guiraud, 1998), les bactéries psychrophiles sont responsables de décoloration anormales et de mauvais goûts dans le beurre à cause de stockage au froid.

D'après Guiraud et Galzy (1980), la norme sanitaire de cette flore est de 10^3 UFC/g, donc le beurre local et fermier présentent une forte contamination. En revanche il y'avait une absence totale de contamination dans le beurre étranger.

Selon Auclair (1970) cité par Thomas (1973), un produit laitier de bonne qualité bactériologique ne présente pas une grande augmentation de psychrotrophes quand il est maintenu à $3-5^\circ\text{C}$ pendant 3 jours. Par contre, un produit fortement contaminé développe des charges bactériennes en cette

flore allant de 3.10^4 à 10^6 germes/ml sous les mêmes conditions de stockage. Ainsi, une durée de stockage acceptable dépend du degré initial de contamination du produit laitier et elle est en particulier limitée par la croissance de **psychrotrophes**, capables de se multiplier activement aux températures de réfrigération (**Bloquel et Veillet Poncet, 1980**).

En outre, **Vassal et Auclair (1966)** ; **Mourgues et al., (1967)** cités par **Richard (1983)**, montrent que cette flore est essentiellement composée de bactéries à Gram négatif est productrice de lipases et de protéases jugées responsables des défauts de goût du beurre.

III.2.2.6. Dénombrement de la flore caséinolytique

Nos résultats (tableau 11) montrent une absence des germes caséinolytiques après l'analyse de différents échantillons du beurre. D'après **Guiraud et Galzy (1980)**, le nombre de la flore caséinolytique soit de 10^3 UFC/g.

III.2.2.7. Recherche de *Salmonella*

Les tubes d'eau peptonnée alcaline utilisés pour la recherche de *Salmonella* n'ont pas présentés un trouble, donc l'isolement sur milieu Hecktoen n'a pas été effectué. Cela signifie l'absence de *Salmonella* dans nos échantillons du beurre analysés.

D'après **Dehove (1989)**, il faut avoir une absence totale de Salmonelles dans le beurre, car la présence ces derniers constitue une menace qui peut provoquer différentes maladies et nuire la santé du consommateur.

III.2.2.8. Dénombrement de la flore lactique

Nos résultats (tableau 11) montrent que le nombre de la flore lactique dans le beurre fermier présente un taux de 22.10^3 UFC/ml avec une absence dans le beurre industriel local et industriel étranger.

Selon **Bekhouch et Boulahrouf (2005)**, ces bactéries jouent un rôle important dans le beurre car elles assurent non seulement des caractéristiques particulières d'arômes et de texture mais aussi une bonne sécurité alimentaire. Cette sécurité est favorisée grâce à la production d'acides organiques (acide lactique et acide acétique) qui font baisser le pH dans le milieu et par la synthèse de bactériocines qui renforcent cette conservation.

Selon (**Guiraud, 1998**), les bactéries lactiques par leurs acidités et arômes participent à l'élaboration des qualités organoleptiques du beurre.

III.2.2.9. Dénombrement de la flore fongique

Nous avons enregistré des taux de levures de 236.10^2 UFC/ml dans le beurre industriel local, 102.10^2 UFC/ml dans le beurre industriel étranger, et un taux indénombrable dans le beurre fermier. Ce dernier présente une forte contamination fongique par rapport au beurre industriel local et industriel étranger.

Résultats et Discussion

La norme sanitaire rapportée par **Guiraud et Galzy (1980)**, concernant la flore fongique dans le beurre est de 10 UFC/g. Tous nos échantillons de beurre ont enregistrés des valeurs supérieures à celle-ci. On peut expliquer ces résultats par l'augmentation de temps d'exposition du beurre à l'air et à l'utilisation d'une eau contaminée par les levures lors du lavage du beurre.

Les levures et moisissures peuvent provoquer des altérations de goût (moisi, acre, malté, caramélisé) et entraîner dans le beurre l'apparition de pigmentations et colorations anormales et de gonflements (**Guiraud, 1998**).

III.2.3. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle des beurres est basée sur un test de dégustation pour évaluer la qualité du beurre. Cette analyse sensorielle a porté sur des critères d'évaluation qui sont l'aspect, l'odeur, la structure, la texture et la saveur. L'évaluation de ces attributs est basée sur une échelle de pointage qui varie de 1 à 5. Les résultats détaillés de ce test sont résumés dans l'annexe 1.

Les résultats de test de dégustation sont mentionnés dans la figure 13.

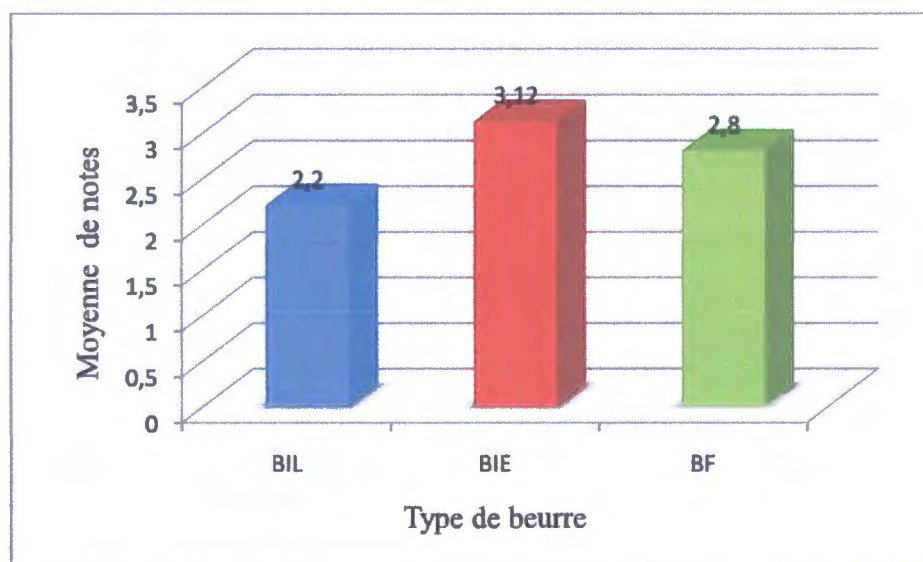


Figure 13 : Variation des notes moyennes selon le type de beurre

BIL : Beurre industriel local ; BIE : Beurre industriel étranger ; BF : Beurre fermier.

