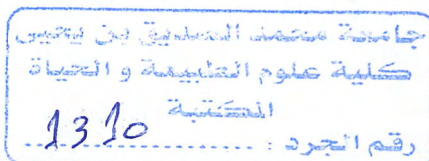


*République Algérienne Démocratique et populaire*  
*Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique*

**Université de Jijel**



CG 22/08

**Faculté des sciences**  
**Département de la Biologie Moléculaire et Cellulaire**

### *Mémoire*

*De fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en*  
*biologie*

**Option : Contrôle de la qualité et analyses**

### *Thème*

## **Contrôle de la qualité du beurre traditionnel Jijelien**

**Membres de Jury :**

**Présidente : M<sup>me</sup> Ben hamada W.**  
**Examinatrice : M<sup>lle</sup> Bousnane H.**  
**Encadreur : Dr Idoui T.**

**Présenté par :**

**Rebiai Nawel**  
**Rechak Habiba**  
**Zabaiou Nada**



**Promotion : 2007-2008**

## Remerciements

*Nous remercions d'abord et vivement Dieu, le tout puissant, qui nous a donné la puissance et la patience pour accomplir ce travail.*

*Nous tenons à remercier le Dr Idoui Tayeb, enseignant et vice chef de département à l'université de Jijel, de nous avoir encadrer et d'avoir guidé nos efforts, tout le long de ce travail, par ses conseils et ses corrections sans aucune parcimonie. Nous le remercions plus particulièrement pour sa patience et sa disponibilité exceptionnelles malgré un emploi du temps toujours plus chargé. Nous n'avons pas énumérer tout ce que nous lui devons dans le cadre de ce travail une page ne suffirait pas.*

*Nos plus vifs remerciements à nos enseignants de la faculté des sciences pour la qualité de leur enseignement et leur rigueur. Leur enseignement, leurs conseils nous ont été précieux. Nous leurs sommes reconnaissantes.*

*Une partie de ce travail a été réalisée au laboratoire de l'unité IGILAIT sous la direction de M<sup>me</sup> Hammama, c'est tout naturellement que nos remerciements s'adressent à elle, pour son accueil chaleureux au sein de ce laboratoire.*

*Un mémoire, c'est aussi un laboratoire où l'on passe de nombreuses heures et où il est bon de se sentir bien. Alors un grand merci à tous les gens du laboratoire.*

*Nous remercions également .....*

*Mme Benhammada Wahiba et Mlle Bousnane Hanane qui nous ont fait l'honneur d'accepter à participer à notre jury de mémoire.*

*Toutes nos gratitudes vont aussi à nos parents pour leur soutien tout au long de nos études et durant ce mémoire.*

*A tous ceux qui nous ont aidé à accomplir cette tâche, soit directement ou indirectement, nous disons : MERCI ...*

## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	2
---------------------------	---

### **Première partie : Synthèse bibliographique**

#### **Chapitre I : Le lait et sa matière grasse**

<b>I.1. Le lait</b> .....	5
<b>I.1.1. Définition</b> .....	5
<b>I.1.2. Composition du lait</b> .....	5
<b>I.1.3. Le lait de chèvre</b> .....	5
<b>I.1.4. La qualité du lait</b> .....	6
<b>I.1.4.1. Nature de problèmes dans le lait</b> .....	7
<b>A. Problèmes d'ordre microbiologique</b> .....	7
<b>B. Problèmes liés aux contaminants physicochimiques</b> .....	7
<b>C. Autres problèmes</b> .....	7
<b>I.1.4.2. Le contrôle de la qualité du lait cru</b> .....	8
<b>I.2. La matière grasse du lait</b> .....	9
<b>I.2.1. Aspect chimique</b> .....	9
<b>I.2.1.1. Composition et structure</b> .....	10
<b>I.2.1.2. Classes lipidiques</b> .....	10
<b>I.2.1.3. Les acides gras</b> .....	11
<b>I.2.2. État globulaire</b> .....	12
<b>I.2.2.1. Composition des globules gras</b> .....	12
<b>I.2.2.2. Séparation des globules gras</b> .....	13

#### **Chapitre II : Le beurre**

<b>II.1. Définition</b> .....	15
<b>II.2. Composition et structure</b> .....	15
<b>II.3. Différents types de beurre</b> .....	16
<b>II.4. Beurre d'appellation d'origine contrôlée</b> .....	17
<b>II.5. Technologie de fabrication du beurre</b> .....	17
<b>II.5.1. Ecrémage du lait</b> .....	17
<b>II.5.1.1. Préparation de la crème</b> .....	18
<b>II.5.1.2. Passage de la crème au beurre</b> .....	20
<b>A. Principe de barattage</b> .....	20
<b>B. Barattage</b> .....	21
<b>II.5.2. Fabrication du beurre traditionnel</b> .....	22
<b>II.5.2.1. Ecrémage spontané</b> .....	22
<b>II.5.2.2. Barattage</b> .....	22
<b>II.6. Contrôle de la qualité du beurre</b> .....	23
<b>II.6.1. Contrôle de la composition</b> .....	23
<b>II.6.2. Contrôle de l'activité lipase</b> .....	23
<b>II.6.3. Contrôle de l'oxydation</b> .....	23
<b>II.7. Microbiologie du beurre</b> .....	23
<b>II.8. Conservation au froid du beurre</b> .....	23
<b>II.9. Défauts et altérations du beurre</b> .....	24

II.9.1. Altérations .....	24
II.9.1.1. La lipolyse .....	24
II.9.1.2. L'oxydation .....	24
II.9.2. Les défauts .....	24
II.9.2.1. Défauts d'aspect externe .....	24
II.9.2.2. Défauts à la coupe .....	24
II.9.2.3. Défauts de structure.....	24
II.9.2.3. Défauts de consistance .....	24
II.9.2.4. Défauts de saveurs.....	25

## Deuxième partie : Matériel et méthodes

II.1. Matériel .....	28
II.1.1. Matériel biologique .....	28
II.1.2. Milieux de culture .....	28
II.1.3. Produits chimiques .....	29
II.1.4. Matériel et appareillage .....	29
II.2. Méthodes .....	30
II.2.1. Contrôle des laits .....	30
II.2.1.1. Contrôle microbiologique.....	30
A. Examen microscopique.....	30
B. Préparation des dilutions.....	31
C. Dénombrement de la FTAM.....	31
D. Dénombrement des coliformes totaux et thermotolérants	31
E. Dénombrement de la flore lactique.....	31
F. Dénombrement des <i>Clostridium</i> .....	32
G. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	32
H. Recherche de <i>Salmonella</i> .....	32
I. Recherche et dénombrement de la flore indologène.....	32
II.2.1.2. Contrôle physicochimique des laits.....	32
A. Mesure de pH et détermination de l'acidité .....	32
B. Epreuve de stabilité à l'ébullition.....	33
C. Epreuve de la réductase .....	33
D. Densité .....	33
E. Le taux butyreux .....	33
F. La matière sèche.....	34
G. La matière minérale.....	34
H. La matière organique.....	34
I. Dosage des protéines.....	34
II.2.2. Préparation du beurre au laboratoire .....	34
II.2.3. Contrôle du pH et de l'acidité du Lben .....	34
II.2.4. Contrôle du beurre traditionnel .....	34
II.2.4.1. Contrôle microbiologique.....	34
A. Préparation des dilutions.....	35
B. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile .....	35
C. Dénombrement des coliformes.....	35
D. Dénombrement de la flore lactique.....	36
E. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	36
F. Recherche des indologènes .....	36
G. Dénombrement de la flore fongique.....	36

H. Dénombrement des germes lipolytiques .....	36
I. Flore psychrophile .....	36
J. Recherche et dénombrement de la flore caséolytique .....	36
K. Recherche de <i>Salmonella</i> .....	37
II.2. 4.2. Contrôle physicochimique.....	37
A. Détermination du point de solidification .....	37
B. Détermination du point de fusion .....	37
C. Recherche du glycérol .....	37
D. Détermination du taux d'humidité.....	37
E. Détermination du taux d'impuretés .....	37
F. Détermination de l'indice d'acide .....	38
G. Détermination de l'indice de saponification.....	38
H. Détermination de l'indice d'iode.....	38
I. Détermination de l'indice de peroxyde.....	39
II.2. 4.3. Analyse de la composition en acides gras du beurre par GC-MS	39
II.2. 4.4. Contrôle organoleptique .....	40

### Troisième partie : Résultats et Discussion

III.1. Contrôle des laits de vache et de chèvre .....	42
III.1.1. Contrôle microbiologique .....	42
III.1.2. Contrôle physicochimique .....	45
III.2. Fabrication du beurre traditionnel et contrôle physicochimique du <i>Lben</i> .....	45
III.2.1. Préparation du beurre.....	53
III.2.2. Rendement beurrier.....	53
III.2.3. pH et acidité titrable des <i>Lbens</i> .....	54
III.3. Contrôle du beurre traditionnel .....	56
III.3.1. Contrôle microbiologique du beurre traditionnel .....	56
III.3.2. Contrôle physicochimique .....	65
III.3.3. Analyse quantitative et qualitative des AG par CG-MS.....	73
III.3.4. Contrôle organoleptique.....	83
Conclusion générale.....	86
Références bibliographiques	
Annexes	

## Liste des abréviations

**Vit** : vitamine  
**TG** : triglycérides  
**TAG** : triacylglycérol  
**I<sub>a</sub>** : indice d'acide  
**I<sub>s</sub>** : indice de saponification  
**I<sub>i</sub>** : indice d'iode  
**I<sub>p</sub>** : indice de peroxyde  
**Fe** : fer  
**Cu** : cuivre  
**pH** : potentiel hydrogène  
**°C** : degré Celsius  
**°D** : degré Dornic  
**min** : minute  
**H** : heure  
**tr/min** : tours par minute  
**mol/l** : mole par litre  
**mg/cl** : milligramme par centilitre  
**mg.Kg<sup>-1</sup>** : milligramme par kilogramme  
**N** : normal  
**L** : litre  
**Kg** : kilogramme  
**g** : gramme  
**mg** : milligramme  
**µg** : microgramme  
**cm** : centimètre  
**mm** : millimètre  
**µm** : micromètre  
**nm** : nanomètre  
**B1** : beurre de chèvre de la région Beni Ahmed  
**B2** : beurre de vache de la région Beni Ahmed  
**B3** : beurre au lait de vache de la région Chadia  
**B4** : beurre au lait de vache de la région Taher  
**B5** : beurre au lait de chèvre de la région Taher  
**B6** : beurre de vache non salé issu de la région Chadia  
**B7** : beurre non salé de la région El Aouana  
**B8** : beurre de vache salé procuré auprès d'un éleveur dans la région Beni Ahmed  
**B9** : beurre de vache salé procuré auprès d'un éleveur de la région El Aouana

## Liste de tableaux

<b>Tab.1.</b> La composition moyenne du lait de vache comparativement au lait des autres espèces.....	2
<b>Tab.2.</b> Valeurs des classes lipidiques du lait .....	7
<b>Tab.3.</b> Profil en acides gras des lipides du lait (% des acides gras totaux) .....	8
<b>Tab.4.</b> Composition pondérale moyenne du beurre .....	11
<b>Tab.5.</b> Caractéristiques des cellules trouvées dans le lait.....	25
<b>Tab.6.</b> Interprétation des résultats de l'épreuve de la réductase.....	27
<b>Tab.7.</b> Paramètres microbiologiques des laits utilisés pour la fabrication du beurre .....	35
<b>Tab.8.</b> Paramètres physicochimiques des laits utilisés pour la fabrication du beurre .....	38
<b>Tab.9.</b> Développement de l'activité réductase avec le temps.....	39
<b>Tab.10.</b> Résultats du pH et de l'acidité titrable .....	40
<b>Tab.11.</b> Résultats des taux butyreux des différents échantillons.....	41
<b>Tab.12.</b> Résultats du taux protéique .....	43
<b>Tab.13.</b> Rendements beurriers relatifs aux différents échantillons de beurres de chèvres et de beurres de vache .....	46
<b>Tab.14.</b> Résultats du contrôle microbiologique des beurres fabriqués au niveau du laboratoire .....	49
<b>Tab.15.</b> Résultats du contrôle microbiologique des beurres fabriqués au niveau du laboratoire .....	49
<b>Tab.16.</b> Résultats des indices et des points de fusion et solidification.....	58
<b>Tab.17.</b> Distribution des notes obtenues lors du contrôle organoleptique des beurres fabriqués dans le laboratoire .....	76
<b>Tab.18.</b> Distribution des notes obtenues lors du contrôle organoleptique des beurres procurés chez les éleveurs.....	76

**Photos :**

**Photo .01.** Intensité de la couleur bleu verte lors de la recherche du glycérol.....66



<b>Fig.29.</b> Variation du niveau de contamination moyen par la flore psychrophile des échantillons du beurre selon l'origine du beurre.....	56
<b>Fig.30.</b> Variation du niveau de contamination moyen par la flore psychrophile des échantillons du beurre selon la région du prélèvement du lait servant à leur fabrication.....	56
<b>Fig.31.</b> Variation du niveau de contamination moyen par la flore caséolytique des échantillons du beurre selon le type du beurre.....	57
<b>Fig.32.</b> Variation du niveau de contamination moyen par la flore caséolytique des échantillons du beurre selon l'origine du beurre.....	57
<b>Fig.33.</b> Variation du niveau de contamination moyen par la flore caséolytique des échantillons du beurre selon la région du prélèvement du lait servant à leur fabrication.....	58
<b>Fig.34.</b> Variation de l'indice d'acide moyen selon l'origine du beurre.....	59
<b>Fig.35.</b> Variation de l'indice d'acide moyen selon la région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication.....	60
<b>Fig.36.</b> Variation de l'indice de saponification moyen selon l'origine du beurre.....	60
<b>Fig.37.</b> Variation de l'indice de saponification moyen selon la région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication.....	61
<b>Fig.38.</b> Variation de l'indice d'iode moyen selon la région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication.....	61
<b>Fig.39.</b> Variation de l'indice d'iode moyen selon l'origine du beurre.....	62
<b>Fig.40.</b> Variation de l'indice de peroxyde moyen selon la région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication.....	62
<b>Fig.41.</b> Variation de l'indice de peroxyde moyen selon l'origine du beurre.....	64
<b>Fig.42.</b> Variation du taux moyen d'impuretés selon le type du beurre.....	64
<b>Fig.43.</b> Variation du taux moyen d'impuretés selon l'origine du beurre.....	64
<b>Fig.44.</b> Variation du taux moyen d'impuretés selon la région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication.....	64
<b>Fig.45.</b> Variation du point de solidification / fusion selon l'origine du beurre.....	65
<b>Fig.46.</b> Variation du point de solidification / fusion selon la région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication.....	67
<b>Fig.47.</b> Chromatogramme du beurre de chèvre issu de la région Beni Ahmed.....	67
<b>Fig.48.</b> Chromatogramme du beurre de vache issu de la région Beni Ahmed.....	68
<b>Fig.49.</b> Chromatogramme du beurre de vache issu de la région Taher.....	68
<b>Fig.50.</b> Chromatogramme du beurre de vache issu de la région Chadia.....	68
<b>Fig.51.</b> Chromatogramme du beurre de chèvre issu de la région Taher.....	69
<b>Fig.52.</b> Chromatogramme du beurre de vache non salé procuré auprès d'un éleveur de la région Chadia.....	69
<b>Fig.53.</b> Chromatogramme du beurre de vache salé procuré auprès d'un éleveur dans la région El Aouana.....	70
<b>Fig.54.</b> Chromatogramme du beurre de vache salé procuré auprès d'un éleveur dans la région Beni Ahmed.....	70
<b>Fig.55.</b> Chromatogramme du beurre de vache salé procuré auprès d'un éleveur dans la région El Aouana.....	71
<b>Fig.56.</b> Taux des AG saturés et insaturés dans les différents beurres.....	72
<b>Fig.57.</b> Variation des notes globale moyenne selon le type du beurre.....	77
<b>Fig.58.</b> Variation des notes globale moyenne selon région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication.....	77

## Liste des figures et des photos

### Figures :

<b>Fig.1.</b> Représentation schématique de la structure supramoléculaire des globules gras dans les produits laitiers .....	10
<b>Fig.2.</b> Microstructure du beurre .....	12
<b>Fig.3.</b> Variation du niveau de contamination moyen en flore aérobie totale mésophile selon l'origine du lait .....	36
<b>Fig.4.</b> Variation du niveau de contamination moyen en flore aérobie totale mésophile selon la région du prélèvement du lait .....	36
<b>Fig.5.</b> Variation du niveau moyen de la flore lactique selon l'origine du lait .....	36
<b>Fig.6.</b> Variation du niveau moyen de la flore lactique selon la région du prélèvement du lait .....	36
<b>Fig.7.</b> Variation de l'acidité titrable selon l'origine du lait.....	38
<b>Fig.8.</b> Variation de l'acidité titrable selon la région du prélèvement.....	38
<b>Fig.9.</b> Variation de taux butyreux et des taux protéiques moyens selon l'origine du lait.....	41
<b>Fig.10.</b> Variation de taux butyreux et des taux protéiques moyens selon la région du prélèvement .....	41
<b>Fig.11.</b> Variation de la densité moyenne selon l'origine du lait .....	42
<b>Fig.12.</b> Variation de la densité moyenne selon la région du prélèvement .....	42
<b>Fig.13.</b> Variation des teneurs en MS et MM selon l'origine du lait .....	44
<b>Fig.14.</b> Variation des teneurs en MS et MM selon la région du prélèvement .....	44
<b>Fig.15.</b> Variabilité du rendement beurrier moyen selon l'origine du beurre .....	45
<b>Fig.16.</b> Variabilité du rendement beurrier moyen selon la région du prélèvement du lait servant à la fabrication du beurre .....	45
<b>Fig.17.</b> Variation de l'acidité titrable moyenne selon l'origine du beurre.....	48
<b>Fig.18.</b> Variation de l'acidité titrable moyenne selon la région du prélèvement du lait servant à la fabrication du beurre .....	48
<b>Fig.19.</b> Variation du niveau de contamination moyen par la flore totale aérobie mésophile selon l'origine du beurre .....	50
<b>Fig.20.</b> Variation du niveau de contamination moyen par la flore totale aérobie mésophile selon la région du prélèvement du lait servant à la fabrication du beurre.....	50
<b>Fig.21.</b> Variation du niveau de moyen par la flore totale aérobie mésophile selon le type du beurre (fabriqué au laboratoire ou procuré contamination auprès des éleveurs) .....	51
<b>Fig.22.</b> Variation du niveau de la flore lactique dans les échantillons du beurre selon l'origine des laits servant à leur fabrication .....	52
<b>Fig.23.</b> Variation du niveau de la flore lactique dans les échantillons du beurre selon la région du prélèvement des laits servant à leur fabrication.....	52
<b>Fig.24.</b> Variation du niveau de la flore lactique dans les échantillons du beurre selon le type du beurre (fabriqué au laboratoire ou procuré auprès des éleveurs) .....	53
<b>Fig.25.</b> Variation du niveau moyen de contamination par la flore fongique des beurres selon l'origine du lait .....	53
<b>Fig.26.</b> Variation du niveau moyen de contamination par la flore fongique des beurres selon la région du prélèvement du lait servant à leur fabrication .....	53
<b>Fig.27.</b> Variation du niveau moyen de contamination par la flore fongique des beurres selon le type du beurre .....	54
<b>Fig.28.</b> Variation du niveau de contamination moyen par la flore psychrophile des échantillons du beurre selon le type du beurre.....	55

# Introduction

## Introduction

Le lait et les produits laitiers constituent des aliments de base pour l'Homme. Indispensables pour le nouveau né, ils s'avèrent très bénéfiques pour l'adulte d'où l'intérêt qu'a porté l'homme tout le long de son existence au lait et à ses dérivés (**Vazquez De Prada, 1989**).

Il est probable que le lait de chèvre comme le lait de vache soit utilisé traditionnellement par les éleveurs depuis fort longtemps (**Desjeux, 1993**). Qu'il provient de la vache ou de la chèvre, le lait est une denrée fragile dont il faut stabiliser les composants nobles. C'est le but de sa transformation qui peut être artisanale ou industrielle.

Dans le contexte socioculturel de certains pays arabes, ce lait est souvent transformé par fermentation spontanée jusqu'à coagulation, suivie d'un barattage permettant de recueillir une part plus ou moins importante de matière grasse sous forme de beurre dit « Zebda ».

La qualité du lait et des produits laitiers représente une notion complexe parce qu'elle possède plusieurs dimensions telles que la qualité physicochimique et microbiologique.

Les études sur le beurre traditionnel local manquent. Dans cette optique l'étude qui suit va mettre le point sur les caractéristiques physicochimiques, microbiologiques et sur la composition chimique de ce beurre et ceci en se basant sur deux parties principales ; l'une bibliographique qui porte d'une part sur des généralités sur le lait, matière première de la fabrication beurrière, et d'autre part sur le beurre et sa technologie de fabrication

L'autre partie est pratique et englobe :

- le contrôle de la qualité de 6 échantillons de lait cru provenant de deux espèces animales, la vache et la chèvre, collectés de trois régions Jijeliennes à savoir Beni Ahmed, Chadia et Taher ;
- La fabrication au laboratoire selon la méthode traditionnelle de six échantillons de beurre à partir de ces laits.
- le contrôle de la qualité microbiologique, physicochimique et organoleptique et l'étude de la composition en acides gras par GC-MS des beurres fabriqués au niveau du laboratoire ainsi que de 4 autres beurres traditionnels procurés auprès des éleveurs de trois régions, Beni Ahmed, Chadia et El Aouana.

# **Synthèse bibliographique**

# **Le lait et sa matière grasse**

## I. LE LAIT ET SA MATIERE GRASSE

### I.1. Le lait :

**I.1.1. Définition :** Le lait a été défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant :

« Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum ». Les derniers termes sont importants car, de façon simple, ils sous-entendent les notions d'hygiène et de sécurité du produit (Pougheon et Goursaud, 2001).

Le lait est ainsi le seul aliment des mammifères nouveau-nés et il y a autant de laits différents qu'il existe de mammifères au monde (Pougheon et Goursaud, 2001).

**I.1.2. Composition du lait :** Le lait est une émulsion, constituée de globules gras sphériques en suspension dans le liquide. Cette émulsion est un équilibre instable; et les globules gras du lait qu'on laisse reposer après la traite tendent, du fait de leur plus faible densité, à se regrouper à la surface, formant ainsi la crème. Le lait est également riche en d'autres nombreux éléments solubles dans l'eau : protéines, lactose, sels minéraux ...dont certains sont synthétisés par la mamelle et d'autres importés directement du sang. Ainsi, la caséine, principale protéine du lait, et le lactose sont directement fabriqués par la mamelle (Cauty et Perreau, 2003).

La composition du lait varie selon de multiples facteurs, comme : la race, le stade de lactation, les conditions d'environnement et d'alimentation (Cauty et Perreau, 2003). En guise de comparaison, la composition moyenne des laits de différentes espèces est regroupée dans le **tableau 01**.

**Tableau 01 :** La composition moyenne du lait de vache comparativement au lait des autres espèces (Miller et al., 2002).