Pour l'aspect : l'analyse de l'aspect a permis d'attribuer aux différents beurres des notes qui varient de 2.6 à 3.2.

D'après ces résultats, nous constatons que l'aspect des beurres étudiés est généralement acceptable mais l'échantillon de beurre industriel étranger est le plus préférable.

En effet, l'intensité de la couleur du beurre est conditionnée en partie par la teneur de beurre en carotène, et d'autre partie selon la saison (**Mocquot, 1969**). Nous remarquons que nos beurres se caractérisent par une couleur jaune.

Pour l'odeur : d'après les résultats d'odeur obtenus, nous observons que les différents beurres analysés ont des notes qui varient de 1.8 à 3.2. Nous constatons que l'odeur du beurre fermier est la plus préférable. Mais d'une manière générale les dégustateurs ont accepté l'odeur de tous les échantillons du beurre.

En ce qui concerne l'arôme, il peut être lié à la teneur en di-acétyle du beurre (**Mocquot, 1969**). A l'origine, l'arôme du beurre est conditionné par les composés aromatiques excrétés par les bactéries lactiques tels que : *Lactococcus lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. Diacetilactic* et parfois *Leuconostoc* (**Guiraud, 1998**). Cependant, des modifications d'arômes peuvent être apportées par l'alimentation. Des recherches antérieures (**Dubroeuq et al., 2002 ; Michalski et permentier, 2003 ; Hurtaud et al., 2006**) ont bien montré que l'alimentation des vaches est susceptible de modifier de façon significative les propriétés sensorielles des laits crus et donc des produits laitiers élaborés.

Pour la structure et texture : d'après les résultats obtenus de la structure et texture par le test de dégustation, nous remarquons que les notes sont de 1.8 à 3.6 pour la structure et 2.4 à 3.6 pour la texture.

Pour la structure, nous observons que les préférences des dégustateurs sont proches pour les échantillons de beurre industriel local et industriel étranger alors que l'échantillon de beurre fermier a présenté la note la plus faible.

D'après ces résultats, nous constatons que la texture des beurres étudiés est généralement acceptable mais de l'échantillon de beurre industriel étranger est la plus préférable.

Selon (**Berger et al., 2004**), la texture de beurre varie en fonction des rapports entre la matière grasse liquide et la matière grasse solide. C'est ainsi que la matière grasse du lait qui dépend très fortement de l'alimentation des animaux peut aussi être à l'origine des différences de texture et/ou de flaveur des beurres (**Collomb et al., 1999 ; Chilliard et al., 2000 ; Bugaud et al., 2002**).

En outre, plusieurs opérations technologiques conditionnent les caractéristiques de structure et de consistance du beurre : ce sont essentiellement la solidification ou cristallisation de matière grasse, réalisées avant ou pendant la fabrication proprement dite, et le traitement mécanique de malaxage (**Mocquot, 1969**).

Pour la saveur : les résultats obtenus par le test de dégustation ont montrés que les notes qui concernent la saveur des beurres varient entre 1.8 et 3.6.

Nous avons remarqué que le beurre fermier est le plus préféré par les dégustateurs.

Selon **Mocquot (1969)**, la matière grasse est la base du goût et de l'arôme du beurre. Le goût de la matière grasse dépend de sa composition et elle-même influencée par le régime alimentaire des vaches, comme il dépend aussi de l'état physique de matière grasse, donc de la quantité de glycéride

Résultats et Discussion

liquide ou facilement fusible. On attribue aux mono-glycérides présentes à l'état de trace et à certains AGL, dont l'acide butyrique a une influence assez grande sur le goût.

Selon **Graille (2003)**, le beurre a des saveurs caractéristiques et appréciées. Les composés lipidiques actifs sur le plan sensoriel comprennent : des AG court et leurs esters, des lactones, des composés carbonylés.

Conclusion
générale

Conclusion générale

D'abord cette étude nous a permis d'évaluer la qualité du lait cru de vache qui a été utilisé pour la fabrication du beurre fermier, et la qualité des beurres industriels (local et étranger) et fermier, en se basant sur les caractéristiques microbiologiques, physico-chimiques et organoleptiques permettant d'apprécier la qualité des beurres au niveau de la ferme et des unités de transformation.

L'analyse microbiologique a porté sur 7 groupes microbiens : parmi ces groupes, les indicateurs d'hygiène (FTAM, CT, CTT) et certains groupes potentiellement pathogènes (*Staphylococcus aureus*, salmonelles).

Les résultats de l'analyse microbiologique pour le lait cru indiquent que le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile, permet de souligner la forte contamination de l'échantillon du lait cru destiné à la fabrication du beurre fermier, et une absence de la flore indologène avec un développement léger des germes lactique ($1.5.10^4$ UFC/ml). Pour les germes pathogènes on révèle l'absence de staphylocoque et de salmonelles.

Les résultats des caractéristiques physico-chimiques, pH (6.48 ± 0.02) ; acidité titrable ($19.5 \pm 0.70^\circ\text{D}$) et matière minérale ($7.72 \pm 1.49 \%$) sont conformes aux normes, par ailleurs le taux butyreux ($2.35 \pm 0.21\%$), protéique (1.43%) et matière sèche ($10.74 \pm 0.07\%$) sont faibles, ils dépendent essentiellement du facteur alimentaire.

Pour le beurre, la charge microbienne était nettement élevée pour la flore totale aérobie mésophile, la flore lipolytique dans les trois types de beurre, et acceptable pour les CT. Le taux de la flore fongique était indénombrable pour le beurre fermier, de 236.10^2 UFC/ml pour le beurre industriel local et de 102.10^2 UFC/ml pour le beurre industriel étranger. La flore psychrophile est absente dans le beurre industriel étranger tandis que le beurre industriel local et fermier ont présentés une forte contamination. Avec une absence des CTT, des germes lactiques dans le beurre industriel local et étranger à l'exception du beurre fermier (22.10^3 UFC/ml) et de germes pathogènes. Nous pouvons dire que ce point de contamination au niveau des industries est un point critique dans l'appréciation de la qualité des beurres industriels.

Les résultats du contrôle physicochimique des beurres fabriqués industriellement ont montrés également une très grande variabilité de tous les paramètres physico-chimiques. On remarque que les trois types de beurres sont pauvres en protéines, ainsi qu'en lipides à l'exception pour le beurre industriel local qui a enregistré un taux de lipide de 97.65%.

Des valeurs inférieures aux normes pour le point de solidification et l'indice de saponification dans les trois types de beurre. Pour le point de fusion, les résultats montrent des valeurs supérieurs aux normes dans le beurre industriel étranger et fermier, tandis que sa valeur dans le beurre industriel local est acceptable (33.5°C). Cependant, les résultats du taux d'humidité indiquent que le beurre

fermier est le plus riche en eau (20.30%) qui présente une qualité non acceptable en comparaison avec ceux industriels.

Les résultats de l'indice d'acide du beurre industriel local et fermier sont supérieurs aux normes tandis que le beurre industriel étranger est conforme. Les trois types de beurres sont conformes pour le critère de l'indice de peroxyde.

L'étude de la qualité organoleptique des trois types des beurres révèle que les dégustateurs perçoivent une différence sensorielle. Le beurre industriel étranger est nettement le plus préféré par les dégustateurs suivi du celui fermier.

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

A

- Abdeldjalil, M.C. (2005).** Suivi sanitaire et zootechnique au niveau d'élevages de vaches laitières. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire. Département des sciences vétérinaires. Université de Constantine. pp. 2-23.
- Aboutayeb, R.A. (2005).** Technologie du lait et dérivés laitiers. Azaquar, pp. 2-12.
- Accolas, J.P., Deffontaines, J.P., Aubin F. (1978).** Le lait et les produits laitiers en République Populaire de Mongolie. *Lait*, **58**. 278-286.
- Adrian, J., Legrand, G., Frangene, R. (1981).** Dictionnaire de biochimie alimentaire et de nutrition. *Tec. Et Doc*, pp. 1-31.
- Adrian, J., Potus, J., Poiffait, A., Dauvillier, P. (1998).** Introduction à l'analyse des denrées alimentaires. *Tec. Et Doc. Lavoisier*, pp. 24-52 ; 47-60. 167.
- Affif, A., Faid, M., Najimi, M. (2008).** Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology Vol7. N°1*. pp: 2-7.
- AFNOR - Association française de normalisation (1998).** European Norm, NF EN ISO 659 October 1998; French norm V 03-905: Oilseeds - Determination of oil content (Reference method). AFNOR. Paris. 14. P. 3.
- AFNOR NF V04-407 (2002),** Viandes, produits à base de viandes et produits de la pêche - détermination de la teneur en azote total et calcul de la teneur en protéines - Méthode Kjeldahl.
- AFNOR NF V 03- 050 (1970),** In recueil des normes françaises, contrôle de la qualité des produits alimentaires, Céréales et produits céréaliers, AFNOR/DGCCRF, 3ème édition, Paris, 1991 :360p.
- Aggad, H., Mahouz, F., Ahmed Ammar, Y., Kihal, M.(2009).** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Revue Méd. Vét.*, **160**, **12**. pp. 590-595.
- Agabriel, C., Coulon, J.B., Brunschwig, G., Sibra, C., Nafidi, C. (1995).** Relations entre la qualité du lait livré et les caractéristiques des exploitations. *INRA Prod. Anim.*, **8** (4). pp. 251-258.
- Agabriel, C., Coulon, J.B., Journal, C., De Rancourt, B. (2001).** Composition chimique du lait et systèmes de production dans les exploitations du massif central. *INRA. Prod. Anim.*, **14** (2). pp. 119-128.
- Alais, C. (1975).** Sciences du lait. Principes des techniques laitières. Edition Sepaic, Paris.
- Alais, C., Linden J. (1997).** Biochimie alimentaire. *Masson*, pp. 167-191.
- Alais, C., Linden, G., Miclo, L. (2008).** Biochimie alimentaire, Dunod 6^e édition. Paris. pp. 86-88.
- Ambouri, F., Said B., Hamama, A., Zahar M. (1998).** Qualité microbiologique du lait cru: Cas de la région d'Errachidia. *Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc)* **18** (1). pp. 31-35.

Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., Simpson, R. (2010). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. In: Carole L. Vignola (Ed). *Science et technologie du lait*. Montréal : presses internationales polytechnique. pp. 1-73.

Angers, P. (2002). Beurre et fractions de matière grasse laitière. In : *Science et technologie du lait*. Ecole polytechnique de Montréal. pp. 323-343.

Angers, P. (2010). Beurre et fractions de matière grasse laitière. In: Carole L. Vignola (Ed). *Science et technologie du lait*. Montréal : presses internationales polytechnique. pp. 323-347.