Nutriment	Vache	Humain	Chèvre	Brebis
<b>Protéines (g/100g)</b>	3.3	1.0	3.6	6.0
Caséines	2.7	0.6	-	-
Lactosérum	0.6	0.4	-	-
<b>Matière grasse (g/100g)</b>	3.3	4.4	4.1	7.0
<b>Lactose (g/100g)</b>	4.7	6.9	4.4	5.4
<b>Minéraux (mg/100g)</b>	0.7	0.2	0.8	1.0
Calcium	119	32	134	193
Phosphore	93	14	111	158
Magnésium	13	3	14	18
Potassium	152	51	204	136
<b>Vitamines (µg/100g)</b>				
Riboflavine	0.16	0.04	0.14	0.35
Vit. B12	0.36	0.04	0.06	0.71

**I.1.3. Le lait de Chèvre:** Le lait de petits ruminants revêt une importance très grande dans la région méditerranéenne. Dans certains pays, la production de lait de brebis et de chèvre est plus importante que celle de vache. Ce lait est quasi exclusivement valorisé sous forme de fromage. Sa composition s'avère très variable en fonction, notamment des

systèmes d'élevage et d'alimentation, des techniques de traite, des soins prodigués par l'éleveur, sans compter les facteurs strictement liés à l'animal: race, stade de lactation,... (Manfredini et Massari, 1989).

Tout comme le lait de vache, le lait de chèvre est un liquide blanc composé de lipides en émulsion sous forme de globules, de caséines en suspension colloïdale, de lactose et de minéraux en solution. Comparé au lait de vache, il est légèrement plus blanc (Amiot *et al.*, 2002). Dans l'ensemble, le lait de chèvre se rapproche plus du lait de vache que de celui de femme (Coveney et Darnton-Hill, 1985 ; Grandpierre *et al.*, 1988).

Il faut toutefois noter qu'une analyse plus détaillée de la composition chimique fait apparaître des particularités du lait de chèvre (Desjeux, 1993 ; Amiot *et al.*, 2002). Le pourcentage de matières grasses est sensiblement le même que dans le lait de vache. Ces matières se trouvent sous forme de globules légèrement plus petits ; le diamètre moyen se situe aux environs de 2  $\mu\text{m}$ , comparativement à environ 3-4  $\mu\text{m}$  pour le lait de vache. En raison de cette petite taille et d'un pourcentage plus faible d'agglutinine dans leurs membranes externes, les globules gras ont moins de tendance à s'agglomérer et les matières grasses du lait de chèvre ne contiennent pas de caroténoïdes. C'est probablement la raison de sa couleur blanche. Les triglycérides contiennent un pourcentage plus élevé d'acides gras contenant de six à dix atomes de carbones, soit les acides caproïque, caprylique et caprique. Ces triglycérides peuvent subir les mêmes types de dégradation (Amiot *et al.*, 2002).

Même si la teneur en azote non protéique du lait de chèvre est légèrement supérieure, ce lait contient un pourcentage inférieur de protéines. Le pourcentage de lactose est légèrement inférieur dans le lait de chèvre, étant d'environ 4.4% comparativement à 4.8% pour le lait de vache. Les minéraux présents dans le lait de chèvre et le lait de vache sont identiques. Toutefois on rapporte un pourcentage de sodium et de citrate légèrement inférieur dans le lait de chèvre (Amiot *et al.*, 2002).

A l'instar du lait de vache, la composition du lait de chèvre est influencée par des facteurs liés à l'animal, à la saison et aux pratiques d'élevage (Jaubert, 1994).

**1.1.4. La qualité du lait :** On peut définir la qualité en générale par l'aptitude du produit à satisfaire des besoins donnés, c'est-à-dire à répondre à des attentes des utilisateurs (Cauty et Perreau, 2003).

En l'occurrence pour le lait, ce serait l'aptitude à être conditionné en lait de consommation ou transformé en divers produits (fromages, desserts lactés...) sans difficulté technologique (Cauty et Perreau, 2003). Pour aboutir, au travers d'un rendement optimum, à des produits laitiers performants, afin de concourir à la couverture des besoins nutritionnels des consommateurs en toute sécurité, c'est-à-dire sans véhiculer de germes ou de substances susceptibles d'entraîner des troubles quelqu'en soit la gravité (Goursaud, 1987 ; Cauty et Perreau, 2003). Les différentes performances requises au niveau de la consommation, sont de nature nutritionnelle (nutriments et biodisponibilité), hygiénique (toxicologie, microbiologie) et sensorielle (Luquet, 1983).

Pour ce qui est de lait cru, destiné à une fabrication donnée, la mesure de son aptitude à la valorisation industrielle sera conduite par l'analyse technique et scientifique alors que l'examen sensoriel n'a pas, à ce niveau, beaucoup d'intérêt. De ce fait, les aspects



hygiéniques et nutritionnels (composition chimique globale et biodisponibilité) sont fondamentaux pour les produits laitiers (Goursaud, 1987).

**I.1.4.1. Nature de problèmes dans le lait :** Dans le contexte de la production laitière actuelle, les problèmes à envisager sont :

**A. Problèmes d'ordre microbiologique :** La sécrétion mammaire est normalement stérile dans le pis, sauf, bien sûr s'il y a une mammite, apparente ou non ; c'est en fait la plupart du temps au moment de la traite qu'il va se charger en microorganismes de l'environnement, qu'ils proviennent des trayons, des installations de traite...ou encore du personnel (Gounelle, 1969, Ayerbe, 2001),

Les microorganismes, dénombrés lors de l'analyse bactériologique du lait, sont de différentes natures et n'ont pas tous les mêmes impacts. On peut distinguer les bactéries lactiques des germes indésirables (Cauty et Perreau, 2003).

Les premières sont intéressantes pour la transformation fromagère. Parmi les germes indésirables, on distingue les germes provoquant des défauts de fabrication de ceux qui sont pathogènes (Cauty et Perreau, 2003). Les premiers peuvent être nombreux si la récolte du lait n'a pas été soignée. Ils concernent : Les bactéries coliformes, les bactéries protéolytiques qui dégradent profondément la caséine et donnent des mauvais goûts, les bactéries lipolytiques attaquant la matière grasse et provoquant le goût de rance, les germes et les spores butyriques (Trémolières et al., 1984 ; Cauty et Perreau, 2003).

Ces germes en se multipliant dans le milieu, provoquent des transformations nuisibles à la qualité des produits par dégradation de leurs constituants (protéines, lipides, lactose) et (ou) libération en leur sein de composés indésirables. Ces dégradations qui peuvent être dues à des bactéries, levures et moisissures se traduisent par des défauts de goût, d'odeur, d'aspect et de texture (Beuvier et Feutry, 2005).

Des microorganismes pathogènes provenant de la vache malade ou d'une contamination par les manipulateurs peuvent être présents dans le lait (Joffin et Joffin, 1999). Il s'agit entre autres des :

Listérias : qui peuvent provoquer des mammites subcliniques difficilement détectables (Cauty et Perreau, 2003).

Salmonelles : qui entraînent chez l'Homme des gastro-entérites. Le lait peut être contaminé par les salmonelles présentes dans les bouses ou l'eau utilisée lors du lavage du matériel de traite (Cauty et Perreau, 2003).

Staphylocoques : il s'agit de germes les plus fréquemment isolés dans les mammites de la chèvre. La principale source de contamination du lait est intramammaire (Lerondelle et Poutrel, 1984 ; Manser, 1986; Dumoulin et Peretz, 1993).

**I.1.4.1.2. Problèmes liés aux contaminants physicochimiques :** Ils sont soit liés à des administrations médicamenteuses soit à l'alimentation ou encore à l'environnement (Lahellec, 2001).

Le problème qui a sans doute le plus d'importance est celui de la présence éventuelle de médicaments, et en particulier d'antibiotiques (Lahellec, 2001). Selon Eyerson (1984), la

présence de ces résidus dans le lait peut provoquer une inhibition partielle ou totale de la production d'acide par les levains lactiques. Ceci pourrait retarder les processus bactériologiques utilisés dans la production de certains produits laitiers et par conséquent, engendrer des pertes économiques importantes pour l'industrie laitière (Moretain, 1986 ; Beyer, 1986).

Les conditions d'alimentation jouent un rôle prépondérant sur la qualité physicochimique du lait. Parmi les problèmes que l'on peut évoquer figurent les aflatoxines. L'aflatoxine M1, métabolite secondaire de l'aflatoxine B1, est rencontré dans le lait des animaux ayant ingérés des aliments contaminés par l'aflatoxine B1 (khaddor et al., 2003).

Le lait est comme d'autres denrées alimentaires un témoin de la pollution de l'environnement (Leseur, 2001). Parmi les sources de pollution on cite : les résidus de pesticides, les organochlorés fortement rémanents, les métaux lourds et les polluants radioactifs.

**I.1.4.1.3. Autres problèmes :** Parmi ces problèmes, on cite :

**a. La lipolyse:** Un autre critère de qualité est celui relatif à la lipolyse entraînant des défauts de rancidité (Mathieu, 1984). On distingue deux types de lipolyse (Linden, 1987) :

- La lipolyse spontanée qui se développe sans action mécanique sur le lait cru ; elle caractérise les laits dits naturellement actifs ou sensibles;
- La lipolyse induite ; déclenchée par une agitation mécanique ou une turbulence du lait.

La lipolyse est une réaction de nature enzymatique qui est catalysée par la lipase. Cette enzyme est naturellement présent dans le lait où peut être développé par les bactéries. Il dégrade le lait lorsqu'il est en trop grande quantité ou que les globules de matières grasses ont été endommagés. La lipolyse consiste donc, avec l'aide de la lipase, à briser le lien entre les acides gras et le glycérol, et cette réaction se produit principalement sur les triglycérides. Les acides gras ainsi libérés, particulièrement ceux à courte chaîne, c'est-à-dire ceux qui contiennent de quatre à huit atomes de carbone, sont responsables de l'apparition du goût de rance que peut prendre le lait (Amiot et al., 2002).

**b. Le mouillage :** Ce problème se pose lorsqu'on constate une teneur du lait en eau supérieure à sa concentration naturelle. Le lait est alors moins riche en composants organiques ce qui entraîne une baisse du rendement fromager (Cauty et Perreau, 2003).

**c. Le filage :** Il peut être dû à des agents non bactériens (excès de crème, coagulation de la lactalbumine par chauffage), à une action microbienne indirecte (passage de leucocytes et de fibrines dans le lait consécutivement à une mammite) ou à une action microbienne directe, causé alors par les capsules mucilagineuses de bactéries telles que *Alcaligenes viscosus*, *Micrococcus*, *Acrobacter*, *Leuconostoc* qui se développent à faible température (Guiraud et Galzy, 1980).

**I.1.4.2. Le contrôle de la qualité du lait cru :** L'analyse du lait vise à détecter les défauts suivants:

- Impuretés,
- Adultération (mélanges),
- Composition modifiée (par ex. eau, matières grasses ou protéines),

- Altération (ex : altération de l'odeur ou de la saveur, conservation inadéquate, lait provenant de mamelles infectées, détérioration des matières grasses),
- Additifs ou résidus de substances étrangères non autorisés,
- Paramètres hygiéniques insuffisants.

Les facteurs tels que l'heure de la traite, race, âge du bétail, stade de lactation, affouragement, conditions climatiques, altitude, etc., peuvent jouer un rôle dont il faut tenir compte dans l'appréciation du lait (Berger et al., 2004).

Avec le développement des méthodes d'analyse fiables et reproductibles, il existe trois familles de critères fondamentaux pour caractériser la qualité du lait : les critères physiques, les critères chimiques et les critères hygiéniques.

**a. Les critères physiques:** Les critères physiques sont révélateurs de l'aspect général du lait. Ils sont le plus souvent associés à la densité, au pH et à la température du lait. Toutefois, l'intérêt de ces critères pour l'évaluation de la qualité globale du lait demeure très restreint, à moins de ne suspecter des dénaturations ou des fraudes (acidification en raison d'un stockage inadéquat, mouillage). C'est pourquoi, ils ne suffisent pas à eux seuls pour caractériser la qualité du lait (Srairi et Hamama, 2006).

**b. Les critères chimiques:** Les critères chimiques sont plus associés à la teneur du lait en substances nutritives. À cet égard, l'industrie a mis au point des méthodes analytiques de laboratoire pour doser le contenu du lait en divers nutriments qui assurent la valeur alimentaire du produit et ses usages en transformation laitière. Ce sont traditionnellement les protéines, les matières grasses et, à un degré moindre le calcium. Ces analyses fournissent une image complète d'un volet fondamental de la qualité du lait, notamment pour ses usages alimentaires et industriels. Dans certains pays, ces critères sont très importants dans les grilles de paiement du lait aux producteurs (Srairi et Hamama, 2006).

**c. Les critères hygiéniques:** Les critères hygiéniques visent à compléter l'image de la qualité du lait en s'attachant à en caractériser les aspects microbiologiques. Ainsi, ils dévoilent l'image de la contamination en microorganismes dans un échantillon de lait (Srairi et Hamama, 2006). Plusieurs catégories de germes pathogènes ou d'altération sont à rechercher systématiquement au stade de la production (Leseur, 2001). Aussi diverses méthodes ont été mises au point, selon le type de flore microbienne à dénombrer. Les plus communément utilisées sont destinées à mesurer la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les coliformes totaux et fécaux et les flores pathogènes pour l'Homme, dont les plus recherchées sont *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp.*, *Listeria monocytogenes*,...

Pour chacune de ces flores microbiennes, des tests microbiologiques de routine ont été mis au point afin de déterminer leur importance relative dans le lait et fournir, par conséquent, des indications sur les conditions de production et de stockage, voire de traitement du lait avant sa commercialisation et sa consommation par les humains (Srairi et Hamama, 2006).

**I.2. La matière grasse du lait :** Avant d'aborder l'étude de la technologie de la fabrication du beurre, il convient de citer quelques notions sur la matière grasse du lait car cette dernière joue un rôle vital dans la fabrication du beurre.

**I.2.1. Aspect chimique:** Les termes « matière grasse » et « lipide » ne sont pas synonymes (Kuzdzal-Savoie, 1987). On range sous le terme de matière grasse des substances aux

propriétés et aux structures chimiques souvent bien éloignées mais possédant les caractéristiques communes suivantes (Pougheon et Goursaud, 2001) :

- Insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques (éther, benzène) ;
- Leur masse volumique est inférieure à celle de l'eau (# 0.92 Kg/l).

**I.2.1.1. Composition et structure :** Le lait de vache contient naturellement entre 3.6% et 4.5% de matière grasse. La matière grasse ne contient pas les lipides polaires, par contre, elle contient des composés liposolubles qui ne sont pas des lipides au sens strict (Kuzdzal-Savoie, 1987). Cela sous entend l'ensemble des composés lipidiques qui par hydrolyse des esters redonnent des acides gras libres (AGL) et des corps liposolubles : caroténoïdes, cholestérol, squalène, vitamines liposolubles (Banks, 1991). La matière grasse du lait est donc un mélange très complexe composé pour l'essentiel de triglycérides ou triacylglycérols et secondairement de diglycérides (diacylglycérol), lipides complexes et substances liposolubles insaponifiables (Pougheon et Goursaud, 2001).

**I.2.1.2. Classes lipidiques :** La matière grasse du lait est particulièrement complexe en terme de composition, mais aussi de structure. En effet, on ne dénombre pas moins de 7 familles complexes de lipides (Couvreur et Hurtaud, 2007).

La majorité des lipides est représentée par des TAG qui se trouvent pour 98% dans les globules lipidiques (Gnadig, 2001). Ce sont les entités typiques de la matière grasse laitière (Kuzdzal, 1987). Ils sont les esters de glycérol et d'acides gras. Ces molécules sont hydrophobes et apolaires (Pougheon et Goursaud, 2001).

Les teneurs en classes lipidiques du lait ont été rapportées dans différentes publications (Christie, 1983 ; Jensen et Clarck, 1988 ; Bitman et Wood, 1990 et Jensen et al., 1991).

Tableau 02 : Valeurs des classes lipidiques du lait (Bitman et Wood, 1990).

Stade de lactation (jours)			
classe (%)	3	7	42
Acides gras libres	0.26	0.19	0.28
Cholestérol	0.53	0.41	0.46
Diacylglycérols	1.01	1.16	2.25
Esters de cholestérol	0.05	0.03	0.02
Monoacylglycérols	0.06	0.06	0.08
Phospholipides	0.72	1.06	1.11
triacylglycérols	97.35	97.11	95.80

Outre les TAG, on trouve les monoacylglycérols (MAG) et des diacylglycérols (DAG) dans les globules gras du lait. Ils ne résultent pas d'une lipolyse parce qu'ils sont présents à des teneurs trop élevées en comparaison de celle en acides gras libres (AGL) du lait (Gnadig et al., 2001).

Les autres classes lipidiques sont principalement représentées par des phospholipides, qui se trouvent principalement liés dans la membrane globulaire, des sphingolipides et des stérols, aussi présents dans la membrane des globules lipidiques. Les stérols sont représentés principalement par le cholestérol ; on trouve seulement des traces d'autres stérols (Linden et Lorient, 1994 ; Gnadig et al., 2001).

L'analyse des lipides laitiers est très complexe compte tenu de l'importance quantitative des TG et du grand nombre d'acides gras présents dans les lipides. L'analyse des TG et le profil en acides gras sont réalisés en utilisant différentes méthodes de chromatographie liquide haute performance (CLHP) et de chromatographie phase gazeuse (CPG) (Gnadig et al., 2001).

L'importance de pouvoir contrôler le profil en acides gras du lait se présente sous deux perspectives différentes. Le premier aspect concerne les qualités nutritionnelles des matières grasses laitières alors que le second touche plutôt leurs propriétés rhéologiques (élasticité, viscosité, plasticité, etc.) (Chouinard et Turgeon, 1998).

Il faut noter que la composition en acides gras du lait est variable selon la race, la saison et l'alimentation (Chambon, 1992).

**1.2.1.3. Les acides gras :** Ce sont les éléments fondamentaux de la matière grasse puisqu'ils représentent 90% de la masse des glycérides (Pougheon et Goursaud, 2001). L'analyse des acides gras du lait est très complexe, en raison de leur nombre. Jusqu'à maintenant 406 acides gras ont été identifiés dans les lipides laitiers. La complexité de la composition en acides gras et aussi les caractéristiques de certains acides gras compliquent l'analyse (Gnadig et al., 2001).

Le tableau ci-après représente le profil en acides gras des lipides du lait.

**Tableau 03 :** Profil en acides gras des lipides du lait  
(% des acides gras totaux) (Renner, 1983)

Structure	Nomenclature	Moyenne	Min-max
C4 :0	Acide butyrique	3.6	2.5-6.2
C6 :0	Acide caproïque	2.3	1.4-3.8
C8 :0	Acide caprylique	1.3	0.5-1.9
C10 :0	Acide caprique	2.7	1.9-4.0
C12 :0	Acide laurique	3.3	1.9-4.7
C14 :0	Acide myristique	10.7	7.8-14.0
C14 :1	Acide myristoléique	1.4	0.3-2.6
C15 :0	Acide pentadécanoïque	1.2	0.4-2.3
C16 :0	Acide palmitique	27.6	22.0-41.9
C16 :1 7c	Acide palmitoléique	2.6	0.9-4.6
C17 :0	Acide heptadécanoïque	0.9	0.4-1.6
C18 :0	Acide stéarique	10.1	6.2-13.6
C18 :1 9c	Acide oléique	26.0	19.7-34.0
C18 :2 9c12c	Acide linoléique	2.5	0.8-5.2
C18 :3 9c12c15c	Acide $\alpha$ -linoléique	1.4	0.3-2.9

Les acides gras (AG) peuvent être classés de plusieurs façons selon les différentes caractéristiques de la molécule. Suivant la longueur de la chaîne on distingue 3 classes d'acides gras, avec des bornes de définition parfois variables selon les auteurs. Les AG courts (généralement jusqu'à C10) sont peu représentés dans le lait (10%) qui contient surtout des AG moyens (du C12 au C17) pour 48% et des AG longs (C18 et au-delà) pour environ 42% (Paccard et al., 2006).

L'analyse de la composition des acides gras du lait montre que les 2/3 des acides gras sont saturés, ce qui est pour certains à l'origine de sa mauvaise image santé et le 1/3 restant insaturé (Linden et Lorient, 1994 ; Paccard et al., 2006). Les acides gras monoinsaturés (AGMI) représentent environ le tiers des AG du lait. Les AG polyinsaturés (AGPI), à au moins deux doubles liaisons, qui pour certains ont des propriétés intéressantes, ne représentent que 3% des AG totaux, mais leur teneur peut varier sensiblement (Paccard et al., 2006). Chez les ruminants la présence d'AG impairs et ramifiés reste une de leur spécificité (Bozzolo, 2004).

La composition en acide gras (AG) des triglycérides, en modifiant les points de fusion de la MG, joue un rôle déterminant sur l'aptitude à la transformation du lait (Couvreur et al., 2006).

Chez la vache 40 à 50% des AG proviennent de la synthèse *de novo* des AG à partir des acides gras volatils (AGV) (Bozzolo, 2004). La cellulose ingérée par la vache subit dans le rumen une fermentation qui aboutit à la formation d'AG en C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> ou C<sub>4</sub> (acides acétiques, propionique et β-hydroxybutyrate) ; ils sont ensuite transportés par le sang dans la mamelle où ils sont activés, additionnés dans les cellules des acini pour donner les AG pairs plus ou moins longs de 4 à 16 atomes de carbone, la prolongation en C<sub>18</sub> est impossible du fait de l'absence d'une enzyme (Bitman et al., 1996).

Le sang véhicule des AG d'origine alimentaire et des AG synthétisés par le foie. Ils sont saturés, insaturés essentiellement de 14 à 18 C. Ces AG sont libérés dans les capillaires et captés par les cellules lactogènes ; d'autre part les microorganismes du rumen sont à l'origine d'AG qu'ils ont saturés par hydrogénation (acide linoléique → acide oléique à double liaison *trans*). Les cellules des acini ont aussi la possibilité de créer une double liaison entre deux atomes de C de l'acide stéarique saturé pour ainsi fabriquer 30 à 60% de l'acide oléique du lait (Pougheon et Goursaud, 2001).

**1.2.2. Etat globulaire :** La matière grasse est sous forme de globules gras (visibles au microscope) en émulsion dans la phase aqueuse du lait. Une émulsion est une dispersion de fines gouttelettes d'une substance liquide dans un autre liquide. Suivant la nature de la phase dispersée, on distingue les émulsions de matière grasse dans l'eau (le lait) des émulsions d'eau dans la matière grasse (le beurre). La stabilité de l'émulsion est due à la présence d'une membrane lipoprotéique chargée négativement (Pointurier et Adda, 1969).

Les globules gras sont sphériques, de dimensions variées d'une espèce à l'autre, de 0.1 à 20 μm. Dans le lait de vache le diamètre moyen est de 4 à 5 μm (Alais, 1997 ; Pougheon et Goursaud, 2001). Ce diamètre diminue du début à la fin de la lactation tandis que le nombre de globules gras augmente et au cours d'une traite, le diamètre augmente ; un globule gras est donc plus gros en fin de traite que de début de lactation. La taille des globules gras est aussi un caractère propre à la race (Pougheon et Goursaud, 2001).

La variabilité de la composition en acides gras (AG) et de la taille des globules gras (GG) de la matière grasse du lait se répercute sur les fabrications beurrières (temps de barattage, pertes de matière grasse dans le babeurre et texture du beurre) (Couvreur et al., 2004).

**1.2.2.1. Composition des globules gras :** La structure du globule gras est hétérogène, en allant du centre à la périphérie, on trouve successivement (Pointurier et Adda, 1969) :

- Une zone de glycérides à bas point de fusion, liquides à température ambiante ;
- Une zone riche en glycérides à haut point de fusion ;



- Une zone corticale : la membrane du globule gras qui joue un rôle très important en raison de sa composition et de ses propriétés.