Anonyme, (2008). Cahier des charges concernant les spécifications techniques des modalités de stockage et de contrôle du beurre sous contrat privé, 5 p.

Araba, A. (2006). L'alimentation de la vache laitière pour une meilleure qualité du lait. Comment augmenter les taux butyreux et protéique du lait. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA n°142 vache laitière. Transfert de technologie en agriculture. Ministère de l'agriculture, Du Développement Rural et des Pêches Maritimes. Maroc. pp. 1-4.

Auclair, J. (1979). Influence des méthodes de réfrigération et de collecte du lait sur sa qualité bactériologique. *Revue française lait* n°378. 37p.

B

Badinand, F. (1994). Maîtrise du taux cellulaire du lait. *Rec. Méd. Vét.*, n°170.

Benderouich, B. (2009). La kémaria: un produit du terroir à valoriser, mémoire d'ingénieure, université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, p17.

Berger, T., Butikofer, U., Reh, C.H., Eckhart, J., Dubach, A., Stalder, M., Luczinski K., Schmid, R., Walder, R., Stalder, U. (2004). Manuel Suisse des denrées alimentaires, chapitre. Lait. *MSDA*, 1-3.

Berger, T., Butikofer, U., Reh, C.H., Eckhart, J., Dubach, A., Stalder, M., Luczinski, K., Schmid, R., Walder, R., Stalder, U. (2004). Manuel Suisse des denrées alimentaires. Beurre. *MSDA*. pp. 1-8.

Bitton, G. (1999). *Wastewater Microbiology*. John Wiley & Sons. Canada. 578p.

Blanc, B. (1982). Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale. *International dairy journal*, 62. pp. 350-395.

Bocquier, F., Caja, G. (2001). Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation. *INRA Prod. Anim.*, 14 (2). pp. 129-140.

Bornert, G. (2000). Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Méd. Vét.*, 151, 11. pp. 1003-1010.

Boualem, W., Cheurfa, Y. (2006). Etude de la matière grasse du lait cru cas de Constantine et Sétif. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en nutrition. Institut

de la Nutrition de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires. Université de Constantine. pp. 40-47

Boubezari, M.T. (2010). Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races Bovines, ovine et caprines dans quelques élevages de la région de jijel. Thèse de magister en médecine vétérinaire. Université de Mentouri de constantine. pp. 15-16.

Bourgeois, C. M., Leveau, J.Y. (1991). Technique d'analyse et de contrôle dans les IAA : le contrôle microbiologique. *Tec. et Doc. Lavoisier*. pp. 152-186.

Bourgeois, C. M., Mescle, J.F., Zucca, J. (1996). Microbiologie Alimentaire Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments Tome 1. *Tec et Doc Lavoisier*, Paris. 32p.

Boutonnier, J. L. (2008). Matière grasse laitière Composition, organisation et propriétés. Dans Techniques de l'ingénieur, Traité Agroalimentaire (F 6320), Paris.

Bozzolo, G. (2004). Appellation d'origine contrôlée et production animales. *Tec et Doc Lavoisier*. pp. 37-102.

Brisabois, A., Lafarge, V., Brouillard, A., Buysse, M.L., Collette, C., Garin-Bastuji, B., Thorel, M.F. (1997). Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **16** (1). pp. 452-471.

Bugaud, C., Buchin, S., Hauwuy, A., Coulon, J.B. (2002). Texture et saveur de fromage selon la nature du baturage : cas du fromage d'abondance. *INRA Prod. Anim.*, **15**. pp.31-36.

C

Cardinal mercier, P. I. (2014). Le lait vivant Source et ressources

Cauty, I., Perreau, J.M. (2003). La conduite du troupeau laitier. *Editions France Agricole*, pp. 55-76

Cauty, I., Perreau, J. M. (2009). Conduite du troupeau bovin laitier. Production, Qualité Rentabilité. 2eme édition France Agricole.

Centre algérien du contrôle de qualité et d'emballage (CACQUE). Concernant les normes physicochimiques des produits d'origines animales (L.P).

Chilliard, Y., Ferlay, A., Mausbridge, R.M., Doreau, M. (2000). Ruminant milk fat plasticity : nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans conjugated fatty acids. *Ann. Zootech*, **49**. pp. 151-205.

Chilliard, Y., Lamberet, G. (1984). La lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variations, signification pratique. *Le lait* **64**. pp. 544-578.

Chirade, E., Moreau, R. (2000). Fabrication pratique du beurre : Manuel publié par la Société Française d'encouragement à l'industrie laitière. Lisieux. pp. 1-4.

CIPCLait Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles. (2011). Avis relatif à la définition et aux méthodes d'analyse de l'acidité du lait n°2011-02.

Codex Alimentarius. (1999). Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999. pp. 1-4.

Codex alimentaire. (2007). Lait et produits laitiers : norme codex pour le beurre, 1^e édition, *FAO et OMC*.

Collomb, M., Butikofer, U., Spahni, M., Jeangros, B., Bosset, J.O. (1999). Composition en acides gras et en glycérides de la matière grasse du lait de vache en zone de montagne et de plaine. *Sci. Alim*, **19**. pp. 97-110.

Conde, H., Carre, J., Jussieu, P., Coude, R. (1968). Cours d'agriculture moderne, édition: la maison rustique paris.628 p.

Coulon, J. B., Hoden, A. (1991). Maîtrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod. Anim*, **4** (5). pp. 361-367.

Coulon, J. B., Rémond, B. (1991). Variation in milk out-put and milk protein contents in response to the level of energy supply to the dairy cow. *Rev. Livest. Prod. Sci.*, **29**. pp.31-47.

Couvreur, S., Hurtaud, C. (2007). Le globule gras du lait : sécrétion, composition, fonctions et facteurs de variation. *INRA Prod. Anim*, **20**. pp. 369-382.