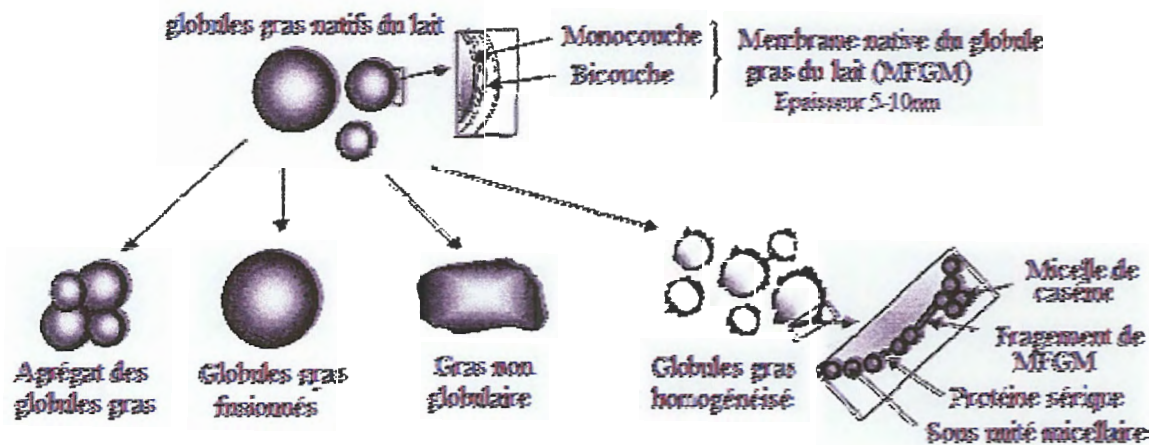


Figure 01 : Représentation schématique de la structure supramoléculaire des globules gras dans les produits laitiers (Lopez, 2005).

**I.2.2.2. Séparation des globules gras :** La matière grasse peut aussi se présenter sous forme de groupements de globules gras. Les agglutinines peuvent s'associer à la couche périphérique des globules gras individuels et favoriser leur juxtaposition sous forme de grappes de plusieurs centaines d'unités, facilitant d'autant l'ascension de la matière grasse suivant la loi de Stokes (Angers, 2002). Ainsi une émulsion laissée au repos à 15<sup>0</sup>C se sépare en deux phases distinctes : il y a une remontée des globules ce qui constitue le phénomène du crémage (c'est un phénomène réversible) (Pougheon et Goursaud, 2001). Les laits à gros GG ont de meilleurs rendements en terme d'écémage. En effet, les petits GG (< 0,7 mm) sont souvent perdus lors de l'écémage et partent dans le lait écrémé (Walstra et al., 1999).

# Le beurre



## II. LE BEURRE

**II.1. Définition :** Le beurre est un produit laitier de type émulsion d'eau dans de la matière grasse d'origine exclusivement laitière obtenu après barattage et maturation de la crème du lait (Fredot, 2006).

Dix litres de lait donnent 1 Kg de crème qui donne 400g de beurre (Apfelbaum, 2004). Il doit contenir au moins 82% de matière grasse d'origine butyrique, au maximum 16% d'eau et pas plus de 2% de matière sèche non grasse (Adrian et al., 1981 ; Juriaanse et Heertje 1988 ; Walstra et al., 1999 ; Fredot, 2006).

**II.2. 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 (1 à 5 microns) de babeurre diluées par l'eau de lavage. Cette phase aqueuse ne doit pas excéder 18% dont 16% d'eau et 2% de matières sèches non grasses (lactose, protéines, sels minéraux) (Trémolière et al, 1984). La figure 01 illustre la microstructure du beurre et le tableau 04 montre sa composition pondérale moyenne.

Tableau 04 : Composition pondérale moyenne du beurre (Pointurier et Adda, 1969).

Composants	%	Détails et proportions	
<b>Phase grasse</b>	82 (82 à 84)	Triglycérides	82%
		Phosphatides	0.2 à 1%
		Carotène	3 à 9 mg.kg <sup>-1</sup>
		Vitamine A	9 à 30 mg.Kg <sup>-1</sup>
		Vitamine D	0.002 à 0.04 mg.kg <sup>-1</sup>
		Vitamine E	8 à 40 mg.kg <sup>-1</sup>
<b>Eau</b>	≤ 16 (14 à 16)		
<b>Extrait sec dégraissé</b>	≤ 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,	traces
		peptides, acides aminés	
		sels (autres que NaCl)	
		dont :	
		Citrates	
Vitamine C	0.1%		
Vitamine B <sub>2</sub>	0.02%		
		3 mg.Kg <sup>-1</sup>	
		0.8 mg.Kg <sup>-1</sup>	

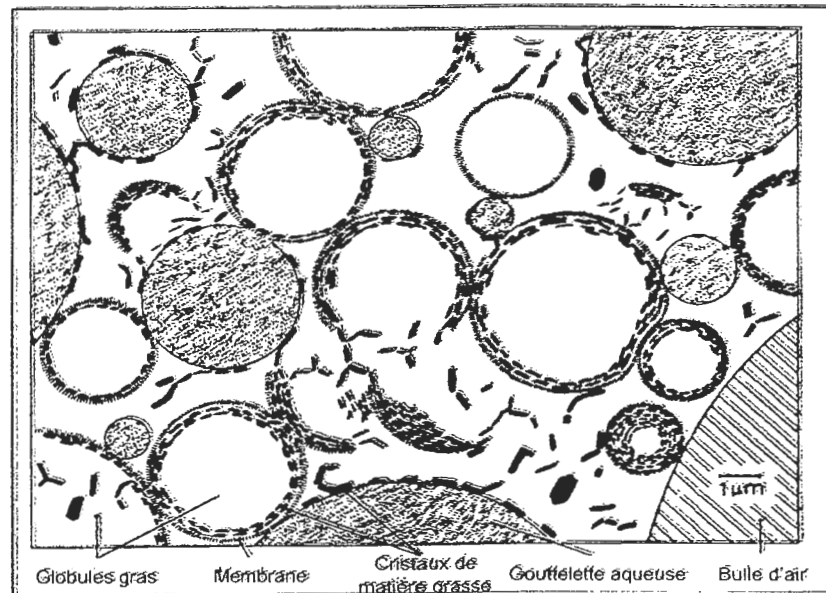


Figure 02 : Microstructure du beurre (Walstra et al., 1999).

**II.3. Différents types de beurre :** Suivant le lieu, les soins apportés, le processus de fabrication, on obtient des beurres de présentation et de qualités différentes (Mohtadji-Lamballais, 1989).

**a. 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 certaines altérations provenant des manipulations manuelles de malaxage et de rinçage insuffisantes. Il s'altère rapidement parce qu'il contient encore du petit lait (Mohtadji-Lamballais, 1989).

**b. Les beurres laitiers :** C'est des beurres fabriqués à la laiterie ayant obtenue l'agrément des services vétérinaires et du ministère de l'agriculture. Leur production est donc soumise à un contrôle permanent (Mohtadji-Lamballais, 1989). Ce beurre a un bon arôme et une bonne conservation (Fredot, 2006).

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

**d. Le beurre pasteurisé :** La crème est pasteurisée à 95°C pour détruire les germes. Elle doit être réensemencée en ferments lactiques sélectionnés pour permettre sa maturation. Le "goût de beurre" du beurre pasteurisé est moins prononcé, mais il peut se conserver un à deux mois au réfrigérateur. C'est le beurre qui, maintenant, est vendu le plus couramment (Mohtadji-Lamballais, 1989).

Différentes dénominations existent :

**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 3 g de sel pour 100 g 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 (Mohtadji-Lamballais, 1989).

**e. Les beurres aromatisés :** Ils ont subi l'addition de divers produits tels que épices, herbes aromatiques, fromage, ail, miel, fruit, cacao... (Fredot, 2006).

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

**g. 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).

**h. Le beurre de cuisine ou beurre cuisinier :** 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).

**II.4. Beurres d'appellation d'origine contrôlée :** Les quatre AOC sont « beurre Charente-poitou », « beurre des Charentes », « beurre des Deux-Sèvres », « beurre d'Isigny » (Luquet, 1990). Ces spécificités ne s'adressent qu'aux catégories de beurres extra-fin (sans réintroduction de crème conservée ou d'huile de beurre) et « crus » ou pasteurisés, fabriqués selon la méthode traditionnelle (Bozzolo, 2004).

## II.5. Technologie de fabrication du beurre :

La fabrication du beurre passe par les étapes suivantes :

**II.5.1. Ecrémage du lait :** Il permet d'obtenir la crème, matière première de beurre. L'écémage à l'aide d'une centrifuge à grand débit est devenu la règle. Il s'est substitué à l'écémage spontané. Il permet la rotation très rapide à l'intérieur d'une cuve et engendre la formation de deux phases : une phase lourde (la crème) et une phase légère (le lait écémé ou petit lait) (Veisseyre, 1979 ; Trémolières, 1984 ; Fredot, 2006).

Le lait doit être filtré avec très grand soin avant d'être reçu dans les écèmeuses. Cette filtration ou ce coulage s'opère en le faisant passer à travers un tamis métallique fin, ou une toile ordinaire soutenue sur un petit cadre. Une bonne filtration est indispensable pour retenir les poils, les poussières ou petits corps étrangers qu'il est si désagréable quelquefois de retrouver ensuite dans le beurre (Chirade et Moreau, 2000).

La fabrication du beurre comprend deux opérations principales ; la préparation de la crème qui est la matière première, et la fabrication du beurre avec cette crème (Chirade et Moreau, 2000).

**II.5.1.1. Préparation de la crème :** De nombreuses opérations successives interviennent pour conditionner goût et texture du produit final (Bozzolo, 2004). Celles-ci concernent :

**a. Normalisation :** Cette opération préliminaire consiste à régler le taux de matière grasse de la crème entre 35 à 40 en fabrication traditionnelle et 40 à 45 en fabrication continue. Elle est d'autant plus nécessaire lorsque l'on fait appel à des crèmes de diverses provenances dont les taux de matière grasse sont variables, ce qui complique la conduite des machines en multipliant les changements de réglage (Luquet, 1990).

**b. 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 (Luquet, 1990 ; Angers, 2002). Ainsi une crème d'acidité supérieure à 0.20% risque d'engendrer des saveurs anormales de poisson, d'oxydation et d'entrepôt dans le beurre de conservation prolongée (Angers, 2002). Pour la désacidification deux techniques sont envisageables :

- Le lavage de la crème : cette technique préconise une dilution de la crème acide avec de l'eau jusqu'à 1 à 2 fois son volume puis une centrifugation de façon à éliminer l'eau de lavage et appauvrir ainsi la phase aqueuse en non gras altéré (Luquet, 1990).
- Addition de neutralisants : on utilise généralement des neutralisants sodiques ou calciques (Angers, 2002). C'est la lessive de soude (30 à 40 de soude) qui la plus largement utilisée en raison de sa rapidité d'action, de sa grande solubilité et de son faible coût (Luquet, 1990).

**c. Pasteurisation de la crème :** Elle n'est pas obligatoire mais ses avantages ont conduit à sa généralisation (Trémolières, 1984). Selon le traitement du produit, crème crue à partir de lait cru, ou pasteurisation, les qualités organoleptiques, notamment le goût, s'en trouvent modifiées (Bozzolo, 2004).

Elle doit intervenir le plus rapidement possible après l'écémage afin de limiter les risques d'altération de la matière grasse. Ce traitement thermique est effectué le plus souvent dans des échangeurs à plaques (Luquet, 1990). On soumet la crème à une pasteurisation plus intense que celle du lait : au minimum 74.4°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 matière grasse. Le chauffage doit être suffisant pour détruire les levures et les moisissures, le plus possible des bactéries et d'enzymes, dont les lipases et la peroxydase (Angers, 2002). L'effet thermique a pour but initial la maîtrise sanitaire de la crème. Secondairement il participe à la régularité de la maturation pour un produit plus constant, en inhibant, en particulier, l'activité des ferments responsables de la lipolyse partielle des triglycérides. De surcroît, la libération par la chaleur des groupes sulfhydriles (SH), à partir de la  $\beta$  lactoglobuline, permet de développer une protection antioxydante (Bozzolo, 2004).

**d. Refroidissement :** La crème pasteurisée fait l'objet d'un refroidissement rapide. Il se fait entre 10 et 15°C et permet la régulation de l'activité de la flore microbienne, la cristallisation de la matière grasse qui avait fondu par le chauffage et d'éviter l'apparition d'un goût de cuit (Fredot, 2006).

**e. Dégazage :** Très largement utilisé en industrie, cette opération se déroule sous vide partiel et en deux temps (Luquet, 1990) :

- 1<sup>er</sup> dégazage : qui intervient juste avant la pasteurisation à une température de 70 à 78°C et sous une dépression de 70cm de mercure, afin d'éliminer les gaz dissous dans la crème et de réduire ainsi les risques ultérieurs d'encrassement des appareils de chauffage.

- 2<sup>ème</sup> dégazage : réalisé après la section chambrage du pasteurisateur à une température de 90 à 95°C et sous une dépression de 40cm de mercure, afin de limiter l'éventuel goût de cuit de la crème chauffée à haute température (Luquet, 1990).

Cependant l'opération de dégazage atténue aussi les arômes positifs, appréciés dans les crèmes crues, marqueurs importants de la typicité (Bozzolo, 2004). Après la seconde désodorisation, la crème est refroidie à la température choisie pour effectuer sa maturation (Luquet, 1990).

**f. Maturation de la crème :** À partir des crèmes standardisées, pasteurisées ou crues selon les fabrications, la différenciation qualitative ne prend véritablement effet qu'avec les modalités applicatives des maturations physiques et biologiques (Bozzolo, 2004) :

**-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 matière grasse et, par conséquent, varieraient avec les saisons. Au printemps et à l'été, l'augmentation de la proportion des acides insaturés, à faibles poids moléculaires et à bas point de fusion, se traduirait par une consistance molle et une texture grasseuse du beurre. Par contre à l'automne et à l'hiver, le beurre aurait une consistance ferme, cassante, et une texture collante, résultant d'une augmentation de la proportion des acides gras saturés, à haut point de fusion (Angers, 2002).

Pour éviter cette situation, il s'agit d'adapter la fabrication aux changements qui surviennent dans la composition et les propriétés de la matière grasse. C'est dans ce but que l'on effectue à froid, la maturation physique de la crème pasteurisée. Le principe est de la refroidir et de la maintenir à basse température assez longtemps pour obtenir une proportion optimale de gras solidifié par rapport au gras liquide. Ce traitement devra donc être plus long l'été que l'hiver, en raison de la proportion plus élevée d'acides gras insaturés à bas points de fusion (Angers, 2002). Ce paramètre oriente la consistance soit vers des beurres mous (>85% de MG liquide, 15% de MG solide), soit vers des beurres à bonne tartinabilité (65% à 78% de MG liquide) (Bozzolo, 2004).

En effet, l'orientation de la cristallisation en fonction de process thermique appliqué modifie la texture des beurres. A faible température (5 à 6°C), les pertes de MG (dans le babeurre) sont faibles, mais cette technique diminue la proportion de MG liquides. La vitesse de refroidissement intervient aussi sur la nature de la cristallisation des triglycérides. En régime d'abaissement rapide, la part des MG solides augmente, initiant des cristaux fins et un retard pour les AG courts et insaturés qui restent dans la MG liquide. Ces conditions génèrent des beurres mous (modalité appliquée aux beurres d'hiver). En régime lent, la cristallisation est plus grossière et fournit des beurres plus fermes (plus appropriée aux beurres d'été) (Bozzolo, 2004).

**- Maturation biologique :** La phase de maturation biologique des crèmes, soit à partir des ferments naturels (lait crus) ou réensemencées dans le cas des crèmes pasteurisées avec

des souches sélectionnées et à spécificité marquée (Bozzolo, 2004). Dont les unes sont acidifiantes, les autres aromatisantes en raison de leur production de diacétyl à partir de certains constituants de la crème. Elle est réalisée pendant une douzaine d'heures à 13-15 °C. Les modalités varient avec la saison, l'origine des crèmes et les caractères de beurre à fabriquer (beurre doux ou acide) (Dupin *et al.*, 1992).

Le but de la maturation est d'épaissir la crème, de faciliter le barattage et d'assurer le plus grand développement possible de l'arôme (Fredot, 2006).

Durant la maturation biologique, le travail de l'activité fermentaire contribue au développement des arômes caractéristiques des beurres et à la modification physique de la crème. Avec la chute du pH liée aux sous produits de la fermentation lactique, en plus de la protection biologique assurée, cette acidité facilite la coalescence des globules gras et l'inversion de phase (Bozzolo, 2004).

Il faut souligner que la maturation biologique traditionnelle correspondant à un minimum de 12 heures entre 9 et 15 °C est obligatoire pour les beurres AOC (Mahaut *et al.*, 2000).

Dans les usines importantes, la maturation est souvent remplacée par une injection dans le beurre doux (fabriqué sans maturation) d'un mélange d'acide lactique et d'arôme de beurre, préparé biologiquement, accompagné d'une culture de bactéries lactiques (procédé NIZO) (Trémolières *et al.*, 1984).

**II.5.1.2. Passage de la crème au beurre :** La fabrication du beurre nécessite deux opérations distinctes, soit l'inversion de l'émulsion de la crème puis l'expulsion du babeurre. Ce procédé est le barattage (Angers, 2002).

**II.5.1.2.1. Principe de barattage :** Plusieurs théories ont tenté d'expliquer le phénomène de butyrication qui se produit lors du barattage, notamment celle de l'agglomération, de la concentration et de la combinaison (Angers, 2002).

**a. Théorie de l'agglomération (flottation) :** La fabrication du beurre s'opère en trois étapes (Mahaut *et al.*, 2000) :

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

**b. Théorie de la concentration :** Le principe de fabrication par concentration fait appel à une concentration préalable de la crème obtenue par écrémage centrifuge à une teneur en matière grasse voisine de celle du beurre (Angers, 2002). Les globules gras sont en contact les uns avec les autres et subissent des déformations mécaniques qui les fragilisent. La crème concentrée est ensuite refroidie dans un cylindre où elle est agitée par un système à

vis sans fin ou à ailettes appelé transmutateur. On réalise ainsi une cristallisation partielle et l'inversion de phases est provoquée par les frottements mécaniques (Mahaut *et al.*, 2000).

**c. Théorie de la 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).

#### II.5.1.2.2. Barattage :

**II.5.1.2.2.1. Fabrication du beurre en baratte (technique discontinue) :** La fabrication du beurre d'après le procédé conventionnel, ou méthode discontinue, est une application du principe de l'agglomération (Angers, 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 où 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).

**a. L'inversion des phases :** 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 globules gras 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 libérée 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. En même temps, le babeurre excédentaire est expulsé et soustrait (Bozzolo, 2004).

Les facteurs qui vont favoriser ces phénomènes seront la température de barattage, l'acidité de la crème, composition de la matière grasse et la taille des globules gras (Luquet, 1990).

**b. Lavage :** Le barattage est toujours suivi d'un ou plusieurs lavages qui favorisent la séparation du babeurre intergranulaire et raffermissent les grains de beurre avant l'opération d'égouttage (Luquet, 1990). Il permet aussi de réduire, dans le cas du beurre cru, l'activité biologique de l'émulsion de babeurre (lipases, composés oxydants, Cu, éventuellement microorganismes) et, en particulier, de désacidifier le beurre (Bozzolo, 2004).

**c. Malaxage :** Le malaxage intervient pour remplir plusieurs rôles importants :

- Regroupement des grains de beurre en masse homogène,
- Influence sur la consistance du beurre qui lui confère sa structure physique définitive,
- Expulsion du babeurre et de l'eau excédentaire : réglage de l'humidité,



- Meilleure conservation par fractionnement des gouttelettes de phase aqueuse (Luquet, 1990). Le malaxage provoque une élévation de la température, c'est pourquoi on cherche à refroidir le beurre au moment du lavage (Simon et al., 2002).

**d. Salage :** Il se pratique si l'on veut obtenir du beurre salé ou demi sel. Le sel remplit deux buts différents, par son avidité pour l'eau, il favorise le délaitage; par son action antiseptique, il prolonge la conservation du beurre (Fredot, 2005 ; Chirade et Moreau, 2000).

**II.5.1.2.2.2. Fabrication du beurre en butyrateur (technique continue):** 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). Le processus de 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).

**II.5.2. Fabrication du beurre traditionnel :** Elle comporte deux étapes importantes:

**II.5.2.1. Ecrémage spontané :** Le lait étant maintenu au repos, la séparation des globules gras s'effectue en régime laminaire, c'est-à-dire 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 aux globules isolés. C'est ce phénomène d'agglomération naturelle des globules qui permet d'effectuer, en une nuit, un écrémage spontané satisfaisant (Veisseyre, 1979).

La forme du vase dans lequel se fait l'écémage est indifférente, le rendement est le même, quelle que soit cette forme ; il faut, de préférence, pour la facilité du nettoyage, choisir des vases larges, facilement accessibles dans toutes leurs parties, les vases de verre, de porcelaine, de grès compacte sont excellents (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). 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 heures suivant la saison (Chirade et Moreau, 2000 ; Tantaoui Elaraki et al., 1983).

**II.5.2.2. Barattage :** Le barattage est réalisé 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, dans un cas comme dans l'autre, cette opération dure 30 à 40 minutes.

A la fin du barattage, l'eau est généralement 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, dans le but de recueillir le maximum de beurre (Tantaoui Elaraki et al., 1983).



Il faut éviter à ce moment de presser le beurre, de l'agglomérer d'une manière quelconque ; l'eau circule à travers les interstices des petits grains de beurre, et c'est ainsi que, spontanément, le délaitage se fait le mieux (Chirade et Moreau, 2000).

## II.6. Contrôle de la qualité du beurre :

**II.6.1. Contrôle de la composition :** Le contrôle de la composition du taux de gras dans le beurre a reçu une attention importante aujourd'hui (Hettinga, 2005), il permet de distinguer plusieurs qualités du beurre (Fredot, 2006).

**II.6.2. 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).

**II.6.3. Contrôle de l'oxydation :** La flaveur des produits laitiers est largement déterminée par les composants de la matière grasse. Par conséquent, c'est particulièrement important de restreindre le développement de saveurs oxydées dans le lait ou la crème avant usage. 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, quant au 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).

**II.7. Microbiologie du beurre :** Le beurre peut contenir tous les germes rencontrés dans le lait. Des bactéries lactiques d'acidité et d'arôme (*Lactococcus lactis* ssp *lactis*, *Lc. lactis* ssp *cremoris*, *Lc lactis* ssp *diacetylactis*, parfois *Leuconostoc*) participent à l'élaboration des qualités organoleptiques du beurre. Plusieurs types de microorganismes peuvent être des agents de dégradation. Tout d'abord, les bactéries lactiques peuvent entraîner une acidité trop forte. L'acidité du beurre peut être antérieure à sa fabrication. 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 colorations ou de décolorations 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, âcre, malté, caramélisé, etc.) et entraîner dans le beurre l'apparition de pigmentations et colorations anormales et de gonflements (Guiraud, 1998).

**II.8. Conservation au froid du beurre :** A une température comprise entre 10°C et -15°C, le beurre peut se conserver parfaitement pendant plusieurs mois comme toutes les matières grasses. Le beurre est capable d'absorber rapidement les mauvaises odeurs. Il est indispensable de le conserver dans des chambres froides qui lui sont spécialement réservées (Anonyme, 2005).

## II.9. Défauts et altérations du beurre :

### II.9.1. Altérations :

**a. La lipolyse :** C'est une hydrolyse des liaisons esters des triglycérides avec libération d'acides gras (Mahaut et al., 2000). C'est une réaction chimique qui se traduit par l'hydrolyse enzymatique des liaisons esters des glycérides, provoquant l'apparition d'acides gras libres. Malgré l'existence des lipases naturelles dans le lait le danger provient avant tout de la prolifération de microorganismes psychrotrophes et surtout de la présence de leurs enzymes lipolytiques et protéolytiques thermorésistantes (Luquet, 1990). A partir de  $10^5$  voire  $10^4$  germes psychrophiles par ml de lait, on assiste à des défauts de rancissement du beurre (Mahaut et al., 2000). Cette altération apparaissait souvent rapidement (en 24 heures) dans certains beurres fermiers. Un malaxage défectueux qui favorise la multiplication des germes est un facteur important de rancissement rapide (Trémolières et al., 1984).

**b. L'oxydation :** L'oxydation des matières grasses est probablement la transformation chimique causant le plus important problème en technologie laitière (Amiot et al., 2002). Cette réaction chimique intervient lors du stockage des beurres, et entraîne la formation de peroxydes dont la dégradation libère des aldéhydes et des cétones générateurs de goût de suif (Luquet, 1990). Ce défaut est accéléré par la lumière (non seulement par la lumière directe du soleil, mais aussi par la lumière diffuse du jour) et par des traces de métaux agissant comme catalyseurs, en particulier des traces de cuivre. Leurs effets sont repérables au moyen de l'examen organoleptique, ainsi que par le dosage de l'indice de peroxyde (Ritter et al., 1976).

**II.9.2. Les défauts :** Les défauts peuvent être classés selon leur nature, aspect extérieur et coupe, structure, consistance et flaveur (Mahaut et al., 2000) :

**a. Défauts d'aspect externe :** Ils sont principalement remarquables par les colorations diverses présentes en surface de beurre et dues soit à une dessiccation superficielle, soit des développements de bactéries, levures, ou moisissures (Luquet, 1990).

**b. Défauts à la coupe :** Ces défauts se traduisent par des alvéoles d'air dues à un défaut d'alimentation de la mouleuse, ou par des anomalies de coloration :

- Points jaunes (MG déstabilisée) ;
- Points blancs (particules de caséines flocculées) ;
- Marbrures (répartition d'eau irrégulière, due à un malaxage insuffisant surtout dans les beurres salés).

**c. Défauts de structure :** D'après Luquet (1990), ces défauts se résument en :

- Mauvaise répartition de l'eau (malaxage défectueux) ;
- Huilage (excès de matière grasse liquide) ;
- Beurre sableux (cristallisation trop lente) ;
- Feuilletage : (teneur en air, « fatigue mécanique » du beurre lors des transferts entre fabrication et conditionnement).

**d. Défauts de consistance :** La consistance concerne la fermeté et la plasticité (Angers, 2002). Les deux types de défauts de consistance sont (Luquet, 1990) :

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

**e. Défauts de saveurs :** Un certain nombre d'odeurs ou de saveurs désagréables présentes dans le beurre (odeurs de foin, d'étable, de choux, de betterave, etc.) peuvent provenir du lait ou de la crème et/ou de la présence d'une flore de contamination. Par ailleurs, un certain nombre de problèmes de fabrication peuvent également introduire des anomalies dans la saveur des beurres (**Mahaut et al., 2000**) :

- Goût de cuit : température et durée du traitement thermique trop élevé ;
- Goût métallique : oxydation de la MG, pH trop bas, excès d'ions Fe, Cu ;
- Goût de yaourt : excès d'acétaldéhyde ;
- Goût de malt : produit par certaines variétés de lactococques ;
- Goût de levure : altération d'origine microbienne ;
- Goût acide : type de levains, technique de lavage et de malaxage ;
- Goût caséux : provient de la décomposition de la matière azotée non gras du beurre par certains microorganismes protéolytiques, tels que les ferments lactiques, les levures, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas putrefaciens*.

# **Etude pratique**

**Matériel**  
**et**  
**Méthodes**

## II. MATERIEL ET METHODES

L'objet du présent travail est de contrôler la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique d'un produit fini, le beurre traditionnel Jijelien issu de lait de vache et de lait de chèvre. Pour ce faire, nous avons procédé au:

- Contrôle des matières premières à savoir le lait de vache et le lait de chèvre ;
- Contrôle de quatre (4) échantillons du beurre traditionnel procurés auprès des éleveurs dont 2 salés (Régions El Aouana et Beni-Ahmed) et 2 non salés (Régions El Aouana et Chadia) fabriqués exclusivement à partir du lait de vache.
- Six (6) échantillons du beurre non salé fabriqués au sein du laboratoire à partir des laits de vache et de lait de chèvre collectés de quelques régions Jijeliennes (Beni Ahmed, Chadia et Taher) et sur lesquels nous avons effectué au préalable des analyses physicochimiques et microbiologiques.

Les critères microbiologiques choisis pour l'interprétation des résultats tiennent compte de la norme Algérienne. Pour le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile, des coliformes et coliformes thermotolérants, des ASR 46°C et CSR, le plan à trois classes repris par cette législation impose l'analyse de cinq échantillons ( $n = 5$  et  $c = 2$ ). Dans notre étude, l'interprétation est basée sur l'analyse d'un seul échantillon ( $n = 1$ ). Ceci vient surtout pour simplifier l'interprétation des résultats. Ainsi un résultat est considéré comme:

- Satisfaisant si le dénombrement est inférieur ou égal à 3 m ;
- Acceptable si la charge est supérieure à 3 m et inférieure ou égale à M ;
- Non satisfaisant pour les dénombrements supérieurs à M.

Pour la recherche de *Salmonella*, la mise en évidence ou non de ce germe dans 25 g du beurre ou dans 25 ml du lait permet de conclure respectivement en une qualité non satisfaisante ou satisfaisante.

### II.1. Matériel :

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

**-Les laits :** Pour chaque type de lait (lait de vache et lait de chèvre), trois échantillons unitaires de 2 litres collectés de trois régions à savoir Beni Ahmed, Chadia et Taher ont été utilisés au cours de cette étude. Un demi-litre de chaque échantillon est consacré aux analyses microbiologiques et physicochimiques et le reste est utilisé pour la fabrication du beurre.

**-Le lben :** Les échantillons ont été récupérés après barattage des laits caillés « Raïb ».

**-Le beurre :** Les échantillons en nombre de 6 ont été préparés sous conditions de laboratoire à partir des échantillons des laits précités. D'autres échantillons (4) ont été récupérés auprès des éleveurs.

### II.1.2. Milieux de culture :

Les milieux de culture utilisés sont les suivants :

- **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 C.T. et des C.T.T. ;

- **Gélose Baird-Parker**: utilisée pour l'isolement des staphylocoques ;
- **Gélose Hektoen** : utilisée pour l'isolement des salmonelles ;
- **Gélose MRS** : pour le dénombrement des bactéries lactiques ;
- **Gélose OGA (gélose oxytétracycline-glucose)**: pour le dénombrement des levures et moisissures
- **Géloses PCA (Plat Count Agar)** : pour le dénombrement de la F.T.A.M. ;
- **Gélose VF (Viande-Foie)**: pour la recherche et le dénombrement des ASR 46°C et CSR;
- **Matière grasse stérile** : comme additif à la gélose PCA ;
- **Milieu sélénite -cystine** : pour l'enrichissement de *Salmonella* ;
- **Milieu Giolitti Cantoni**: milieu d'enrichissement de staphylocoques ;
- **Milieu Urée -indole (Milieu de Fergusson)** : Le milieu est utilisé pour la réalisation d'un des tests de suspicion de *Salmonella* ;
- **Lait écrémé stérile** : utilisé comme additif à la gélose PCA.

**II.1. 3. Produits chimiques** : Les produits chimiques utilisés lors de cette étude sont les suivants :

- Acide acétique 0.5 N ;
- Acide chlorhydrique à 1N ;
- Acide chlorhydrique à 0.5N et acide chlorhydrique 2 mol/l ;
- Alcool éthylique à 96° ;
- Alcool isoamylique ;
- Acide sulfurique 1N ;
- Bleu de méthylène 50 mg/cl;
- Chlorure mercurique ;
- Empois d'amidon ;
- Ethanol 60% ;
- Éther de pétrole ;
- Glycérol ;
- Heptane ;
- Hydroxyde de sodium à 1N ;
- Hydroxyde de sodium 2 mol/l dans le méthanol ;
- Iode sublimé ;
- Iodure de potassium à 30%;
- Isobutanol-éthanolique ;
- Phénophtaléine à 1% ;
- Potasse 0.5N dans l'alcool à 95° ;
- Sérum albumine bovine ;
- Sélénium ;
- Soude Dornic (N/9);
- Sulfate bipotassique ;
- Tétrachlorure de carbone ;
- Thiosulfate de sodium à 0.002N et 0.01N;

**II.1.4. Matériel et appareillage** : Le matériel et appareillage utilisés lors de notre étude se résument en :

- Agitateur ;
- Anse de platine ;
- Autoclave ;
- Bain Marie ;
- Balance ;
- Ballon et chauffe ballon ;

- Becher ;
- Burette ;
- Butyromètre ;
- Centrifugeuse ;
- Chromatographie phase gazeuse couplée à une spectrophotométrie de masse ;
- Creusets ;
- Étuve à 37 °C, 44 °C, 120 °C ;
- Four à moufle ;
- Four pasteur ;
- Lactodensimètre ;
- pH-mètre ;
- Pipettes Pasteur ;
- Spatule ;
- Thermomètre ;
- Verres de montre.

## II.2. Méthodes :

### II.2.1. Contrôle des laits:

Après la traite, les laits destinés aux analyses microbiologiques et physicochimiques ont été transvasés, devant une flamme, dans des flacons stériles afin de minimiser le plus possible leur contamination.

Les 6 échantillons de lait de vache et de chèvre (3 échantillons /3échantillons), collectés des régions précitées ont été analysés au niveau des laboratoires de microbiologie et de physicochimie de l'université de Jijel ainsi qu'au niveau du laboratoire de la laiterie IGH.AFF.

Pour chaque échantillon, les analyses portent d'une part sur la qualité microbiologique : dénombrement de la flore totale, des coliformes et coliformes thermotolérants, des clostridium sulfitoréducteurs et des anaérobies sulfitoréducteurs, de la flore lactique, des indologènes, de *Staphylococcus aureus* et la mise en évidence de la présence ou non de *Salmonella* dans 25 ml du lait, et d'autre part sur la détermination de certains paramètres physicochimiques : pH et acidité, l'activité réductase, l'épreuve de stabilité à l'ébullition, la densité, le taux butyreux, le taux protéique, la matière sèche, la matière minérale et la matière organique.

#### II.2.1.1. Contrôle microbiologique :










##### A. Examen microscopique (Joffin et Joffin, 1999) :

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 le tableau suivant :



**Tableau 05:** Caractéristiques des cellules trouvées dans le lait (Joffin et Joffin, 1999)

	Mononucléaires		Granulocytes (= polynucléaires)			
	Monocyte	Lymphocyte		Neutrophiles	Éosinophiles	Basophiles
Eléments normaux		Petit lymphocyte	Grand lymphocyte			
 10µm						
Eléments normaux	Monocyte lipophage			Hématie Vue de face      Vue de profil 		
 10µm						

**B. Préparation des dilutions (Guiraud, 1998) :**

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 9 ml d'eau distillée stérile pour obtenir la dilution  $10^{-2}$ . Les dilutions jusqu'à  $10^{-6}$  sont obtenues de la même manière.

**C. Dénombrement de la FTAM (Guiraud, 1998):**

Lesensemencements sont réalisés, en étalant en double 1ml de la dilution  $10^{-6}$  dans les boîtes de Pétri contenant le milieu gélosé PCA préalablement coulé et solidifié. Après 24 H d'incubation à  $30^{\circ}\text{C}$  les colonies lenticulaires sont dénombrées.

**D. Dénombrement des coliformes totaux et thermotolérants (Guiraud, 1998):**

Ce dénombrement s'effectue sur le milieu au désoxycholate 0,1%. Deux boîtes de Pétri reçoivent chacune 1 ml de la dilution  $10^{-3}$  sous forme de gouttelettes. Le milieu fondu et refroidi à  $45^{\circ}\text{C}$  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  $37^{\circ}\text{C}$  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  $44^{\circ}\text{C}$  pendant 24 à 48 H. Après cette période d'incubation, toutes les colonies rouges ou roses sont dénombrées.

**E. Dénombrement de la flore lactique (Guiraud, 1998):**

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  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 H, les colonies de petites tailles, translucides et blanches sont dénombrées.

**F. Dénombrement des *Clostridium* (Larpent, 1997) :**

Pour le dénombrement des clostridium sulfitoréducteurs (CSR), 5 tubes stériles ayant reçu chacun 5ml de lait cru sont traités à 80°C pendant 10 min pour détruire la forme végétative. Un volume de 15 ml de la gélose viande- foie additionnée de l'alun de fer et de sulfite de sodium est ajouté au contenu de chaque tube. Les tubes sont ensuite homogénéisés sans incorporation d'air puis refroidis par choc thermique sous l'eau de robinet courante puis incubés à 37°C pendant 24 H. Après incubation, on dénombre les colonies noires.

Pour les ASR 46°C, la même manipulation est réalisée sauf que le lait n'est pas traité à la chaleur et que l'incubation se fait à 46°C pendant 24H. Les colonies noires sont également dénombrées.

**G. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus* (Guiraud, 1998):**

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

**H. Recherche de *Salmonella* (Guiraud, 1998):**

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.

**I. Recherche et dénombrement de la flore indologène (Guiraud, 1998) :**

La recherche est réalisée en ensemencant 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).

**II.2.1.2. Contrôle physicochimique des laits :****A. Mesure de pH et détermination de l'acidité :****a. Mesure du pH (Guiraud, 1998) :**

Le pH est mesuré habituellement avec un pH mètre. Cette mesure est effectuée en plongeant l'électrode de pHmètre dans un bêcher contenant un volume de lait. La lecture se fait directement sur l'écran.

**b. Détermination de l'acidité (Guiraud, 1998) :**

L'acidité peut être titrée de façon précise à l'aide de soude Dornic (N/9). Pour cela, un échantillon précis de 10ml de lait est placé dans un bêcher de 100ml en présence de 0,1ml de phénol phtaléine 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.

L'acidité Dornic est exprimée de la façon suivante :

$$\text{Acidité (°D)} = V_{\text{NaOH}} \cdot 10$$

$V_{\text{NaOH}}$  : volume de NaOH utilisé.

### **B. Epreuve de stabilité à l'ébullition (Joffin et Joffin, 1999):**

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 deux minutes. La présence éventuelle de floculation, précipitation, ou la formation d'un coagulum indique que le lait n'est pas stable à l'ébullition.

### **C. Epreuve de la réductase (Joffin et Joffin, 1999) :**

Pour la réalisation de ce test, 10 ml de lait et 1ml de la solution de bleu de méthylène à 50 mg.cl<sup>-1</sup> 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.

La durée au bout de laquelle 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 des résultats se fait en fonction du tableau suivant.

**Tableau 06 :** Interprétation des résultats de l'épreuve de la réductase.(Joffin et Joffin, 1999)

<b>Temps au bout duquel il y a décoloration</b>	<b>conclusion</b>
<b>Avant 15 minutes</b>	<b>Lait très fortement contaminé</b>
<b>Entre 15 minutes et 1 heure</b>	<b>Lait fortement contaminé</b>
<b>Entre 1 heure et 3 heures</b>	<b>Lait légèrement contaminé</b>
<b>Plus de 3 heures</b>	<b>Lait de qualité satisfaisante</b>

### **D. Densité (Mathieu, 1998 ; Pointurier, 2001) :**

La densité du lait est mesurée à l'aide d'un lactodensimètre. Pour cette mesure, le lait est versé dans une éprouvette. Cette dernière doit être maintenue inclinée pour éviter la formation de la mousse. Le lactodensimètre est ensuite plongé dans le lait et laissé dans l'axe de l'éprouvette pendant quelques secondes. La densité est enfin lue sur la partie graduée du lactodensimètre.

### **E. Le taux butyreux (Lecoq, 1965):**

Un volume de 11 ml de lait, rendu homogène au préalable est dissout dans 10 ml 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.

### **F. La matière sèche (Lecoq, 1965):**

Un volume de 10 ml 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.

Le résultat est calculé en appliquant la formule suivante:

$$\text{MS (\%)} = \text{X} / \text{Y} \times 100.$$

Avec :

- MS** : matière sèche ;
- X** : poids de l'échantillon après étuvage ;
- Y** : poids de l'échantillon avant étuvage.

#### **G. La matière minérale (Lecoq, 1965):**

Un volume de 10 ml du lait est mis dans un creuset taré et placé dans un four à moufle où l'incinération se fait à une température voisine de 450-500°C. L'incinération est poursuivie pendant 4 heures.

Le résultat peut être calculé en appliquant la formule suivante :

$$\text{MS (\%)} = \text{X} / \text{Y} \times 100.$$

Avec :

- MS** : matière sèche ;
- X** : poids de l'échantillon après étuvage ;
- Y** : poids de l'échantillon avant étuvage.

#### **H. La matière organique (Lecoq, 1965):**

Elle est déterminée en se basant sur les résultats de la matière sèche et minérale, et en appliquant la formule suivante :

$$\text{MO (\%)} = \text{MS (\%)} - \text{MM (\%)}.$$

Avec :

- MO** : matière organique;
- MS** : matière sèche ;
- MM** : matière minérale.

#### **I. Dosage des protéines (Lecoq, 1965) :**

Pour déterminer l'azote total, une prise d'essai de 0.5 g du lait est introduite dans un matras, puis additionnée d'environ 5g du catalyseur ( $\text{K}_2\text{SO}_4$  et Sélénium : le rapport est de 1g sélénium/ 1000g  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), et 20ml d'acide sulfurique concentré (1N). Le chauffage se poursuit dans une chauffe ballon jusqu'à décoloration vers le jaune clair. Après refroidissement, le contenu du matras est transvasé dans une fiole de 100ml et complété par l'eau distillée. Un volume de 20ml est ensuite prélevé, transféré dans un bêcher de 50ml, et additionné de 0.5ml de réactif Nessler. Le contenu du bêcher est complété jusqu'à 50ml par l'eau distillée et la lecture est effectuée par spectrophoto-colorimètre à 425nm.

La courbe d'étalonnage est faite par le sérum albumine bovine en utilisant des solutions filles de 0.001, 0.002, 0.003, 0.004 et 0.005mg/l.

La valeur obtenue est directement exprimée en mg/l à partir de la courbe d'étalonnage de l'azote

L'azote total est calculé en utilisant la formule suivante :

$$\text{N (\%)} = 25. \text{Q/P}$$

Avec:

- Q** : Equivalent de la transmittance en mg/l de  $\text{NH}_4$
- P** : La prise d'essai en g.

Les protéines sont données par la formule : **Protéine (g) = N (%) . 6,38**

## II.2.2. Préparation du beurre au laboratoire :

La préparation est faite selon la méthode traditionnelle : Du lait cru est introduit dans un récipient propre et abandonné dans un endroit tiède pour favoriser sa coagulation spontanée. Après 2 jours, le produit obtenu appelé Raïb est baratté en secouant énergiquement le récipient. A la fin du barattage, une **quantité d'eau tiède est ajoutée afin** de favoriser le rassemblement des grains de beurre. Ce dernier est enfin récupéré à l'aide d'une cuillère propre. Le liquide qui s'exsude est appelé Lben.

## II.2.3. Contrôle du pH et de l'acidité du Lben :

Ces deux paramètres ont été évalués selon les mêmes techniques décrites avec le contrôle du lait.

## II.2.4. Contrôle du beurre traditionnel :

### II.2.4.1. Contrôle microbiologique :

#### A. Préparation des dilutions (Guiraud et Galzy, 1980) :

L'échantillon 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 d'eau physiologique stérile et incubés à 45°C jusqu'à fusion. Le contenu du tube est ensuite centrifugé pendant 1 à 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 9 ml d'eau physiologique stérile pour obtenir la dilution  $10^{-3}$ . Les dilutions de  $10^{-4}$  sont obtenues de la même manière.

#### B. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (Guiraud, 1998) :

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.

#### C. Dénombrement des coliformes (Guiraud, 1998) :

Pour se faire, deux boîtes de Pétri reçoivent chacune 1 ml 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.

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 48 H.

#### D. Dénombrement de la flore lactique (Guiraud, 1998) :

Pour réaliser cette manipulation, 1ml de la dilution  $10^{-3}$  estensemencé en double en surface de la gélose MRS préalablement coulée et séchée, puis incubées à 37°C pendant 24 H.

### **E. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus***

La recherche et le dénombrement de ce germe sont précédés par un enrichissement. Pour cela 10 ml du milieu Gioiitti Cantoni est ensemencé par 1 g de beurre. L'incubation est menée à 37°C pendant 24 H.

Pour les tubes présentant un noircissement, 0.1 ml de milieu d'enrichissement est étalé à la surface du milieu de Baird Parker. L'incubation est conduite pendant 24 à 48 heures 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.

### **F. Recherche des indologènes (Guiraud, 1998) :**

Des tubes contenant de l'eau peptonée exempte d'indole sont ensemencés par 1 ml de la dilution  $10^{-5}$  puis incubés 3 jours à 30°C. Après incubation, on révèle la production d'indole par ajout de quelques gouttes de réactif de Kovacs.

### **G. Dénombrement de la flore fongique (Guiraud, 1998) :**

Pour réaliser ce test, on ensemence deux boîtes de Pétri contenant la gélose OGA par 1 ml de la dilution  $10^{-2}$ . Cette flore est dénombrée après 24H à 72H d'incubation à température ambiante.

### **H. Dénombrement des germes lipolytiques (Bourgeois et Leveau, 1991) :**

Pour le dénombrement de cette flore, deux boîtes de Pétri contenant le milieu gélosé PCA additionné de 5% de la phase grasse stérilisée du beurre sont ensemencées chacune par 1 ml de la dilution  $10^{-3}$  par étalement, puis incubées à 30°C pendant 3 à 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 puis la surface de la gélose est rincée soigneusement.

La lipolyse fait apparaître autour des colonies des zones bleues-vertes dues à la formation de sels de cuivre insolubles des acides gras libérés.

### **I. Flore psychrophile (Bourgeois et Leveau, 1991) :**

Pour la mise en évidence de cette flore, deux boîtes de Pétri contenant la gélose PCA préalablement coulée et séchée sont ensemencées par 1 ml de la dilution  $10^{-3}$ , puis incubées à 6°C pendant 7 à 10 jours après quoi les colonies qui apparaissent sont dénombrées.

### **J. Recherche et dénombrement de la flore caséolytique (Bourgeois et Leveau, 1991) :**

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 1 ml de la dilution  $10^{-5}$ . Les deux boîtes sont 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 des protéines.

**K. Recherche de *Salmonella* (Guiraud, 1998) :**

Cette recherche est précédée par un préenrichissement par ensemencement de 1g du beurre dans 9ml du milieu liquide eau peptonée tamponnée et incubation à 37°C pendant 24 H. La présence probable de salmonelle se traduit par un trouble dans le milieu. Les tubes présentant un trouble font l'objet d'un repiquage par épuisement sur gélose Héckton.