Cuq, J.L. (2007). Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. pp. 20-25.

D

Debry, G. (2001). Lait, nutrition et santé. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.

Debry, G. (2001). Lait nutrition et santé. *Tec. et Doc. Lavoisier*, pp.6-26, 30, 566.

Dieng, M. (2001). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché dakarais. Thèse Docteur vétérinaire, Université de Dakar Sénégal.

Dodd, F.H., Booth, J. (2000). Mastitis and milk production. Dans the healthy of dairy cattle. Edition Andrews A.H. London. pp. 213-255.

Dubroeuq, H., Martin B., Ferlay, A., Pradel, Ph., Verdier-Metz, I., Chilliard, Y., Agabriel, J., Coulon, J.B. (2002). L'alimentation des vaches est susceptible de modifier les caractéristiques sensorielles du lait. *Renc. Rech. Ruminants* **9**, 351-354.

Dunand, C. (2010). La fabrication de beurre cru. pp. 1-30 (p 27).

E

Edberg, S.C., Rice, E.W., Karlin, R.J., Allen, M.J. (2000). *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, **88**. pp.106-116.

El Atyqy, M. (2010). Réactions d'altération chimique des aliments. Edition Sciences et techniques des aliments.

F

FAO - Food Agriculture Organisation. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28.

Farrow, J. A.E., Kruze, J., Phillips, B.A., Bramley, A.J., Collins, M.D. (1984). Taxonomic studies of *S. bovis* and *S. equinus*: description of *S. alactolyticus* sp. no. and *S. saccharolyticus* sp. nov. Systematic and Applied Microbiology, 5, pp.467-482.

Fatet, P. (2004). Les staphylocoques dans l'industrie laitière. GDS Info 2004/2005 l'action sanitaire ensemble. pp. 34-35.

Favier, J.C., Dorsainvil, E. (1985). Composition du lait de vache, lait de grand mélange. *Cah. Nutr. Diét.*, 283-291. Fractionnement et fonctionnalités de la matière grasse laitière globulaire et anhydre. *J. Filière Lait, Rennes, France*, pp.76-86.

Fredot, E. (2005). Connaissance des aliments. *Tec et Doc. Lavoisier*, pp. 11-17, 295-309.

Froc, J., Gilibert, J., Daliphar, T., Durand, P. (1988). Composition et qualité technologique des laits de vaches Normandes et Pie noires. Edition INRA prod. Anim., 1988, 1(3). pp. 171-17.

G

Gleeson, C., Gray, N. (1997). The coliform index and waterborne disease. E & FN Spoon. p. 194.

Goursaud, J. (1985). Composition et propriétés physico-chimiques. Dans *Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laitière. Luquet F.M. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.*

Gordon, B., Loisel, W. (1991). Dosage des protéines. Dans : Multon J.L., *Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agronomiques. Vol 4, 2ème édition, Tec & Doc, Lavoisier, Paris.*

Goy, D., Häni, J.P., Wechsler, D., Jakob, E. (2005). Valeur de la teneur en caséine du lait de fromagerie. Edition, AgroscopeLiebfeld-Posieux. Groupe de discussions Gruyère N°27f.

Graille, J. (2003). Lipides et corps gras alimentaires. *Tec. et Doc. Lavoisier*, pp. 5, 6, 165-171.

Gripon, J.C., Desmazeaud, M.J., Le Bars, D., Bergère, J.L. (1975). Étude du rôle des microorganismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. Influence de la présure commerciale. *Le Lait* 55, pp.502-516.

Guiraud, J.P., Galzy, P. (1980). L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. *Les éditions de l'usine nouvelle*. pp. 1-239, 119-143.

Guiraud, J., Galzy, P. (1980). Analyses microbiologiques dans les industries alimentaires, Ed. Dunod. Paris. pp. 36-38.

Guinot Thomas, P., Ammourey, M., Laurent, F. (1995). Effects of storage conditions on the composition of raw milk. *International Dairy Journal* N° 5. pp: 211-223.

- Guiraud, J.P. (1998).** Microbiologie alimentaire. *Dunod*, pp. 36-38,136-433, 407.
- Guiraud, J.P. (2003).** Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. pp. 136-139.
- Guiraud, J.P., Rosec, J.P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition AFNOR. p.95, 120, 229.
- Guy, F.I. (2006).** Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse doctorat d'état, université Paul-Sabatier de Toulouse, France. 17p.

H

- Hancock, L.E., Gilmore, M.S. (2000).** Pathogenicity of enterococci. Dans: Fischetti, VA, RP Novick, JJ Ferretti, DA Portnoy et JI Rood, édit., Gram positive pathogens. American Society for Microbiology. pp.251-258.
- Hassainya, J., Padilla, M., Tozanli, S. (2006).** Lait et produits laitiers en méditerranée. Des filières en pleine restructuration. Edition Karthala.
- Hettinga, D. (2005).** Butter. *Fereidoon. Shahidi*, 1-60.
- Heuchel, V., Chatelin, Y.M., Breau, S., Sobolewski, F., Blancard, N., Baraton, Y., Ayerbe, A. (2003).** Lipolyse du lait de vache et qualité organoleptique des produits laitiers. *Renc. Tech. Ruminant n°10*. pp. 223-226.
- Hoden, A., Coulon, J.B. (1991).** Maitrise de la composition du lait. *INRA Prod. Anim.*, 5,361-367.

I

- Institut de l'élevage. (2009).** Traite des vaches laitière. Matériel. Installation. Entretien. 1ere Edition France Agricole. Produire mieux. pp.55-506.

J

- Jakob, E., Winkler, H., Haldemann, J. (2009).** Critères Microbiologiques Pour La Fabrication Du Fromage. Edition, AgroscopeLiebfeld-Posieux. Groupe de discussions N° 77. F. pp: 5-31.
- Jeantet, R., Croguennee, T., Schuck, P., Brulé, G. (2006).** Science des aliments. L. Stabilisation biologique et physico-chimique. *Tec et Doc. Lavoisier*, 351-376.
- Jeantet R., Croguennee T., Schuck P., Brulé G. (2008).** Science des aliments. L. Stabilisation biologique et physicochimique. *Tec et Doc. Lavoisier*, 8, 9, 65-83.
- Joffin, C., Joffin, J.N. (1999).** Microbiologie alimentaire. *Académie de Bordeaux*, pp. 169-176.
- Journal officiel de la république algérienne N°96 de 5 Ramadhan 1419 correspondant au 23 décembre 1998, arrêté interministériel du 21 Chaabane 1419 correspondant 10/12/1998.** Spécification des techniques des beurres et au modalités de leur mise à la consommation (Art :3,Art :7,Art :8).

K

- Karleskind, (1992).** Manuel des corps gras Edition Technique et Documentation Lavoisier, Paris
- Keilling, J., Dewild, R. (1985).** Lait et produits laitiers vaches, Brebies, Chèvre.,1. pp.1-99.
- Kim, H., Hardy, J., Novak, G., Ram, J.P., Weber, W. (1982).** Les goûts anormaux du lait frais et reconstitué. Collection FAO Alimentation et nutrition n°35.
- Kodio, A. (2005).** Qualité des produits laitiers de production industrielle et artisanale. Thèse de doctorat en pharmacie. Université du mali, p. 22.

L

- Lamontagne, M., Champagne, C., Reitz-Ausseau, J., Moineau, S., Gardner, N., Lamoureux, M., Jean, J. et Fliss, I. (2010).** Microbiologie du lait. In Carole L.Vignola (Ed). *Science et technologie du lait*. Montréal : presses internationales polytechnique. pp.75-151.
- Larpen, J.P. (1990).** Lait et produits laitiers non fermentés. Dans Microbiologie alimentaire. (Bourgeois C.M., Mesle J.F. et Zucca J.) Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Edition Tec et Doc. Lavoisier. pp. 201-215.
- Larpen, J.P. (1997).** Microbiologie alimentaire, techniques de laboratoire. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 704-811.
- Lecoq R. (1965).** Manuel d'analyses alimentaires et d'expertise usuelle. *Doin, Edit* 1304-1311.
- Lederer, J. (1986).** Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire Ed. Mauwelaerts – Bruxelles, 2. pp. (33-52).
- Le Minor, L., Richard, C. (1993).** Méthodes de laboratoire pour l'identification des entérobactéries. Institut Pasteur.
- Leyral, G., Vierling, E. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition Biosciences et techniques. p. 87.
- Luquet, F. M. (1985).** Lait et produits laitiers - Vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie. Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris.
- Luquet, F.M. (1990).** Les produits laitiers : transformation et technologie. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 454-490.

M

- Mahieu, H. (1985).** Modification du lait après récolte. Dans : Lait et produits laitiers. Vaches, brebis, chèvres. Luquet F.M tome 1. Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris.
- Mahaut, M., Jeantet, R., Schck, P., Brule, G. (2000).** Les produits industriels laitiers. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 92-14.
- Manolkidis, A., Polychronidou, E., Alichanidis. (1970).** Observations suivies sur la protéolyse pendant la maturation du fromage « thélemé », Thèse de doctorat. *Université de Thessaloniki*, Grèce.

Manfredini, M., Massari M. (1989). Small ruminant milk. Technological aspects: Storage and processing. *Options Méditerranéennes- Série Séminaires* , 6, 191-198.

Mathieu, J. (1998). Initiation à la physico-chimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris. pp. 46-65, 95-99, 178-18

Miranda, G., Gripon, J.C. (1986). Origin, nature and technological significance of proteolysis in milk. *International dairy journal*, n°66. pp. 1-18.

Mocquot, G. (1969). Beurrerie industrielle : science et technique de la fabrication du beurre, *la maison rustique*, 27, 61, 102, 103, 308-335.

Mohjadji-Lamballais, C. (1989). Les aliments, Edition Maloine, 26-30, 89-93

Morrissay, P.A. (1995). Lactose : chemical and physicochemical properties. dans : *Developments in dairy chemistry 3. (FOX PF)*. Elsevier, London.

Multon, J.L., Bureau, G. (1998). L'emballage des denrées alimentaires de grande consommation. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 851-852.

N

Ndiaye, M. (1991). Contribution à l'étude comparée de la qualité microbiologique des laits crus-laits caillés et laits en poudre commercialisés dans la région de Dakar Sénégal. Thèse de docteur vétérinaire. Université Cheikh ANTA. Ecole des sciences et médecine vétérinaires. Dakar.

O

Olivier, D., Artaud, J., Pinatel, C., Durbec, JP., Guerere, M. (2006). Differentiation of fresh virgin olive oil RDOs by sensory characteristics, fatty acid and triacylglycerol compositions and chemometrics. *food chemistry*, 382-393.

Oteng Guang, k. (1984). Introduction de la microbiologie alimentaire dans les pays chauds. Ed. Techniques et documents, paris. pp. 177-183.

P

Petransxiene, D., Lapied, L. (1981). Qualité bactériologique du lait et produits laitiers. Analyses et tests. *Edition Tec. Doc*, Paris.

Pointurier, H. (2003). La gestion matières dans l'industrie laitière. *Tec. Doc Lavoisier*, 7, 50-56, 1-64.

Pointurier, H., Adda, J. (1969). Qualité et défauts du beurre. In : *Beurrerie Industrielle : science et technique de la fabrication du beurre. La Maison Rustique, Paris, France*, 26

Pougheon, S. (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse doctorat d'état en médecine vétérinaire, université Paul Sabatier de Toulouse, France.