**H.2. 4.2. Contrôle physicochimique :****A. Détermination du point de solidification (Trémolières, 1984):**

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.

**B. Détermination du point de fusion (Trémolières, 1984) :**

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 mesurée à l'aide d'un thermomètre.

**C. Recherche du glycérol (Lecoq, 1965) :**

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<sub>4</sub>. L'apparition d'une couleur bleu vert témoigne la présence du glycérol. Un témoin est réalisé en remplaçant le beurre par le glycérol.

**D. Détermination du taux d'humidité (Berger et al., 2004) :**

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, la pesée est réalisée à intervalle défini jusqu'au poids constant.

$$H\% = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_1 - m_0$$

Avec :

**m<sub>0</sub>** : masse en gramme du creuset vide ;

**m<sub>1</sub>** : masse en gramme du creuset et de la portion à tester avant chauffage ;

**m<sub>2</sub>** : masse en gramme du creuset et du résidu après chauffage.

**E. Détermination du taux d'impuretés (Berger et al., 2004) :**

La détermination des impuretés est réalisée en traitant 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 ± 2°C puis pesé.

La teneur en impuretés insolubles est exprimée comme suit :

$$\text{Impureté (\%)} = (M_2 - M_1) \cdot 100 / M_0$$

Avec :

**M<sub>0</sub>** : masse en gramme de la prise d'essai ;

**M<sub>1</sub>** : masse en gramme du creuset filtrant une fois séché à l'étuve ;

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

#### F. Détermination de l'indice d'acide (Lecoq, 1965) :

Deux grammes de chaque échantillon de beurre sont introduits dans un erlenmeyer puis additionnés de 20ml de solvant isobutanol, 20ml de potasse alcoolique et enfin 3 gouttes de solution de phénol phtaléine.

La dosage est réalisée 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 sans matière grasse.

Le résultat est exprimé par la relation suivante:

$$I_a = V_{\text{HCl témoin}} - V_{\text{HCl essai}} \cdot N_{\text{HCl}} \cdot PM_{\text{KOH}} / P$$

Avec:

$V$  : volume d'HCl utilisé (ml);

$N$  : la normalité de KOH;

$P$  : la prise d'essai (g).

#### G. Détermination de l'indice de saponification (Lecoq, 1965) :

Pour la détermination de cet indice, deux grammes 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 30 minutes en agitant de temps à autre. Trois gouttes de solution de phénol phtaléine sont ensuite ajoutées.

Le dosage est réalisé à chaud avec l'acide chlorhydrique 0,5N jusqu'au virage de l'indicateur à l'incolore. Un témoin est réalisé de la même manière mais sans matière grasse.

L'indice de saponification est donné par la formule :

$$I_s = (n - n') 28.05 / P$$

Avec :

$P$  : prise d'essai (g);

$n$  : le nombre de millilitres d'acide chlorhydrique 0,5N utilisés pour le titrage de la potasse (blanc);

$n'$  : celui nécessaire pour le dosage proprement dit.

#### H. Détermination de l'indice d'iode (Lecoq, 1965) :

Pour la détermination de cet indice, on a suivi la méthode de Hübl : Le réactif de Hübl doit être préparé 24 H avant son utilisation et conservé à l'abri de la lumière.

Sa préparation est la suivante : D'une part 25 g d'iode sont dissous dans 500ml d'alcool éthylique pur à 96°, et d'autre part 20g de chlorure mercurique (bichlorure de mercure) sont dissous dans la même quantité d'alcool.

Le réactif de Hübl est obtenu par mélange à volume égal des deux solutions précédentes.

Pour mesurer l'indice d'iode, une prise d'essai de 0,42g de chaque échantillon placée dans un erlenmeyer et additionnée de 10ml de tétrachlorure de carbone pour dissoudre puis de 25ml de réactif de Hübl. L'erlenmeyer est ensuite bouché, agité et abandonné à l'obscurité. Après 12 à 24 H, 20ml de solution d'iodure de potassium à 30% et 300ml d'eau distillée sont ajoutés.



Le dosage de l'iode libéré est réalisé à l'aide du thiosulfate de sodium en présence d'empois d'amidon.

L'indice d'iode est calculé par la formule suivante:

$$I_i = (n - n') \cdot 0.01269 \cdot 100 / P = 1.269 (n - n') / P$$

Avec :

**P** : la prise d'essai (g).

**n, n'** : les nombres de millilitres de solution de thiosulfate 0,1N versés dans le blanc et le dosage proprement dit

### I. Détermination de l'indice de peroxyde (Lecoq, 1965) :

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 1 minute. L'erlenmeyer est enfin bouché et laissé à l'abri de la lumière à température ambiante pendant 5 minutes. Soixante ml d'eau distillée sont ajoutés au mélange précédent. 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.

Un témoin est réalisé de la même manière mais sans matière grasse.

L'indice de peroxyde est calculé de la manière suivante.

$$T_p = (V_h - V_t) N \cdot 100 / P$$

Avec :

**V<sub>t</sub>** : volume de thiosulfate de sodium utilisé dans l'essai témoin (ml) ;

**V<sub>h</sub>** : Volume de thiosulfate de sodium utilisé dans le test normal (ml) ;

**N** : normalité de thiosulfate de sodium ;

**P** : la prise d'essai (g).

Cet indice est souvent exprimé en millimoles par kilogramme ou en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme de corps gras :

$$\begin{aligned} \text{IP (millimole/Kg)} &= 1/16 \times \text{IP } (\mu\text{g/g}) \\ \text{IP (milliéquivalent/Kg)} &= 1/8 \times \text{IP } (\mu\text{g/g}) \end{aligned}$$

### II.2. 4.3. Analyse de la composition en acides gras du beurre par GC-MS (Ollivier et al., 2006) :

La chromatographie en phase gazeuse est une méthode de séparation des composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition. C'est une chromatographie d'élution, car les substances parcourent la totalité de la colonne et sont détectées à sa sortie.

L'analyse des acides gras est réalisée après une dérivation des acides gras des lipides laitiers (triacylglycérols, phospholipide, esters de cholestérol).

Une masse *m* voisine de 20 mg de chaque échantillon de beurre est placée dans un tube avec bouchon à vis puis additionnée de 0.5 ml d'heptane. Après agitation, un volume

correspondant à 0.2 ml de Na OH à 2 mol/l dans le méthanol est ajouté au contenu du tube, il est ensuite porté au bain marie, agité puis additionné de 0.2 ml de HCl à 2 mol/l. Après une nouvelle agitation, ce mélange est transvasé dans un petit tube en verre, abandonné dans un endroit pour décanter.

Un volume de 100 µl de la phase supérieure est prélevé, placé dans un tube en verre et évaporé en milieu ventilé. Enfin le contenu du tube est repris dans 50µl d'heptane. Après extraction à l'heptane, les esters méthyliques sont ensuite analysés par CPG sur des colonnes polaires pour obtenir le profil en acides gras. Les colonnes polaires permettent une très bonne séparation des esters méthylique des différents acides gras, en particulier des isomères de position et de configuration (Eulitz et al., 1999).

L'étude par CPG nécessite (Ritter et al., 1976) :

**Comme phase stationnaire, le dimethyl polysiloxane s'est imposée. Pour séparer tous les acides gras de C<sub>4</sub> à C<sub>20</sub>, il faut opérer avec un programme de température (180°C ou gradient de 170°C à 200°C). Un standard interne est nécessaire pour un calcul exact des acides gras.**

#### **II.2. 4.4. 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 non entraînées. La fiche de dégustation (voir annexe) 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, quantité, récipient). Ils doivent être aussi découpées en parallépipèdes de même taille et placées au réfrigérateur à la température de 7°C une heure avant la dégustation (Raoux, 1998).

**Résultats**  
**et**  
**Discussion**

### III. RESULTATS ET DISCUSSION

#### III.1. Contrôle des laits de vache et de chèvre:

##### III.1.1. Contrôle microbiologique :

##### III.1.1.1. Examen microscopique :

L'examen microscopique des différents échantillons analysés a démontré la présence de monocytes, petits et grands lymphocytes, et de polynucléaires dans tous les échantillons. En se rapportant au **tableau 06** (II. Matériel et méthodes), la présence de ces éléments dans le lait est habituelle.

Selon **Cauty et Perreau, (2003)** ces éléments sont le témoin d'une infection mammaire puisqu'il s'agit des globules blancs du 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 donné l'irrigation sanguine très importante de la mamelle, il est normal que le lait compte des leucocytes.

##### III.1.1.2. Qualité microbiologique globale :

Au niveau de la qualité hygiénique, tous les échantillons de lait de vache et de chèvre peuvent être qualifiés de mauvais car ils dépassent de loin les critères de références. Il faut souligner que dans tous les cas, les dépassements sont causés par des charges trop importantes par rapports aux standards indicatifs. Aucun pathogène n'y a cependant été détecté.

Ces dépassements témoignent d'une insuffisance probable de la maîtrise d'hygiène, que ce soit lors de la traite principalement, mais aussi dans l'environnement global des lieux d'élevage (**Srairi et Hamama, 2006**). Dans ce contexte, les travaux réalisés par **Michel et al. (2006)**, ont permis de préciser les associations existant entre combinaisons de pratiques de traite (hygiène des trayons, environnement des vaches laitières) et composition microbienne des laits (niveau de la flore totale).

**Tableau 07 :** Paramètres microbiologiques des laits utilisés pour la fabrication du beurre.

Flores recherchées et dénombrées	Moyenne		
	Lait de chevre	Lait de vache	Norme Algerienne (m)
FTAM ( $10^7$ )	10,63	4,48	$< 10^5$
CT ( $10^3$ )	8	0	-
CTT ( $10^3$ )	1	0	$10^3$
Flore lactique ( $10^5$ )	6,58	4,7	-
CSR	0	0	-
ASR 46°C	0,66	0	$< 50$
Indologènes	0	0	-
Staphylococcus aureus	0	0	-
Salmonella	Abs	Abs	Abs

### III.1.1.3. Flore totale aérobie mésophile :

Les niveaux de contamination des échantillons des laits par la flore totale aérobie mésophile sont nettement supérieurs à la norme ( $> 10^5$  UFC/ml).

Bien que le nombre d'échantillons d'origines diverses soit faible, le lait de vache apparaît comme étant le moins contaminé (Figure 03). A noter que cette tendance se vérifie aussi quelque soit le paramètre considéré (flore lactique, CT et CTT.....).

En prenant en considération le facteur région, les résultats montrent que les échantillons issus de la région Beni Ahmed apparaissent les moins contaminés en ce qui concerne la flore totale aérobie mésophile avec une moyenne de  $4,87 \cdot 10^7 \pm 1,23 \cdot 10^7$  UFC/ml, ensuite ceux de la région Chadia ( $6,09 \cdot 10^7 \pm 5,52 \cdot 10^7$  UFC/ml) et finalement ceux de la région Taher avec une moyenne de  $6,34 \cdot 10^7 \pm 0,48 \cdot 10^7$  UFC/ml.

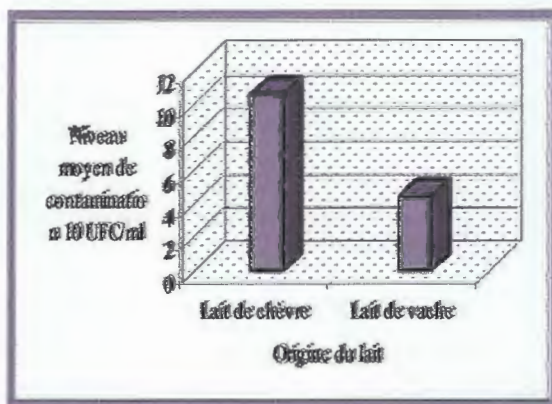


Figure 03 : Variation du niveau de contamination moyenne en flore aérobie totale mésophile selon l'origine du lait

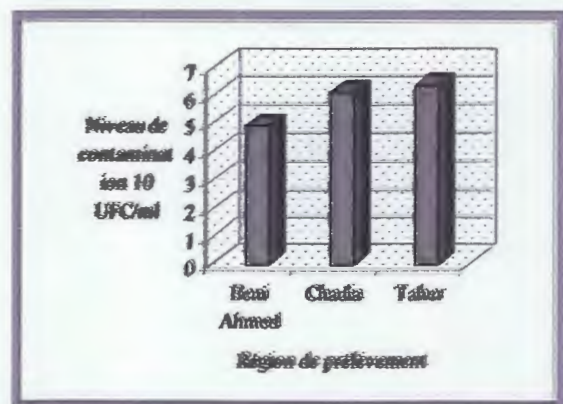


Figure 04: Variation du niveau de contamination moyenne en flore aérobie totale mésophile selon la région du prélèvement du lait

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 puisqu'elle est constituée de la flore naturelle des matières premières (Jeantet et al., 2006).

### III.1.1.4. Coliformes totaux et coliformes thermotolérants :

En ce qui concerne le dénombrement des coliformes totaux et des coliformes thermotolérants, les résultats révèlent leurs présence seulement dans deux échantillons : le premier issu de la région Beni Ahmed et l'autre issu de la région Taher. Il faut toutefois souligner que ces dénombrements sont inférieurs aux critères de référence choisis pour l'interprétation de ces paramètres.

Richard (1983) a étudié l'origine de la contamination par les coliformes (particulièrement par *Escherichia coli*) sur des laits de mauvaise qualité bactériologique dans lesquels la teneur en coliformes peut être beaucoup plus élevée. D'après cet auteur, les principaux vecteurs sont, la peau des trayons souillés par les fèces et le matériel. En dehors de la source fécale, la contamination du lait peut être due à l'excrétion mammaire en cas d'infection à *E. coli* ou à une contamination de l'eau utilisée pour les différentes opérations de nettoyage (Heuchel et Meffe, 2002). Sur la lumière de ces données, nos



résultats traduisent donc les bonnes conditions d'hygiène dans lesquelles la production de ces laits a été conduite et ce en matière de pollution fécale.

#### III.1.1.5. Recherche de *Staphylococcus aureus* et de *Salmonella* :

Concernant le dénombrement de *Staphylococcus aureus*, après enrichissement sur le milieu Giolitti Cantoni et incubation, le virage de la couleur de ce milieu au noir dû à la formation de tellurite révèle la présence présomptive de *Staphylococcus*. Pour la confirmation, un étalement de 0.1 ml de ce milieu sur gélose Baird Parker a donné lieu à des colonies jaunes qui ne sont guère caractéristiques de *Staphylococcus aureus*.

Pour les salmonelles, le bouillon eau peptonée tamponnée de préenrichissement et sélénite cystine d'enrichissement ont présenté chacun un trouble. Un repiquage d'une goutte de ce dernier milieu sur gélose Hektœn a révélé la présence de colonies rouges caractéristiques des entérobactéries. Les colonies de *Salmonella* sur la gélose Hektœn apparaissent sous forme de colonies bleues vertes avec centre noire dû au caractère  $H_2S^+$  (Guiraud, 1998). Ces résultats nous permettent de conclure quant à l'absence de ces germes dans les échantillons mis au test.

En matière du dénombrement de *Staphylococcus aureus* et la recherche de *Salmonella*, tous les échantillons sont considérés de qualité satisfaisante. Vivegnis et al. (1998) ont rapporté que de tels résultats traduisent d'une part le soin avec lequel le cheptel est suivi sur le plan sanitaire (e.g. écartement des animaux mammités) et d'autres parts l'hygiène des manipulateurs. Les flores microbiennes pourraient aussi exercer un rôle de barrière vis-à-vis des espèces pathogènes (Brouillard-Delattre et al., 1997 ; Eppert et al., 1997).

#### III.1.1.6. Les indologènes :

La recherche et le dénombrement de ces germes sur milieu liquide ont montré leur absence totale dans tous les échantillons analysés. Les indologènes sont responsables de mauvaises qualités organoleptiques (Guiraud, 1998). Leur absence dans le lait peut être considérée comme un atout pour sa qualité marchande.

#### III.1.1.7. La flore lactique :

En matière de dénombrement de la flore lactique, nos résultats montrent qu'elle est importante dans tous les échantillons et se situe entre  $2,7 \cdot 10^5$  et  $10^6$  UFC/ml, ce qui est quantitativement cohérent avec les résultats du dénombrement de la flore totale aérobie mésophile. Cette relation qui semble exister entre le degré de contamination par la flore totale aérobie mésophile et le nombre totale des bactéries lactiques dans le lait a été évoquée d'une autre manière par Cauty et Perreaux (2003). Ces deux auteurs prévoient que la lutte contre les germes totaux réduit le nombre des bactéries lactiques banales mais diminue aussi (et c'est le plus important) la concentration des germes indésirables.

Globalement le lait de chèvre semble être mieux riche en bactéries lactiques avec  $6,58 \cdot 10^5 \pm 3,67 \cdot 10^5$  UFC/ml que le lait de vache,  $4,7 \cdot 10^5 \pm 1,47 \cdot 10^5$  UFC/ml (Figure 05).

Des variations inter régions ont été aussi observées. Ainsi, le plus haut score moyen de cette flore a été enregistré pour les laits originaires de la région Chadia ( $7,2 \cdot 10^5 \pm 3,95 \cdot 10^5$  UFC/ml), suivi de celui du lait ayant comme origine la région Taher ( $6,67 \cdot 10^5 \pm 0,53 \cdot 10^5$  UFC/ml) et enfin par celui de la région Beni Ahmed ( $3,05 \cdot 10^5 \pm 0,49 \cdot 10^5$  UFC/ml) (Figure 06).

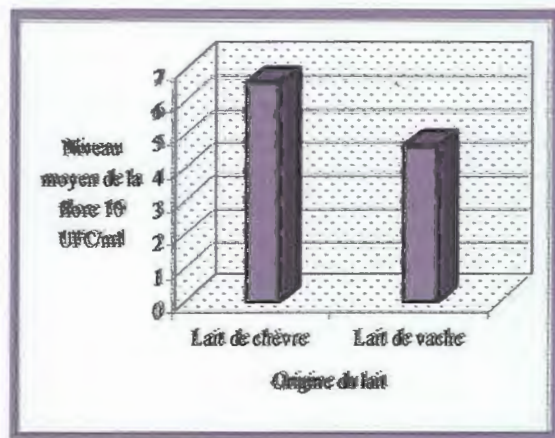


Figure 05 : Variation du niveau moyen de la flore lactique selon l'origine du lait.

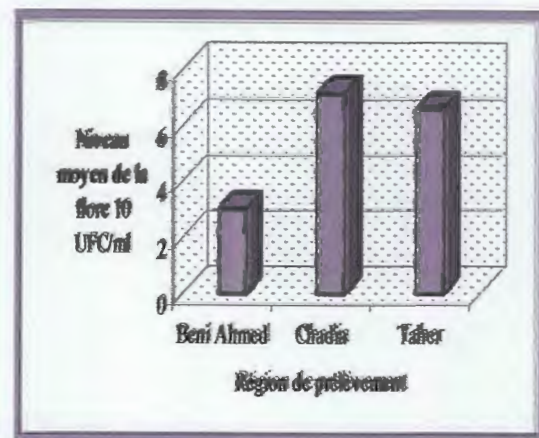


Figure 06 : Variation du niveau moyen de la flore lactique selon la région du prélèvement du lait.

### III.1.2. Contrôle physicochimique :

Tableau 08: Paramètres physicochimiques des laits utilisés pour la fabrication du beurre.

Paramètre	Minimum	Moyenne	Maximum
pH	6.65	$6,72 \pm 2,78 \cdot 10^{-3}$	6,8
Acidité (°D)	17,5	$18,75 \pm 0,775$	20
Densité (g/l)	1020	$1026,92 \pm 5,05$	1035
Taux butyreux (g/l)	40	$49,66 \pm 6,62$	60
MAT (g/Kg)	11,48	$15,46 \pm 3,63$	21,69
MS (g/l)	111	$124,5 \pm 16,45$	154
MM (g/l)	3	$7,33 \pm 2,65$	10
MO (g/l)	102	$117 \pm 16,01$	144

#### III.1.2.1. Activité réductase :

Les bactéries, en se développant, utilisent l'oxygène dissous et abaissent le potentiel d'oxydoréduction du milieu. Ceci peut être mis en évidence par la réduction d'indicateurs d'oxydoréduction colorés (Bourgeois et Leveau, 1991).

Basé sur le fait qu'une relation forte existe entre le temps de réduction de bleu de méthylène et la charge microbienne totale (Sanaras et Kehagias, 1987), ce test permet une bonne approche du degré de la contamination microbienne du lait. En effet, la durée au bout de laquelle 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 des bactéries, plus le bleu de méthylène est rapidement réduit (Joffin et Joffin, 1999).

Les résultats de l'épreuve de l'activité réductase sont répertoriés sur le tableau 09.

Tableau 09 : Développement de l'activité réductase avec le temps.

Temps de décoloration	T <sub>0</sub>	T <sub>0-15'</sub>	15'-1h	1h-3h	Plus de 3h
Echantillon					
<b>Lait de vache B. Ahmed</b>	-	-	-	+	+
<b>Lait de chèvre B. Ahmed</b>	-	-	-	+	+
<b>Lait de vache Chadia</b>	-	-	-	+	+
<b>Lait de chèvre Chadia</b>	-	-	-	+	+
<b>Lait de vache Taher</b>	-	-	-	+	+
<b>Lait de chèvre Taher</b>	-	-	-	+	+

L'analyse des résultats des tests au bleu de méthylène réalisés sur les laits collectés des différentes régions montre que tous les échantillons avaient un temps de décoloration entre 1 heure et 3 heures ce qui permet de conclure à des laits légèrement contaminés.

Selon Sanaras et Kehagias (1987), se sont surtout les ferments lactiques qui interviennent dans la décoloration plus ou moins rapide du bleu de méthylène, et c'est là encore un fait qui parle en faveur de la méthode, puisque la conservabilité d'un lait tient en premier lieu à sa teneur en bactéries lactiques.

### III.1.2.2. Stabilité du lait à l'ébullition :

La stabilité du lait à la chaleur est définie par l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'introduction d'un échantillon de lait dans un bain-Marie et le début de la coagulation du lait apprécié par la floculation, gélification ou modification de la sédimentation des protéines (Hermier et Cerf, 1987).

Dans notre étude, tous les échantillons analysés sont pour la plupart stables à la chaleur à l'exception toutefois de l'échantillon du lait de chèvre issu de la région Chadia. Ceci est en marche avec les résultats du dénombrement de la flore totale aérobie mésophile qui suggèrent que le plus haut niveau de contamination a été enregistré pour cet échantillon.

L'influence de la composition du lait sur sa stabilité à la chaleur a été l'objet de nombreux travaux. L'instabilité du lait à la chaleur est imputable à ses protéines, majoritairement à la fraction non caséine. La fraction caséine possède une position privilégiée, en ce qui concerne sa résistance à la chaleur. Cette position est vraisemblablement due à l'absence de structures secondaires et tertiaires et à la contribution d'une structure quaternaire particulièrement complexe (Hermier et Cerf, 1987). C'est ainsi que l'acide lactique, produit de la fermentation du lactose par les bactéries lactiques, en faisant baisser le pH, 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).



La concentration en divers éléments du lait, tels que l'urée, les sels minéraux, influence la forme de la courbe de la stabilité à la chaleur en fonction du pH (Hermier et Cerf, 1987).

Il existe une tendance générale à l'augmentation de la stabilité à la chaleur durant la période de la lactation mais le type d'alimentation peut jouer un rôle déterminant dans la valeur de la stabilité (Hermier et Cerf, 1987).