R

Rainard, P., Poutrel, B. (1993). Protection de la glande mammaire. Dans : Biologie de la lactation. Edition INSERM-INRA.pp. 415-429.

Raoux, R. (1998). Méthodologie et spécificités de l'analyse sensorielle dans le domaine des gors gras. Analyse des corps gras. *Analisis magazine*, 3,26.

Règlement (CE) n° 853/2004 du 29 avril 2004 fixant les règles d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale (Jour du 25 juin 2004).

Richard, J. (1983). Nature de la flore microbienne dominante et sous-dominante des laits crus très pollués. Le lait n°63.pp: 148-170.

Ritter,W., Brugger, H., Forster, H., Hadorn, H., Hanni, H., Stein, J.L. (1976). Beurre. In: Manuel Suisse des denrées alimentaires. *Office central fédéral des imprimés et du matériel*, 1-20.

Roschnik, R., Amman, W., Balimann, G., Ciurea, I.C., Keme, T., Luong, M.D., Mikle, H., Schudel, H. (1997). Manuel Suisse des denrées alimentaires alimentaires. Chapitre: Beurre de cacao. *MSDA*, 18-20.

Roudaut, H., Lefrancq, E. (2005). Alimentation théorique. Edition Sciences des Aliments.

S

Schulitz, M.M., Hansen, L.B., Steuernagel, G.R., Kuck, A.L. (1990). Variation of milk fat, protein and somatic cells for dairy cattle. *J. DairySci.*, 73, 484-493.

Simon, D., François, M., Dudez P. (2002). Transformer les produits laitiers à la ferme. *Educagri*, 105-110.

Srairi, M.T., Hasni Alaoui, I., Hamama, A., Faye, B. (2005). Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait de vache en étables suburbaines au Maroc. *Revue Méd. Vét.* 156 (3), pp: 155-162.

Srairi, M.T., Hamama, A. (2006). Qualité globale du lait cru de vache au Maroc, concepts, état des lieux et perspectives d'amélioration. *Transfert de technologie en agriculture*, 2006, 137. pp. 1-4.

T

Tantaoui-Elarkki, A., Berrada, M., El Marrakchi, A., Berramou A. (1983). Etude sur le Lben marocain. *Le lait*, 63, 230-245.

Thieulon, M. (2005). Lait pathogènes staphylocoques. *Revue de la chambre d'agriculture du Cantal*. pp. 1-2.

Toureau, V., Bagieu, V., Le Bastard, A. M. (2004). Une priorité pour la recherche : la qualité de nos aliments. *Les recherches sur la qualité du fromage*. INRA mission communication.

Tremolières, J., Serville, Y., Jacquot, R., Dupin, H. (1984). Les aliments. *ESF*, 162-248.

V

Varnam, A.H., Sutherland, P. (2001). Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York. pp: 35-37.

Veisseyre, R. (1979). Technologie du lait : Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3^{ème} édition. Edition la maison rustique, Paris.p 697.

Veisseyere, R. (1979). Technologie du lait : Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. *La maison rustique*, 340-426.

Vignola, C. (2002). Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-75

Vignola, C.L. (2002). Science et technologie du lait. Ecole polytechnique de montreal, 1-54, 325-335.

W

Waes, G. (1973). Les streptocoques D dans le lait cru réfrigéré. *Le lait international dairy journal* 528.pp :520-528.

Wolter, R. (1988). Alimentation de la vache laitière. 3^{ème} édition. Editions France Agricole. Paris.

Y

Yennek, N. (2010). Effets des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vache en régions montagneuses. Mémoire de magister en agronomie. Université des Sciences Agronomiques Mouloud Mammeri Tizi Ouzou.

Annexes

Annexes

Annexe I : Tableaux de l'analyse sensorielle de beurre.

Tableau 1 : Model du questionnaire pour le contrôle organoleptique du beurre.

	Inacceptable	Médiocre	Moyenne	Bonne	Très bonne	Observation
Aspect						
Odeur						
Structure						
Texture						
Saveur						
Note	1	2	3	4	5	

Tableau 2 : Résultats de l'analyse sensorielle de différents types de beurre.

Observation		Beurre industriel local	Beurre industriel étranger	Beurre fermier
Aspect	Sujet 1	2	3	3
	Sujet 2	3	3	3
	Sujet 3	3	3	2
	Sujet 4	2	4	3
	Sujet 5	3	3	3
	Moyenne	2.6	3.2	2.8
Odeur	Sujet 1	2	2	3
	Sujet 2	2	3	3
	Sujet 3	2	3	3
	Sujet 4	1	3	4
	Sujet 5	2	2	3
	Moyenne	1.8	2.6	3.2
Structure	Sujet 1	2	4	2
	Sujet 2	3	4	1
	Sujet 3	3	3	2
	Sujet 4	2	3	2
	Sujet 5	2	4	2
	Moyenne	2.4	3.6	1.8
Texture	Sujet 1	2	3	2
	Sujet 2	2	4	2
	Sujet 3	3	4	3
	Sujet 4	2	3	3
	Sujet 5	3	4	3
	Moyenne	2.4	3.6	2.6
Saveur	Sujet 1	2	2	4
	Sujet 2	1	3	4
	Sujet 3	2	3	4
	Sujet 4	2	2	3
	Sujet 5	2	3	3
	Moyenne	1.8	2.6	3.6

Annexe II : Milieux de culture et réactifs

1. Milieux de culture

Eau peptonée exempte d'indole

- Peptone de viande 10 g/l
- Tryptone 10 g/l
- Chlorure de sodium 5 g/l
- pH 7.2

Eau peptonée tamponnée

- Peptone 20g/l
- Sodium chlorure 30g/l
- Eau 1000ml

Gélose au Désoxycholate

- Peptone 10g/l
- Lactose 10g/l
- Citrate de sodium 1g/l
- Rouge neutre 0.03g/l
- Désoxycholate de sodium 1g/l
- Chlorure de sodium 5g/l
- Hydrogénophosphate de potassium 2g/l
- Agar 13g/l
- pH 7.3

Gélose MRS

- peptone 10g/l
- Extrait de viande de bœuf 8g/l
- Extrait de levure 4g/l
- Glucose 20g/l
- Hydrogénophosphate de potassium 2g/l
- Acétate de sodium 3 H₂O 5g/l
- Citrate d'ammonium 2g/l
- Sulfate de magnésium 7 H₂O 0.2g/l
- Sulfate de manganèse 4 H₂O 0.05g/l
- Agar 10g/l
- pH 6.2

Gélose OGA

- Extrait autolytique de levure 5g/l
- Glucose 20g/l
- Oxytétracycline 0.1g/l
- Agar agar 15g/l
- pH 6.6

Gélose PCA

- Tryptone 5g/l
- Extrait autolytique de levure 2.5g/l
- Glucose 1g/l
- Agar agar 15g/l
- pH 7

Giolitti-Cantoni

- Tryptone 10g
- Chlorure de lithium 05g
- Extrait de viande 05g
- Extrait de levure 05g
- Mannitol 02g
- Chlorure de sodium 05g
- Glycine 1.2g
- Pyruvate de sodium 03g
- pH 6.9

2. Réactifs

Eau physiologique

- Chlorure 9g/l
- Eau distillée 1000ml
- pH 7

Solution de NaOH (N/9)

- Hydroxyde sodium 2.2g
- Eau distillée 500ml

Tashiro

- Solution de rouge de méthyl 0.5g/l
- Solution de bleu de méthyl 1g/l
- Solution de glucose 0.05%

Phénol phtaléine

- Phénol 19g
- Alcool 100ml

Solution de Ringer

Pour 1 litre de solution :

- Chlorure de sodium 2,250 g
- Chlorure de potassium 0,105 g
- Chlorure de calcium 0,120 g
- Hydrogénocarbonate de sodium 0,050 g

Présenté par : Laissani Meryem Louarzezi Asma	Encadreur : M ^{me} BOUCHEFRA.A
	Date de soutenance : 28 /06/2016
Thème	
Contribution à l'étude de la qualité du beurre fermier local et industriel : étude comparative	
Nature du diplôme : Master Académique en Biologie. Option : Contrôle de qualité des produits alimentaires	
Résumé	
<p>Cette étude a pour objectif de déterminer la qualité du lait de vache servant pour la production du beurre fermier et de comparer la qualité de ce dernier avec celle des beurres fabriqués industriellement local et étranger. La qualité du lait et des beurres est déterminée suite aux contrôles physicochimique, microbiologique et organoleptique.</p> <p>D'abord, le contrôle microbiologique a montré que la qualité du lait et des beurres analysés sont non satisfaisantes en raison de l'obtention des tapis de la flore totale aérobique mésophile et de levures avec des dépassements dans le nombre de la flore d'altération du beurre et absence de germes pathogènes. Ainsi le contrôle physico-chimique a montré également une qualité physico-chimique acceptable. Enfin le test organoleptique a révélé que nos beurres analysés sont de qualité acceptable et que le beurre industriel étranger est le plus apprécié par les dégustateurs.</p>	
Mots Clés : lait cru, beurre industriel local, beurre industriel étranger, beurre fermier, physicochimique, microbiologique, organoleptique.	
Abstract	
<p>This study aims to determine the quality of cow's milk used for the production of farm butter and compare the quality thereof with those butters manufactured industrially local and foreign .The quality of milk and butter is determined after a physicochemical, microbiological and organoleptic controls.</p> <p>First, microbiological control has shown that the quality of milk and analyzed butters are unsatisfactory because of obtaining a carpet of total aerobic mesophilic flora and Flushing with overruns in the number of spoilage flora butter and absence of pathogens.</p> <p>Thus the physico-chemical control has also shown an acceptable physico- chemical quality.</p> <p>Finally, the organoleptic test shows that our analyzed butters are of acceptable quality and the industrial foreign butter is the most appreciated by the tasters.</p>	
Keywords : Fresh milk, industrial local butter, industrial foreigner butter, farm butter, physico- chemical , microbiological, organoleptic.	
ملخص	
<p>هذه الدراسة تهدف إلى تحديد نوعية حليب البقر المستخدمة لإنتاج زبدة المزرعة ومقارنة نوعية هذه الأخيرة مع الزبدة المصنعة المحلية والأجنبية. نوعية الحليب والزبدة حددت بعد اختبار فيزيوكيميائي، ميكروبيولوجي وحسي.</p> <p>أولاً، قد أظهرت الاختبارات الميكروبيولوجية أن نوعية الحليب والزبدة غير مرضية بسبب الحصول على سجادة من مجموع البكتيريا متوسطة الحرارة الهوائية و خمائر، مع تجاوزات في عدد البكتيريا المسؤولة عن تلف الزبدة وغياب الجراثيم المرضية. كما أظهر الاختبار الفيزيائي الكيميائي أيضاً نوعية مقبولة.</p> <p>أخيراً، أظهر الفحص الحسي للزبدة التي تم اختبارها أنها ذات جودة مقبولة، والزبدة المصنعة الأجنبية هي الأكثر استحساناً من قبل المتذوقين .</p> <p>الكلمات المفتاحية: الحليب الطازج ، الزبدة المصنعة المحلية، الزبدة المصنعة الأجنبية، زبدة المزرعة، فيزيوكيميائي، ميكروبيولوجي، حسي.</p>	