### III.1.2.3. pH et acidité titrable :

Tableau 10 : Résultats du pH et de l'acidité titrable

<b>Laits</b>	<b>pH</b>	<b>Acidité titrable</b>
<b>Lait de vache B. Ahmed</b>	6,72	19 °D
<b>Lait de chèvre B. Ahmed</b>	6,73	18 °D
<b>Lait de vache Chadia</b>	6,8	17,5 °D
<b>Lait de chèvre Chadia</b>	6,75	20 °D
<b>Lait de vache Taher</b>	6,65	19 °D
<b>Lait de chèvre Taher</b>	6,68	19 °D

Le pH et l'acidité titrable sont deux concepts liés à l'acidité, mais déterminés de façon différente. Chacun a sa propre incidence sur la qualité du lait (Amiot, 2002).

Le pH des échantillons de lait analysés varie de 6,65 à 6,8. Aucune variabilité marquée entre les laits de régions ou d'espèces différentes n'a cependant été observée.

Selon Amiot (2002), le pH d'un lait frais se situe entre 6,6 et 6,8. Nos résultats sur les valeurs de pH se trouvent bien inclus dans cette fourchette de variation.

Le pH du lait dépend principalement de la présence des caséines et d'anions phosphoriques et citriques (Amiot, 2002 ; Mathieu, 1998). Etant donné que les valeurs de pH représentent l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité (Amiot, 2002), les échantillons de lait analysés peuvent être qualifiés de frais.

Globalement, la valeur moyenne obtenue pour l'acidité titrable est de  $18,75 \pm 0,88$  °D avec une limite minimale de 17,5 °D et une limite maximale de 20 °D. Cette dernière est enregistrée pour le lait de vache de la région Beni Ahmed.

Le lait issu de la région Beni Ahmed présentait en moyenne une acidité titrable relativement élevée ( $19,5 \pm 0,7$  °D) comparativement à ceux des autres régions en l'occurrence, Taher et Chadia qui avaient respectivement  $18,5 \pm 0,7$  °D et  $18,25 \pm 1,06$  °D (Figure 08). D'autre part, le lait de vache ( $19,33 \pm 0,57$  °D) semble avoir en moyen une acidité titrable supérieure à celle de lait de chèvre ( $18,16 \pm 0,76$  °D) (Figure 07)

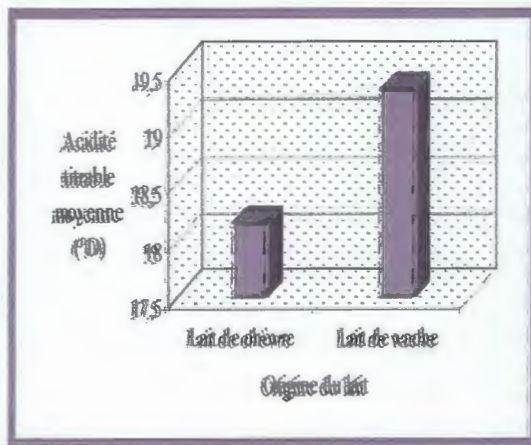


Figure 57 : Variation de l'acidité titrable selon l'origine du lait

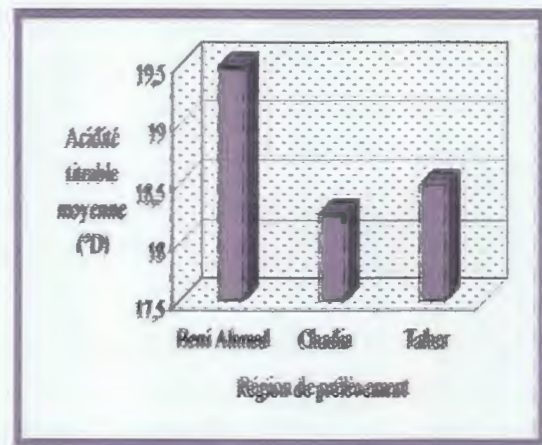


Figure 58 : Variation de l'acidité titrable selon la région de prélèvement.

Un lait frais, lait dont le lactose n'a pas encore été transformé en acide lactique, a une acidité de l'ordre de 18°D (Trémolières, 1984), cette acidité constitue l'acidité naturelle du lait.

Amiot (2002) rapporte que 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 nos échantillons (Mathieu, 1998). Ceci peut être renforcé par le fait qu'en fonction de la région de prélèvement ou en fonction de l'espèce animale à l'origine du lait, les valeurs de l'acidité titrable semblent être corrélés avec les niveaux de contamination par la flore totale aérobie mésophile.

#### III.1.2.4. Le taux butyreux :

Les lipides du lait proviennent essentiellement des modifications des acides gras alimentaires effectuées dans le rumen et la glande mammaire (Adrian et al., 1981). La teneur en matière grasse du lait ou taux butyreux est le nombre de grammes de substances dans un kilogramme ou un litre de lait (Pougheon, 2001).

Le taux butyreux moyen pour les 6 échantillons de lait collectés était de  $48 \pm 6,09$  g/Kg supérieur à la norme Algérienne ( $>35$ g/kg) retenue pour ce type de produits. Il s'avère donc clairement que ces échantillons sont trop riches en matière grasse.

Etant donné que ce facteur détermine largement le rendement beurrier, cette richesse se présente comme un avantage et se traduit par une meilleure aptitude beurrière lors de sa transformation.

Les taux butyreux obtenus pour les échantillons de lait de chèvre et le lait de vache sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 11: Résultats des taux butyreux des différents échantillons

Echantillon	Lait BA <sub>c</sub>	Lait BA <sub>v</sub>	Lait C <sub>c</sub>	Lait C <sub>v</sub>	Lait T <sub>c</sub>	Lait T <sub>v</sub>
TB (g/Kg)	50	40	52	55	50	41



On y remarque que les taux butyreux obtenus pour les échantillons de lait de chèvre ( $50,66 \pm 7,07$  g/Kg) semblent en moyenne être meilleurs que ceux obtenus avec le lait de vache ( $45,33 \pm 8,38$  g/Kg) (Figure 09). Ceci pourrait être dû au fait que le lait de chèvre est plus riche en matière grasse que le lait de vache (Amiot *et al.*, 2002).

D'autre part, les lait collectés dans la région Chadia apparaissent comme étant les plus riches en matière grasse avec une moyenne de  $53,5 \pm 2,12$  g/Kg, ensuite ceux issus de la région Taher ( $45,5 \pm 6,36$  g/Kg) et finalement ceux issus de la région Beni Ahmed ( $45 \pm 7,07$ g/Kg)(Figure10)

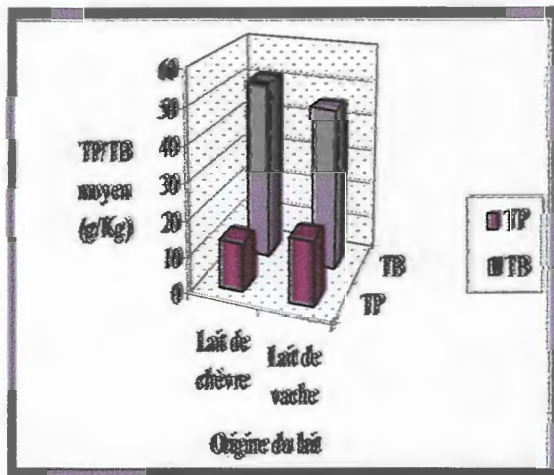


Figure 09: Variation de taux butyreux et des taux protéiques moyens selon l'origine du lait

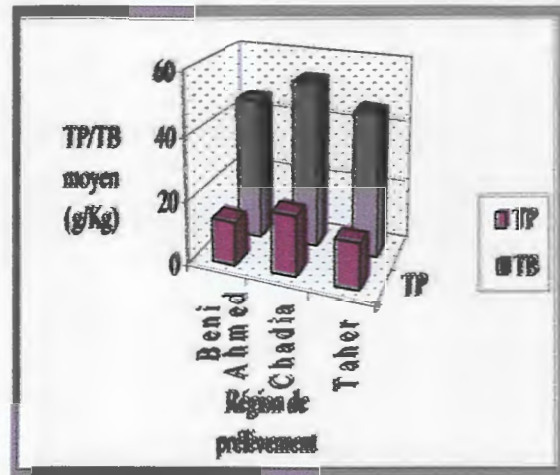


Figure 10: Variation de taux butyreux et des taux protéiques moyens selon la région de prélèvement du lait

Ces variations des taux butyreux des laits collectés de ces régions pourraient être liées à des facteurs divers :

La composition et la production du lait sont génétiquement corrélés négativement (Le Jaouen, 1986 ; Barillet et Boichard, 1987 ; Molina et Gallego, 1994 ; Fuertes *et al.*, 1998).

Bocquier et Caja, (2001) rapportent que 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).

Nos résultats dévoilent donc les stratégies d'alimentation des animaux car, selon Araba (2006), le taux butyreux du lait augmente quand la part des aliments concentrés dans la ration diminue. Le même auteur ajoute que le taux butyreux tend à baisser dans le cas des niveaux énergétiques très élevés en raison de l'arrêt de la mobilisation des réserves corporelles qui entraînent souvent une augmentation du taux butyreux.

Le stade de la 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 réaugmente rapidement dans les trois derniers mois.

La race, la sécrétion hormonale, l'âge, la température, la durée d'éclairage (Favier et Dorsainvil, 1985), 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.

### III.1.2.5. Le taux protéique :

Pour produire les protéines du lait, la vache dispose des protéines microbiennes provenant des microorganismes de sa panse qui ont proliféré grâce à l'énergie et la matière azotée disponible et des protéines alimentaires qui ont traversé la panse sans être dégradées (Daccord, 2004) et dans une faible mesure des protéines corporelles (5 à 10kg de réserves) (Stoll, 2002).

D'après Bazin et Lecomte, (1999), les valeurs du taux protéique peuvent varier entre 20 et 40g/kg.

Les valeurs obtenues pour le taux protéique sont nettement inférieures à celles rapportées dans plusieurs publications (Favier et Dorsainvil, 1985; Jaubert, 1997 ; Hamama et Srairi, 2006 ). La valeur moyenne est de  $15,46 \pm 3,62$  g/Kg.

Tableau 12 : Résultats du taux protéiques

Echantillon	BA <sub>c</sub>	BA <sub>v</sub>	C <sub>c</sub>	C <sub>v</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>v</sub>
TP (g/kg)	12,44	14,67	15,95	21,29	11,48	16,58

Le taux protéique relatifs au lait de chèvre semble en moyenne supérieurs à celui du lait de vache (Figure 09).

En considérant le facteur région, la variabilité dans le taux protéique existe encore. Ainsi, le taux protéique de lait issus de la région Chadia semble meilleur que celui du lait issus des autres régions (Figure 10).

Comme nous l'avons déjà évoqué plus haut, la composition du lait y compris la teneur en protéines dépend de plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques.

Le niveau d'approvisionnement énergétique est le principal facteur responsable des variations du taux protéique. Des rations constituées presque exclusivement d'herbage sont souvent à l'origine de taux protéiques bas (Stoll, 2002), ceci pourrait expliquer les valeurs basses du taux protéique enregistrées pour nos échantillons. Cette hypothèse peut être renforcée par le caractère traditionnel d'élevage adopté dans la région Jijelienne et dominé par une alimentation à base de l'herbe (régime du pâturage), c'est au moins ce que affirment les éleveurs.

Comme pour le taux butyreux, le taux protéique est variable selon la race, l'âge, le stade de lactation, le nombre de traites, le climat, la saison et les critères génétiques (Pougheon, 2001).

**III.1.2.6. La densité :**

La détermination de la densité contribue à la recherche d'un mouillage éventuel et sert également à mettre en évidence des teneurs insuffisantes en certains composants du lait (Ritter et al., 1973).

Coulon et al.(2001), rapportent que parmi les facteurs qui influencent la densité du lait figurent la composition en différents nutriments, l'alimentation, le stade physiologique et le stade de lactation.

La mesure de la densité présente une variabilité vis-à-vis des différents échantillons analysés. Cette densité paraît plus élevée pour les échantillons de la région Chadia avec une moyenne de  $1031 \pm 5.65$ g par litre de lait (Figure 12).

En fonction de l'espèce, les échantillons de lait de chèvre présentaient une densité légèrement supérieure à ceux du lait de vache. Les moyennes enregistrées pour chaque espèce sont respectivement de  $1028,66 \pm 5.83$  et  $1025,16 \pm 4.53$  (Figure 11).

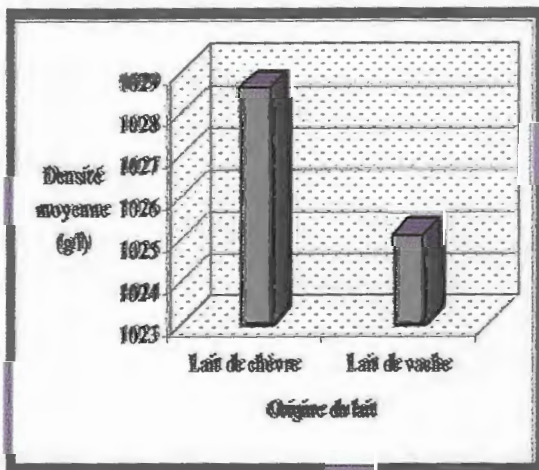


Figure 11 : Variation de la densité moyenne selon l'origine du lait

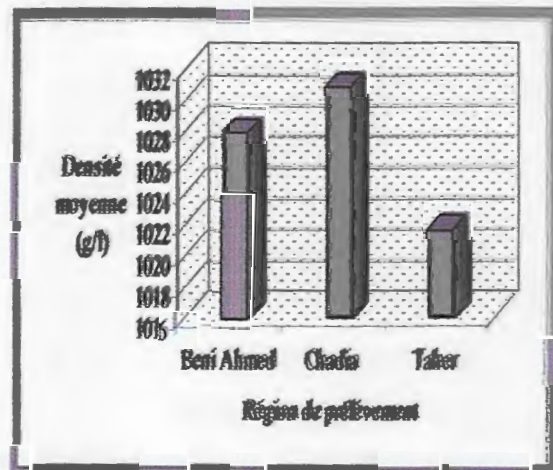


Figure 12: Variation de la densité moyenne selon la région de prélèvement du lait

Ces valeurs faibles de la densité du lait concordent avec les résultats précédents enregistrés avec le taux butyreux car, selon Amiot et al., (2002) plus un lait ou un produit laitier contient un pourcentage élevé en matières grasses, plus sa densité sera basse.

**III.1.2.7. La matière sèche du lait :**

L'ensemble des composants du lait à l'exception de l'eau et des gaz dissous, constituent la matière sèche totale ou expression courante mais impropre extrait sec total.

La teneur en matière sèche total est le résultat obtenu après évaporation de l'eau du lait. Elle est exprimée en gramme par litre ou par kilogramme ou en pour cent en masse, autrement dit en gramme pour 100g de lait (Mathieu, 1998).

Les résultats de la matière sèche confirment sa très grande variabilité pour les différents échantillons : la teneur moyenne dans les 6 échantillons est  $124 \pm 16,45$  g/l, l'échantillon le plus riche en matière sèche présentait une valeur de 150g/l, il s'agit du lait de chèvre de la région Béni Ahmed, le moins riche avait une valeur de 98g/l. Les résultats montrent



aussi que le lait de chèvre semble le plus riche en matière sèche ( $126,33 \pm 24$  g/l) comparativement au lait de vache ( $117,67 \pm 17,61$  g/Kg) (Figure 13).

Toujours en relation avec la variabilité des différents laits en matière sèche, il apparaît que le lait issu de la région Beni Ahmed est le plus riche en matière sèche ( $143 \pm 15,55$  g/l) par rapport à ceux issus des régions Chadia et Taher qui avaient respectivement  $117 \pm 8,48$  g/l et  $106 \pm 11,31$ g/l (Figure 14).

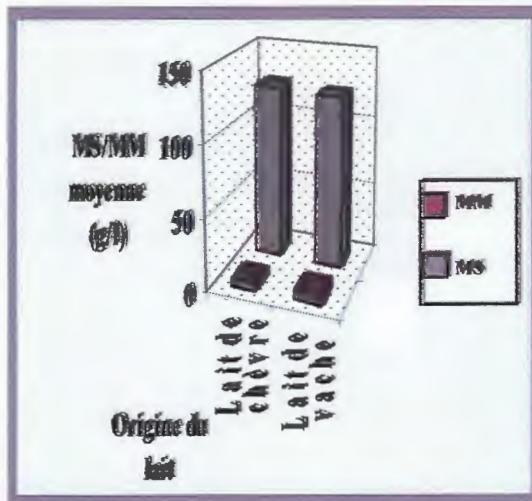


Figure 13 : variation des teneurs en MS et MM selon l'origine du lait.

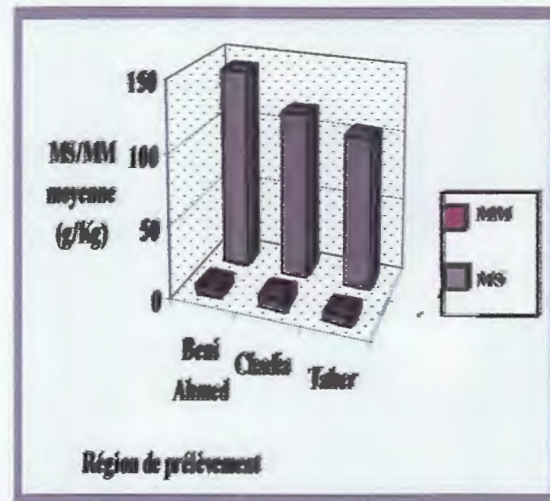


Figure 14 : variation des teneurs en MS et MM selon la région de prélèvement.

Selon Mathieu (1998), un litre contient 125g/l à 130g/l de matière sèche, il s'en suit que le niveau moyen de la matière sèche des échantillons analysés reste en général adéquat à 0.5 près dans les échantillons de lait analysés quoique la moyenne notée ne reflète pas les niveaux réels de la matière sèche dans l'ensemble des échantillons compte tenu de l'effet exercé par l'échantillon le plus riche.

### III.1.2.8. La matière minérale :

Les matières minérales totales du lait de vache exprimées en cendres après incinération représentent en moyenne 7,2g/l (Gueguen, 2001). Amlot et al.(2002) affirment que la teneur du lait de chèvre en minéraux est identique à celle du lait de vache.

La teneur moyenne en matière minérale de nos échantillons est égale à  $7,33 \pm 2,65$ g/l et est donc proche de la valeur précitée.

La teneur moyenne de lait de chèvre est de  $6 \pm 2,64$  g/l inférieure à celle de lait de vache qui est de  $8,67 \pm 2,3$  g/l (Figure 13). Le lait de la région Chadia est le plus riche en matière minérale ( $8,5 \pm 2,12$  g/Kg) par rapport à ceux de la région Beni Ahmed ( $7 \pm 1,41$  g/Kg) et Taher ( $6,5 \pm 4,94$  g/Kg) (Figure 14).

Plusieurs auteurs se sont intéressés à l'étude des minéraux du lait (Gueguen, 1971 ; Mahieu, 1976 ; Mahieu et al., 1976 ; Mahieu et al., 1977 ; Brulé, 1984 ; Delacroix, 1984 ; Gueguen, 2001), d'après eux, les variabilités de la teneur en minéraux observées entre les différents échantillons pourraient être attribuées à des facteurs génétiques ou

physiologiques (stade de lactation) mais relativement peu à des facteurs nutritionnels ou écologiques.

La teneur en minéraux peut être aussi modifiée sensiblement par les affections mammaires (Brulé, 1987).

### III.2. Fabrication du beurre traditionnel et contrôle physicochimique du

#### *Lben* :

#### III.2.1. Préparation du beurre :

L'acidification spontanée du lait a donné naissance à un produit plus dense et moins filant que le lait appelé *Raïb* ayant une acidité plus développée. Cette dernière semble être liée en premier lieu au développement des bactéries lactiques (streptocoques, *Leuconostoc*, lactobacilles) avec peut être un rôle accessoire de la flore fongique et des coliformes et streptocoques fécaux (Tantaoui Elaraki et al., 1983). Le barattage qui suit l'acidification spontanée du lait permet d'aboutir après un certain temps à deux produits distincts : un corps gras qui se forme suite à l'agglomération des globules gras lors du barattage du *Raïb* et une boisson rafraîchissante le *Lben* caractérisée par sa couleur plus blanche que celle du lait et par un arôme plus prononcé. Ce dernier est lié à la libération par les bactéries lactiques d'un certain nombre de substances telles que le diacétyle, l'acétaldéhyde et l'éthanol (Boubekri et al., 1984)

#### III.2.2. Rendement beurrier :

Le rendement beurrier traduit la quantité du beurre fabriqué à partir de 100 litre ou de 100Kg de lait (Luquet, 1990).

$$\text{RDT} = \text{Poids du beurre fabriqué} / \text{poids du lait mis en œuvre} \times 100\%$$

Le rendement beurrier des différents échantillons est présenté dans le tableau 13.

Tableau 13 : Rendements beurriers relatifs aux différents échantillons de beurres de chèvres et de beurres de vache

Echantillon	Rendement beurrier
Beurre de chèvre issu de la région Beni Ahmed	3,72 %
Beurre de vache issu de la région Beni Ahmed	3,39 %
Beurre de chèvre issu de la région Chadia	3,78 %
Beurre de vache issu de la région Chadia	5,15 %
Beurre de chèvre issu de la région Taher	2,09 %
Beurre de vache issu de la région Taher	4,4 %

Il apparaît que ce paramètre économique est variable et il est inclue dans une fourchette qui s'étend de 3,39 % jusqu'à 5,15 %. Cependant, le rendement relatif aux beurres de



vache ( $4,31 \pm 0,88$  %) semble en moyenne supérieur à celui relatif aux beurres de chèvre ( $3,19 \pm 0,95$  %) (Figure 15).

Encore en matière de variabilité du rendement beurrier, il apparaît que les beurres issus de la région Chadia avaient le rendement le plus élevé ( $4,46 \pm 0,96$  %) suivis de ceux de la région Beni Ahmed avec un rendement moyen de  $3,55 \pm 0,23$  % et enfin, par ceux de la région Taher qui présentaient un rendement moyen de  $3,24 \pm 1,63$  % (Figure 16).

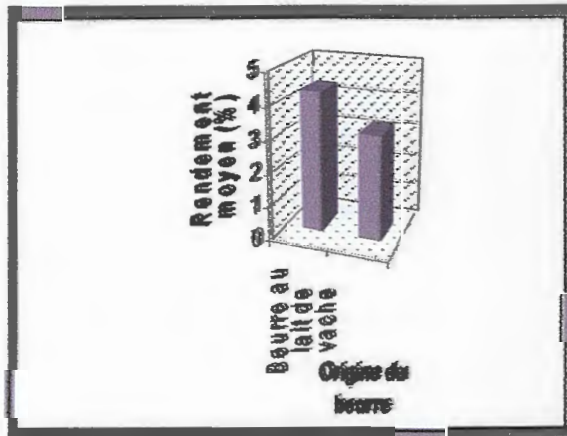


Figure 15 : Variabilité du rendement beurrier moyen selon l'origine du beurre.

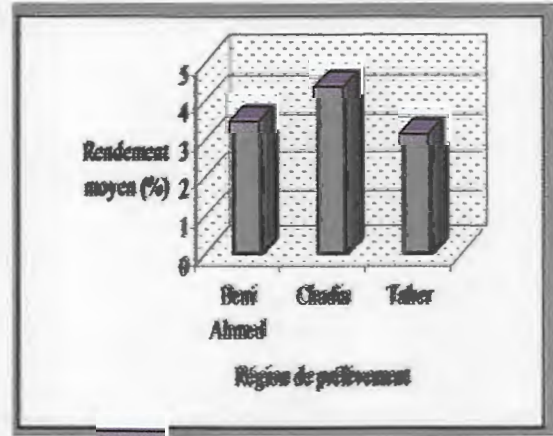


Figure 16 : Variabilité du rendement beurrier moyen selon la région du prélèvement du lait servant à la fabrication du beurre

Les aptitudes technologiques du lait, c'est à dire la capacité à être transformé en beurre, sont fortement et directement influencées par le taux butyreux. Un taux butyreux élevé donne un beurre avec un rendement aussi élevé (Paccard, 2006). Cependant, dans notre étude, le rendement beurrier relatif aux beurres fabriqués n'est pas corrélé aux taux butyreux des échantillons de lait servant à leur fabrication. Ceci peut être expliqué par le fait que le taux butyreux n'est pas le seul à influencer le rendement beurrier.

Les dimensions de globules gras, le temps de barattage, les pertes de matières grasses dans le babeurre et le pourcentage d'agglutinines sur la membrane du globule gras sont autant de facteurs qu'il faut prendre en compte. Ces facteurs peuvent probablement justifier les écarts observés dans le rendement beurrier relatif aux différents échantillons.

Amiot (2002) rapporte que le diamètre moyen des globules gras du lait de chèvre sont légèrement petits comparativement à ceux de lait de vache. En fait plus les globules gras du lait sont petits plus les temps de barattage sont rallongés et plus les pertes de MG dans le beurre sont augmentées (Pointurier et Adda, 1969 ; Walstra et al., 1999 ; Hillbrick et Augustin, 2003). Ceci pourrait être à l'origine de rendement beurrier faible enregistré pour les échantillons de beurre de chèvre.

### III.2.3. pH et acidité titrable des lbens :

Les échantillons de *iben* analysés présentaient en moyenne un pH de  $5,05 \pm 0,44$ . Cette valeur ne concorde pas avec celle trouvée par Tantaoui Elaraki et al. (1983) et boubekri et al. (1984) qui lors d'études menées sur le *iben* Marocain trouvèrent respectivement des moyennes de pH de 4.4 et 4.24, mais se trouve voisine de celle rapportée par Abd El



Malek, (1978) qui trouva dans une étude sur le *iben* Egyptien « *Khadd* », préparé en hiver dans une outre de peau de chèvre, des valeurs de pH entre 5 et 6. Quant au *iben* Iraquien, il présentait des valeurs qui s'étendaient de pH3.3 à pH5.9 (Abo Elnaga et al., 1977). La valeur trouvée avec nos échantillons se trouve encore incluse dans cet intervalle de pH rapporté par Abo Elnaga et al. (1977) quoique ces valeurs peuvent ne pas être transposables sur le *iben* Algérien vu la différence des conditions dans lesquelles la préparation des deux *iben* a été conduite. Ainsi le *iben* Iraquien s'en démarque par un traitement thermique du lait préalablement à son inoculation par un pied de cuve d'un *iben* de fabrication précédente. Les résultats ne font pas ressortir des différences marquées entre la moyenne des pH des *ibens* ayant comme origine le lait de vache et la celle des *ibens* ayant comme origine le lait de chèvre.

L'acidité titrable des *ibens* analysés présentait une moyenne de  $86.76 \pm 8.02$  °D et se trouve donc plus proche à celle trouvée par boubekri et al. (1984) qu'à celle rapportée par Tantaoui Elaraki et al. (1983) qui ont trouvé respectivement des moyennes de  $81,65^{\circ}\text{D}$  et  $75^{\circ}\text{D}$ . Cette différence pourrait être due à des différences d'âge d'échantillons (boubekri et al.,1984) ou à la nature des flores lactiques dominantes qui selon les valeurs élevées de l'acidité, les lactobacilles jugés plus acidifiants que les autres, doivent être les dominants. Cette dernière hypothèse semble non valide car elle ne s'accorde pas avec les observations d'une recherche antérieure menée par Harrati et al. (1974) sur le *iben* Algérien dans lequel il a noté une absence totale des lactobacilles. Ces derniers qui selon Abo Elnaga et al. (1977) sont prédominants dans le *iben* Iraquien pourraient être à l'origine de son acidité plus élevée par rapport à celle de nos échantillons ( $113^{\circ}\text{D}$ ).

Les valeurs de l'acidité titrable enregistrées pour les échantillons des *ibens* de chèvre semblent moins élevées que ceux des *ibens* de vache (respectivement  $84.2 \pm 9,29$  °D et  $89.33 \pm 6,25$  °D) (Figure 17).

Les échantillons de *iben* produits à partir des laits issus de la région Beni Ahmed semblent être les moins acides avec une moyenne de  $80 \pm 7.07$  °D par rapport à ceux de la région Taber ( $87.5 \pm 11.31^{\circ}\text{D}$ ) et ceux de la région Chadia ( $92.8 \pm 3.95^{\circ}\text{D}$ ) (Figure 18). Ces écarts observés entre les *ibens* des différentes régions pourraient être encore justifiés par des temps de coagulation différents.

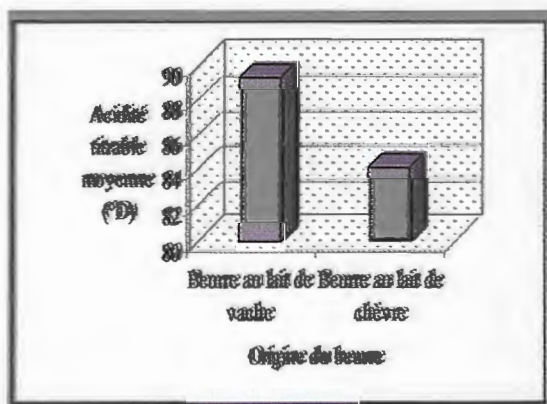


Figure 17 : Variation de l'acidité titrable moyenne selon l'origine du beurre.

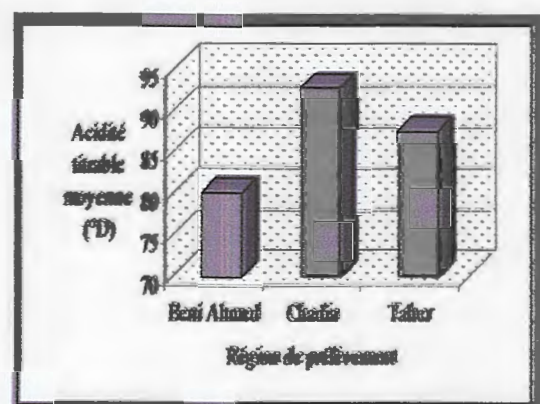


Figure 18: Variation de l'acidité titrable moyenne selon la région du prélèvement du lait servant à la fabrication du beurre.

## III.3. Contrôle du beurre traditionnel :

## III.3.1. Contrôle microbiologique du beurre traditionnel :

Les résultats du contrôle microbiologique des beurres sont présentés dans les tableaux suivants

Tableau 14 : Résultats du contrôle microbiologique des beurres fabriqués au laboratoire.

Flores (UFC/g)	Beni Ahmed		Chadia		Taher	
	Vache	Chèvre	Vache	Chèvre	Vache	Chèvre
FTAM	$2. 10^5$	$1,3. 10^6$	$3,2. 10^5$	$5,7. 10^5$	$2. 10^5$	$1,07. 10^6$
Flore fongique	$10^2$	$7. 10^2$	$5,05. 10^3$	$3. 10^2$	$3. 10^2$	$10^2$
CT	00	00	00	00	00	00
CTT	00	00	00	00	00	00
Indologènes	00	000	00	00	00	00
Flore lactique	$1,05. 10^4$	$1,37. 10^5$	$5,55. 10^4$	$2,35. 10^5$	$6. 10^3$	$7.1. 10^4$
<i>S. aureus</i>	00	0	00	00	00	00
<i>Salmonella</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
F. caséolytique	$1,5. 10^3$	$4. 10^3$	$1,45. 10^4$	$5,15. 10^4$	$4. 10^3$	$10^3$
F. lipolytique	00	Abs	00	00	00	00
F. psychrophile	$1,27. 10^4$	$2,5. 10^5$	$3,6. 10^4$	$7. 10^4$	$4,6. 10^4$	$3,32. 10^5$

F : flore

Tableau 15 : Résultats du contrôle microbiologique des beurres procurés auprès des éleveurs

Flores (UFC/g)	B. salé. B. Ahmed	B. salé El Aouana	B. non salé Chadia	B. non salé El Aouana
FTAM	$2,88. 10^6$	$7,3. 10^5$	$4,76. 10^6$	$1,74. 10^6$
Flore fongique	$4,5. 10^3$	$2,4. 10^5$	$1,77. 10^5$	$1,8. 10^4$
CT	00	$10^2$	00	$10^3$
CTT	00	000	00	00
Indologènes	00	00	00	00
Flore Lactique	$1,4. 10^6$	$4,1. 10^4$	$1,9. 10^5$	$1,36. 10^5$
<i>S. aureus</i>	00	00	00	00
<i>Salmonella</i>	Abs	Abs	Abs	Abs
Flore caséolytique	$8,1. 10^4$	$2,5. 10^4$	$3. 10^4$	$5,1. 10^4$
Flore lipolytique	$2. 10^3$	00	00	$2. 10^3$
Flore psychrophile	$5,16. 10^5$	$4. 10^4$	$3,37. 10^5$	$6,7. 10^4$

B : Beurre

Abs : Absence



### III.3.1.1. Flore totale aérobie mésophile :

Pour la flore totale aérobie mésophile les valeurs moyennes en UFC par gramme relatives aux beurres fabriqués au laboratoire sont regroupées par origine du lait servant à leur fabrication et par région de prélèvement et sont présentées dans le tableau 13.

Au cours d'une étude poursuivie par Bornarel et *al.* (1996) sur la situation sanitaire des produits laitiers commercialisés dans la zone périurbaine de N'Djamena, ceux-ci trouvaient sur un total de 5 échantillons de beurre de vache une moyenne de  $10^4$  UFC/g pour la flore totale aérobie mésophile.

D'une manière générale, la flore totale aérobie mésophile des beurres fabriqués au niveau du laboratoire semble moins abondante par rapport à celle des laits servant à leur fabrication et ce quelque soit l'origine du lait (vache ou chèvre) et la région du prélèvement.

Pour cette flore, les beurres fabriqués à partir du lait de chèvre ( $3,4 \cdot 10^5 \pm 2,2 \cdot 10^5$  UFC/g) présentaient un nombre relativement plus élevé par rapport à celui des beurres fabriqués à partir du lait de vache ( $2,73 \cdot 10^5 \pm 0,64 \cdot 10^5$  UFC/g) (Figure 19).

D'autre part, les beurres produits à partir des laits prélevés dans la région Chadia montraient un niveau de contamination ( $4,45 \cdot 10^5 \pm 1,76 \cdot 10^5$  UFC/g) par cette flore un peu inférieur à ceux des deux autres régions : Taher ( $6,85 \cdot 10^5 \pm 5,44 \cdot 10^5$  UFC/g) et Beni Ahmed ( $7,5 \cdot 10^5 \pm 7,77 \cdot 10^5$  UFC/g) (Figure 20).

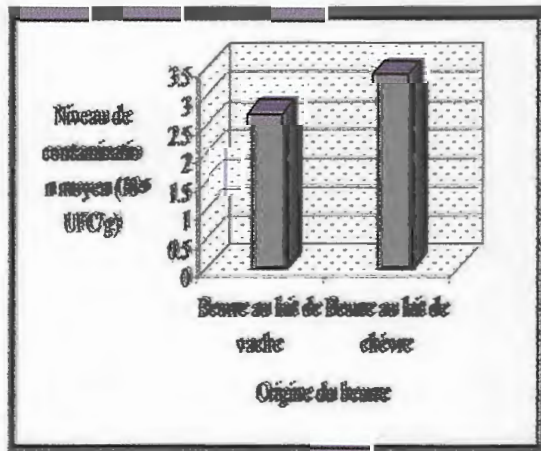


Figure 19: Variation du niveau de contamination moyen par la flore totale aérobie mésophile selon l'origine du beurre.

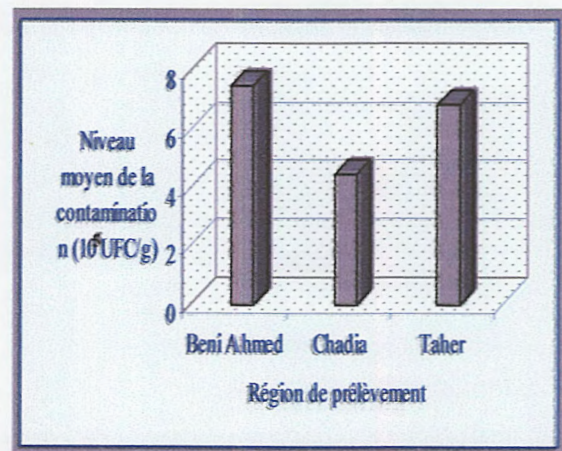


Figure 20 : Variation du niveau de contamination moyen par la flore totale aérobie mésophile selon la région du prélèvement des lait servant à la fabrication du beurre.

Le niveau de contamination des échantillons de beurre moins élevé que celui des laits servant à leur fabrication peut d'une part être lié au fait qu'au cours de la coagulation spontanée du lait (étape qui précède le barattage), les bactéries lactiques exercent un rôle inhibiteur par le biais de leur produits métaboliques à savoir l'acide lactique qui fait chuter l'acidité jusqu'à un niveau où la multiplication des autres germes serait difficile et d'autre part à un faible transfert des germes initialement présents dans le lait vers sa matière grasse.

Cependant, la valeur moyenne enregistrée pour l'ensemble de ces beurres reste considérablement important ( $3,06 \cdot 10^5 \pm 1,49 \cdot 10^5$  UFC/g). Ceci peut être la résultante de la charge microbienne élevée initialement présente dans le lait. Une contamination supplémentaire au cours de la fabrication peut être imputable aux manipulateurs et aux transvasements qui ont subis ces beurres.

Si ces germes ne sont pas des bactéries pathogènes notoires, leur abondance est cependant le signe que l'hygiène minimale de base n'est pas respectée d'où les fortes possibilités de risque (Bornarel *et al.*, 1996)

Les résultats de dénombrement et de recherche de germes des beurres procurés auprès des éleveurs sont présentés dans le tableau 15.

Les beurres procurés auprès des éleveurs présentaient une flore totale plus importante avec une moyenne de  $25,27 \cdot 10^5 \pm 17,28 \cdot 10^5$  UFC/g que celle des beurres fabriqués sous conditions de laboratoire ( $3,06 \cdot 10^5 \pm 1,49 \cdot 10^5$  UFC/g) (Figure 21). Ceci donne une image sur les conditions d'hygiène dans lesquelles la fabrication de ces beurres a été menée.

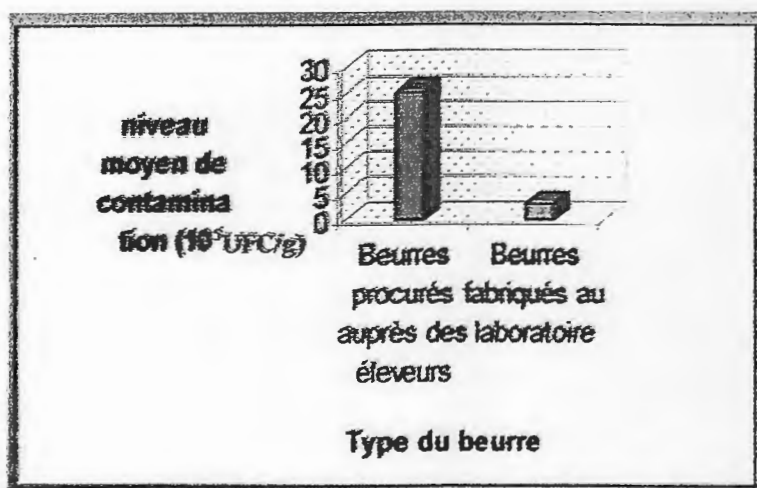


Figure 21: Variation du niveau de moyen par la flore totale aérobie mésophile selon le type du beurre (fabriqué au laboratoire ou procuré contamination auprès des éleveurs).

### III.3.1.2. Coliformes totaux et coliformes thermotolérants :

Aussi bien dans les beurres préparés au niveau du laboratoire que dans les autres beurres procurés auprès des éleveurs, les coliformes totaux et les coliformes thermotolérants sont absents, exception faite pour les deux échantillons du beurre salé et non salé issus de la région d'El Aouana dans lesquels nous avons signalé respectivement la présence des taux de  $10^3$  UFC/g et de  $10^2$  UFC/g de beurre.

Les coliformes sont des indicateurs de la propreté des manipulations et de la propreté des locaux et du matériel utilisé. Quant aux CTT, ce sont des témoins d'une contamination fécale due à une mauvaise hygiène du personnel et à une absence de la propreté des locaux et du matériel (Guiraud, 1998).

La présence de coliformes dans les échantillons de lait et leur absence dans les échantillons de beurres correspondant, peut être expliquée par le fait que l'acidité élevée

du Raïb, produit intermédiaire de la fabrication du beurre, a inhibé et ou détruit ces germes.

La présence de coliformes dans les échantillons du beurre d'El Aouana peut être liée soit à un transfert de ces germes à partir du lait utilisé pour la préparation soit à une recontamination par les manipulateurs et les ustensiles lors de la fabrication de ce beurre.

### III.3.1.3. Flore lactique :

Les valeurs résultant du dénombrement de cette flore sur gélose MRS sont très variables allant de  $6.10^3$  UFC/g (beurre au lait de vache de la région Taher) à  $1,4.10^6$  UFC/g (beurre salé de la région Beni Ahmed).

Ces bactéries jouent un rôle important dans le beurre car elles assurent non seulement des caractéristiques particulières d'arôme 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 renforce cette conservation (Bekhouch et Boulahrouf, 2005).

D'une manière générale, les échantillons de beurre au lait de chèvre sont plus chargés ( $1,47.10^5 \pm 0,86. 10^5$  UFC/g) que les beurres au lait de vache qui présentaient une moyenne de  $2,53.10^4 \pm 2,76. 10^4$  UFC/g (Figure 22).

Par ailleurs, cette flore est plus abondante dans les beurres originaires de la région Chadia avec une moyenne de  $14,72.10^4 \pm 12,4. 10^4$  UFC/g suivi de ceux des régions Beni Ahmed,  $7,37.10^4 \pm 8,94. 10^4$  UFC/g et Taher  $3,75.10^4 \pm 5,16. 10^4$  UFC/g (Figure 23). Cette charge importante de ces bactéries dans les beurres analysés est en ligne parallèle avec celle des laits servant à leur fabrication.

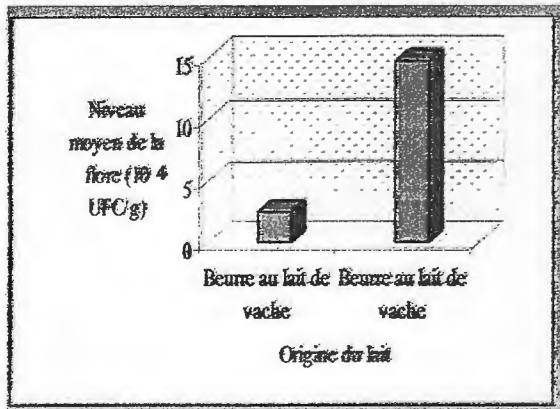


Figure 22: Variation du niveau de la flore lactique dans les échantillons du beurre selon l'origine des laits servant à leurs fabrication.

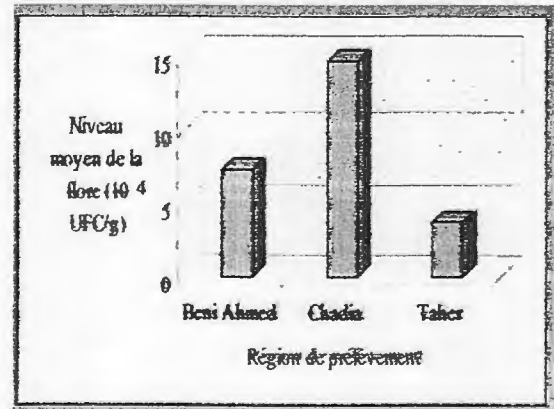
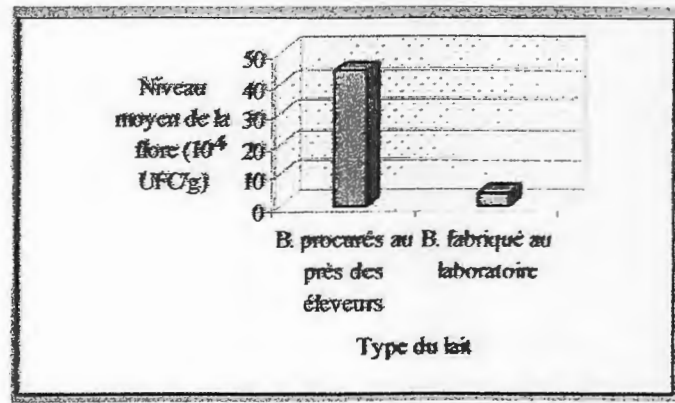


Figure 23: Variation du niveau de la flore lactique dans les échantillons du beurre selon la région du prélèvement des laits servant à leurs fabrication.

Pour les beurres procurés auprès des éleveurs, la charge semble plus importante et se situe entre  $4,1.10^4$  UFC/g et  $1,4.10^4$  UFC/g avec une moyenne de  $4,42.10^5 \pm 6,41. 10^5$  UFC/g (Figure 24).





**Figure 24 :** Variation du niveau de la flore lactique dans les échantillons du beurre selon le type du beurre (fabriqué au laboratoire ou procuré auprès des éleveurs).

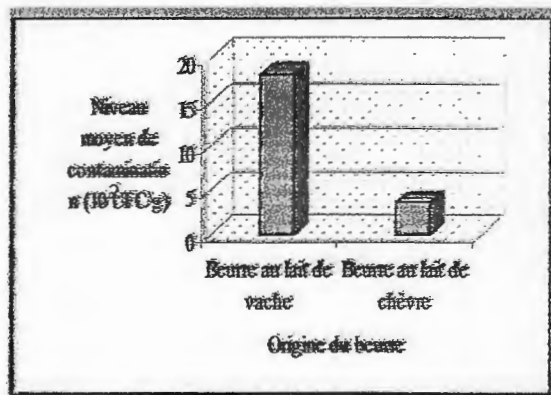
En général, l'abondance de cette flore dans les échantillons de beurre est habituelle vu le caractère fermentaire des produits intermédiaires de la fabrication de ces beurres.

#### III.3.1.4. La flore fongique :

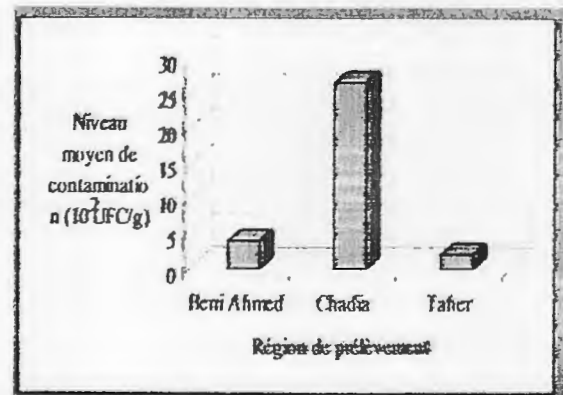
La charge moyenne en levures et moisissures des beurres fabriqués au niveau du laboratoire est de  $1,09 \cdot 10^3 \pm 1,95 \cdot 10^3$  UFC/g. Pour ces beurres, l'échantillon au lait de vache issu de la région Beni Ahmed et celui au lait de chèvre issu de la région Taher ont présenté le niveau de contamination le moins élevé  $10^2$  UFC/g. La valeur maximale observée étant de  $5,05 \cdot 10^3$  UFC/g de produit.

La charge moyenne des beurres de vache en flore fongique ( $1,81 \cdot 10^3 \pm 28,01$  UFC/g) est supérieure à celle des beurres de chèvre estimée à  $3,66 \cdot 10^2 \pm 3,05$  UFC/g (Figure 25).

D'autre part, les beurres fabriqués à partir des laits collectés dans la région Taher apparaissent globalement comme étant les moins contaminés ( $2 \cdot 10^2 \pm 1,41 \cdot 10^2$  UFC/g). Ceux fabriqués à partir des laits issus de la région Beni Ahmed présentaient un taux intermédiaire de  $4 \cdot 10^2 \pm 4,24 \cdot 10^2$  UFC/g. Quant à ceux aux laits collectés de la région Chadia, ils présentaient le plus haut niveau de contamination  $2,67 \cdot 10^3 \pm 3,35 \cdot 10^3$  UFC/g (Figure 26).



**Figure 25:** Variation du niveau moyen de contamination par la flore fongique des beurres selon l'origine du lait.



**Figure 26:** Variation du niveau moyen de contamination par la flore fongique des beurres selon la région du prélèvement du lait servant à leurs fabrication.

Tout comme la flore totale aérobie mésophile, les beurres procurés auprès des éleveurs ont présenté les scores les plus élevés en ce qui concerne le dénombrement de la flore fongique  $2,61. 10^3 \pm 1,28. 10^3$  UFC/g contre une moyenne de  $1,09. 10^3 \pm 1,95. 10^3$  UFC/g pour les beurres fabriqués au niveau du laboratoire (Figure 27).

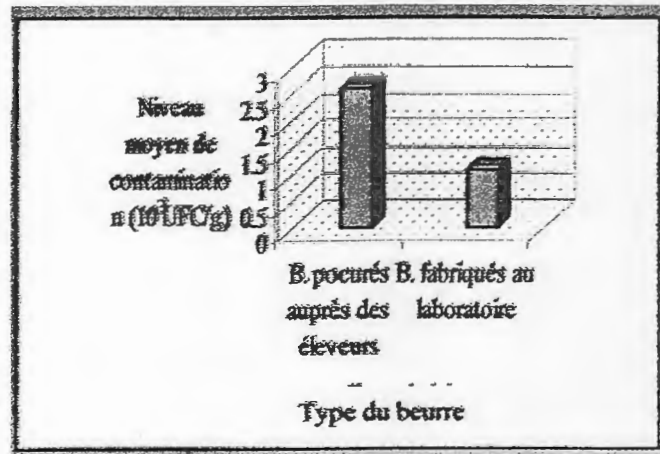


Figure 27: Variation du niveau moyen de contamination par la flore fongique des beurres selon le type du beurre.

Les levures et moisissures sont des éléments permanents de l'environnement (Bornarel et al., 1996). Leur présence dans le beurre peut s'expliquer par le fait que le lait est très souvent exposé à l'air ambiant au cours de sa transformation en beurre. De ce fait, il est difficile d'en tirer une conclusion pratique particulière.

### III.3.1.5. Les indologènes :

Les résultats sont montrés dans les tableaux 13 et 14.

La recherche de ces germes a été effectuée sur milieu eau peptonée exempte d'indole. Les résultats montrent leur absence totale dans tous les échantillons quelque soit l'origine du lait servant à leur fabrication, la région du prélèvement et le lieu de leur fabrication et sont donc en accord avec les résultats du dénombrement des coliformes dans ces produits.

L'absence de ces germes se présente comme un avantage pour la qualité hygiénique et marchande de ces produits étant donné qu'ils sont responsables de dégradations et de modifications du goût et d'odeur (Guiraud, 1998).

### III.3.1.6. Recherche du *Staphylococcus aureus* :

Dans un premier lieu nous avons fait un enrichissement par ensemencement du milieu liquide Giolitti Cantoni additionné de tellurites de potassium. L'incubation à 37°C pendant 24H a entraîné le virage de la couleur du milieu au vert. Ce verdissement est dû à la réduction des tellurites en tellures, il peut être le résultat d'une présence probable de *Staphylococcus aureus*. Pour confirmer cette présence nous avons fait un ensemencement par étalement sur milieu solide, Baird Parker.

La flore *Staphylococcus* présumée pathogène est normalement mesurée par dénombrement des colonies de couleur noir brillant caractéristiques présentant un halo opaque. Or, la présence de ces colonies n'a pas été détectée, les seules colonies présentes étaient des colonies jaunes caractéristiques des *Micrococcus* (Branger, 1987).

L'absence de *Staphylococcus aureus* dans ces beurres présente un avantage sur le plan sanitaire étant donné que ce germe soit incriminé dans les toxi-infections alimentaires.

### III.3.1.7. La recherche de *Salmonella* :

Sa recherche a été effectuée sur milieu liquide eau peptonée alcaline, après incubation à 37°C pendant 24H, les milieuxensemencés présentaient un trouble. Par la suite un isolement sur milieu solide Hektoen a été réalisé afin de confirmer la présence de *Salmonella*. L'incubation à 37°C pendant 24H a révélé l'apparition de colonies saumon caractéristiques des autres entérobactéries autre que *Salmonella*.

Cependant, pour le beurre salé de la région Beni Ahmed nous avons noté la présence de colonies grises. Pour écarter toute suspicion concernant la présence de *Salmonella*, les 3 colonies suspectes ont fait l'objet d'un réensemencement sur bouillon nutritif puis sur milieu urée-indole. L'incubation de ce dernier pendant 6H a entraîné son virage vers le rouge, il s'agit donc de bactéries uréase+ qui ne sont en aucun cas des salmonelles étant donné que ces dernières sont exclusivement uréase -.

### III.3.1.8. La flore psychrophile :

Certains microorganismes sont capables de se développer à des températures inférieures à 5°C (Guiraud, 1998). Il s'agit des germes dits psychrophiles.

Cette flore est très variable dans les échantillons de beurre. Son dénombrement moyen dans les beurres fabriqués au niveau du laboratoire était de  $12,45 \cdot 10^4 \pm 13,28 \cdot 10^4$  UFC/g. L'échantillon le moins contaminé présentait une valeur minimale de  $1,27 \cdot 10^4$  UFC/g. Le plus contaminé avait une valeur de  $3,32 \cdot 10^5$  UFC/g.

Les niveaux de contamination des échantillons de beurre procurés auprès des éleveurs ( $24 \cdot 10^4 \pm 22,76 \cdot 10^4$  UFC/g) sont supérieurs à ceux des beurres fabriqués au niveau du laboratoire ( $12,44 \cdot 10^4 \pm 13,28 \cdot 10^4$  UFC/g) (Figure 28). Parmi ces derniers, les beurres au lait de chèvre ont présenté les scores les plus élevés  $2,17 \cdot 10^5 \pm 1,34 \cdot 10^5$  UFC/g en comparaison avec ceux des beurres de vache ( $3,15 \cdot 10^4 \pm 1,7 \cdot 10^4$  UFC/g) (Figure 29).

D'autre part, les beurres fabriqués à partir des laits collectés de la région Chadia sont les moins contaminés ( $5,3 \cdot 10^4 \pm 2,4 \cdot 10^4$  UFC/g) suivis de ceux de la région Beni Ahmed avec une moyenne égale à  $1,31 \cdot 10^5 \pm 1,67 \cdot 10^5$  UFC/g et enfin ceux de la région Taher ont présenté les scores les plus élevés de cette flore  $1,89 \cdot 10^5 \pm 2,02 \cdot 10^5$  UFC/g (Figure 30).

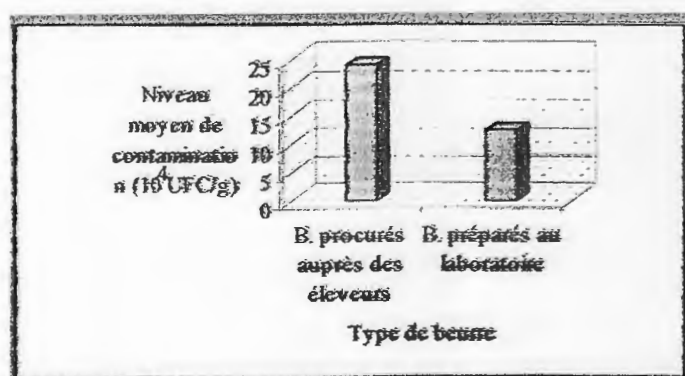
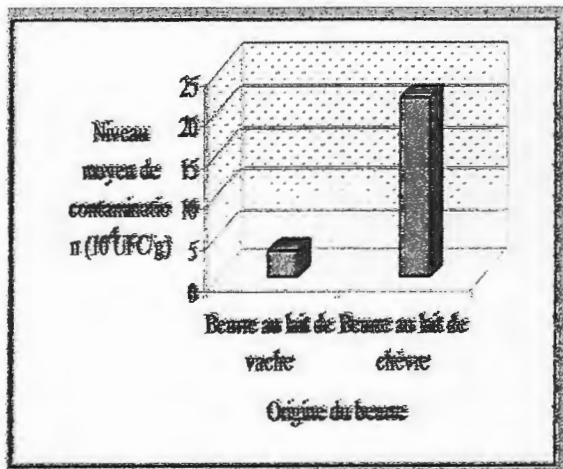
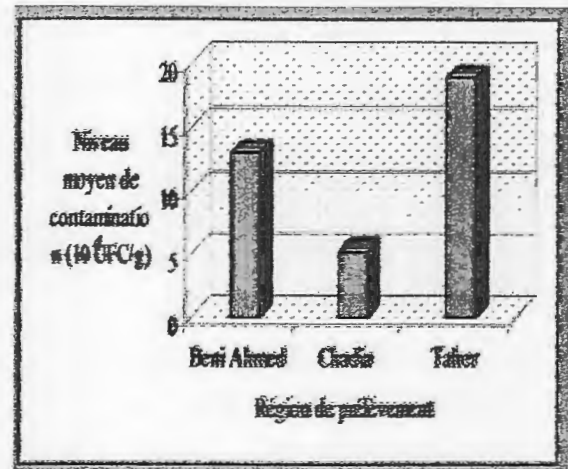


Figure 28: Variation du niveau de contamination moyen par la flore psychrophile des échantillons du beurre selon le type du beurre.





**Figure 29:** Variation du niveau de contamination moyen par la flore psychrophile des échantillons du beurre selon l'origine du beurre.



**Figure 30:** Variation du niveau de contamination moyen par la flore psychrophile des échantillons du beurre selon la région du prélèvement du lait servant à leur fabrication.

A la lumière de ces données, la charge importante des échantillons de beurres en cette flore pourrait poser des problèmes au niveau de leur conservation à basse température.

Dans une étude menée par Schultz et Olson (1960) sur 586 cultures de bactéries psychrophiles isolées de lait ou de produits laitiers, ceux-ci rapportent que 90% de ces cultures sont soit protéolytiques soit lipolytiques et que 66% possèdent ces deux activités.

De nombreux types d'altérations des produits laitiers sont dus à l'action des microorganismes psychrophiles. Ces altérations sont le résultat de l'activité d'enzymes microbiennes exocellulaires et affectent selon les cas la consistance, la couleur, l'aspect, l'odeur et la saveur du produit (Bornert, 2000). Les altérations sont imputables aux microorganismes comme : *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* qui sont fréquemment isolés du lait conservé à 4°C (Labadie et al., 1996).

Ces germes peuvent être véhiculés par les eaux de lavage ainsi des résultats récents montrent que l'eau est souvent une source majeure de contamination du lait et donc de produits laitiers y compris le beurre par les *Pseudomonas* (Michel et al., 2006).

### III.3.1.9. Flore lipolytique :

Les bactéries lipolytiques sont des bactéries douées d'activité lipolytique responsable le plus souvent dans le beurre d'apparition d'odeur 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 des lipases bactériennes (Bourgeois et Leveau, 1991).

Le dénombrement de cette flore dans notre étude n'a été positif que dans deux beurres seulement, celui non salé issu de la région Aouana à raison de  $2 \cdot 10^3$  UFC/g et l'autre salé de la région Beni Ahmed à raison de  $3 \cdot 10^3$  UFC/ml.

Selon Bourgeois et Leveau (1991), la capacité de conservation des beurres dépend directement de leur concentration en germes lipolytiques pour cela, ces deux beurres sont plus sujets à un rancissement précoce par rapport aux autres beurres.

Les microorganismes produisant des lipases sont nombreux et variés, il peut s'agir : de bactéries, parmi lesquelles on rencontre de nombreux genres psychrotrophes (*Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Bacillus*) ; de levures (*Candida*, *Torula*, certaines *Saccharomyces*) ou de moisissures (*Aspergillus*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Penicillium*) (Bourgeois et Leveau, 1991).

### III.3.1.10. Flore caséolytique :

D'un point de vue général le dénombrement de cette flore a été positif dans tous les échantillons ( $2,31. 10^4 \pm 2,58. 10^4$  UFC/g). Les valeurs de ce dénombrement s'étendent sur une échelle allant de  $10^3$  UFC/g jusqu'à  $8,1. 10^4$  UFC/g.

Comme pour les autres flores, les beurres fournis par les éleveurs sont plus contaminés ( $46,75. 10^3 \pm 25,46. 10^3$  UFC/g) par rapport aux beurres fabriqués au niveau du laboratoire ( $7,41. 10^3 \pm 8,55. 10^3$  UFC/g) (Figure 31), dont ceux issus du lait de chèvre présentaient le plus haut niveau de contamination ( $8,16. 10^3 \pm 11,55. 10^3$  UFC/ml) par rapport à ceux issus du lait de vache ( $6,66. 10^3 \pm 6,89. 10^3$  UFC/ml) (Figure 32).

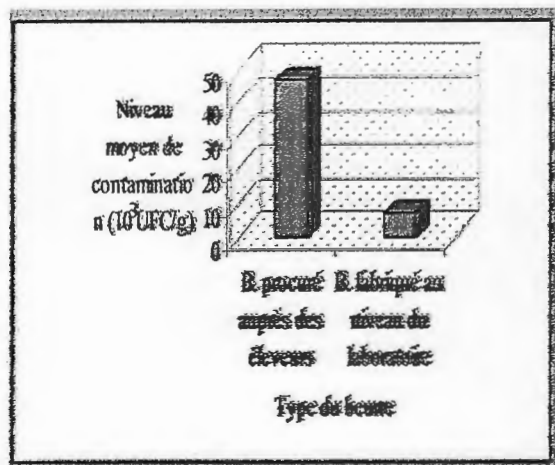


Figure 31 : Variation du niveau de contamination moyen par la flore caséolytique des échantillons du beurre selon le type du beurre.

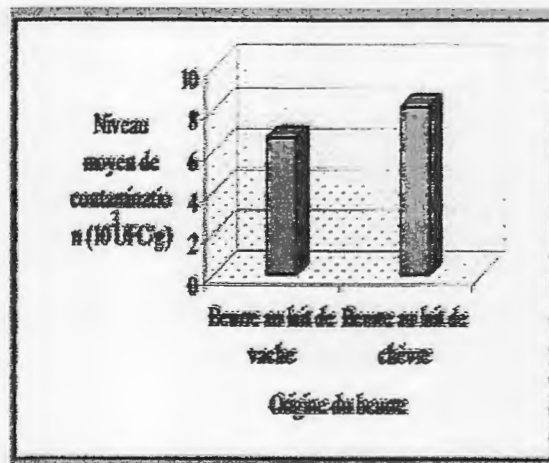


Figure 32: Variation du niveau de contamination moyen par la flore caséolytique des échantillons du beurre selon l'origine du beurre.

D'autre part, les échantillons de la région Chadia ont la charge la plus élevée ( $18. 10^3 \pm 4,94. 10^3$  UFC/g) suivis de ceux de la région Taher ( $2,5. 10^3 \pm 2,12. 10^3$  UFC/g) puis Beni Ahmed ( $1,75. 10^3 \pm 0,35. 10^3$  UFC/g) (Figure 33).

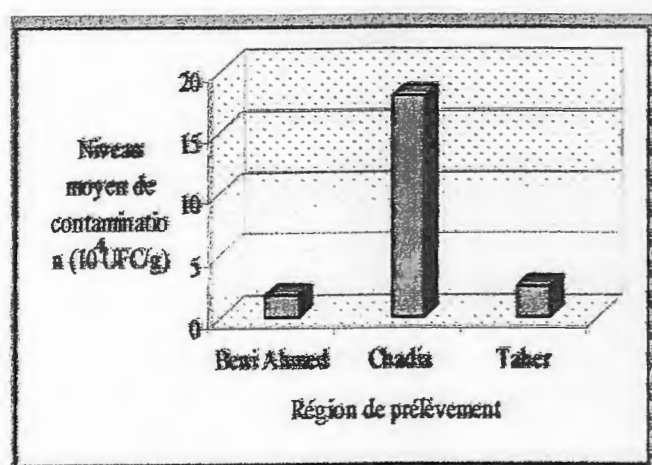


Figure 33 : Variation du niveau de contamination moyen par la flore caséolytique des échantillons du beurre selon la région du prélèvement du lait servant à leur fabrication.

Selon Oteng Gyang, (1984), certains germes caséolytiques comme *Pseudomonas putrefaciens* sont introduits par les eaux de lavage et sont à l'origine du développement dans le beurre des goûts et d'odeurs putrides.

Dans une étude publiée par El Marrakchi et al. (1986), celui-ci rapporte que qualitativement, dans le beurre avant salage, les flores lipolytiques et caséolytiques sont représentées essentiellement par les bactéries à Gram négatif (*Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrionaceae* et *Enterobacteriaceae*). Au cours de l'élaboration du Smen (beurre salé), ces bactéries sont supplantée par les espèces *Staphylococcus cohnii*, *Bacillus cereus* et *Aeromonas hydrophilia*.

### III.3.2. Contrôle physicochimique :

Tableau 16: Résultats de quelques paramètres physicochimiques.

Paramètre mesuré	I <sub>a</sub>	I <sub>s</sub>	I <sub>i</sub>	I <sub>p</sub> (meq d'O <sub>2</sub> /Kg)	Point de fusion (°C)	Point de solidification n (°C)
B.V B.Ahmed	27,12	196,35	53,69	4	34,06	19,5
B.C B.Ahmed	25,24	254,87	48	2	35,9	19
B.V Taber	23,56	224,74	48,33	4	39,2	20,6
B.C Taber	17,39	226,19	67,8	3	32,6	17,4
B.V Chadia	26,36	228,60	36,55	3	27,5	18
B.C Chadia	29,38	232,82	37,17	2,5	28,9	19,3
B.S Aouana	10,66	210,37	42,3	2	43,6	21,4
B.N.S Aouana	22,44	238,42	51,96	2,5	36,8	19
B.S B.Ahmed	35,59	233	45,35	4	34,5	22,6
B.N.S Chadia	18,51	230	40,78	4	45,6	20,7

B.V : Beurre de Vache B.C: Beurre de chèvre B.N.S: Beurre Non Salé B.S: Beurre Salé

### III.3.2.1. Indice d'acide :

La répartition des valeurs d'indice d'acide pour les différents échantillons est présentée dans le tableau 15. D'après ces résultats, l'indice d'acide moyen exprimé en mg de potasse par g de matière grasse est de 23,625. Les valeurs extrêmes enregistrées varient de 10,66 mg de KOH/g pour le beurre salé de la région Aouana à 35,59 mg de KOH/g enregistré dans le cas du beurre salé de la région Beni Ahmed.

Les résultats montrent également, qu'il n'y a pas une grande distinction à faire entre le beurre au lait de chèvre et celui au lait de vache concernant l'indice d'acide (chèvre :  $24 \pm 6,08$  mg de KOH/g ; vache  $25,68 \pm 1,87$  mg de KOH/g) (Figure 34). Par contre la différence est très claire entre les beurres fabriqués aux laits issus des diverses régions (Figure 35).

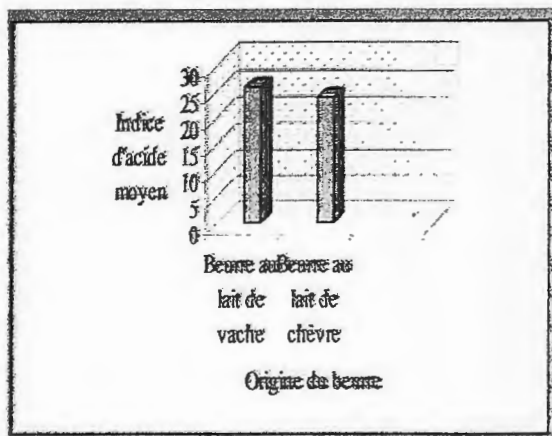


Figure 34: Variation de l'indice d'acide moyen selon l'origine du beurre.

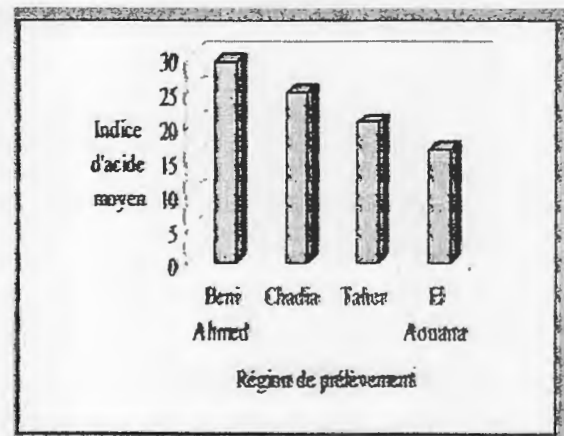


Figure 35: Variation de l'indice d'acide moyen selon la région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication

L'indice d'acide est le reflet du contenu en acides 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 (Baaziz et al., 2005).

Dans ce contexte, le beurre salé de la région Beni Ahmed est considéré comme le plus exposé à la lipolyse puisqu'il a présenté le plus haut indice d'acide (35,59 mg de KOH/g), 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 part de lipolyse.

Le beurre salé de la région Aouana a présenté la plus faible valeur d'indice d'acide, il est donc probable que la présence de sel inhibe le développement des germes à l'origine de ce type d'altérations en particulier les germes lipolytiques et psychrophiles. Toutefois cette hypothèse apparaît contradictoire avec le fait que l'autre beurre salé issu de la région Beni Ahmed avait l'indice d'acide le plus élevé ; une différence d'âge de ces échantillons pourrait expliquer en partie cette contradiction.

### III.3.2.2. Indice de saponification :

Le tableau 15 indique la répartition des valeurs d'indices de saponification des différents échantillons du beurre.

L'expérience de l'indice de saponification a permis de faire une distinction entre les beurres fabriqués au lait de chèvre ( $237,96 \pm 15,02$  mg de KOH/g;  $n=3$ ) et ceux fabriqués au lait de vache ( $222,92 \pm 14,97$  mg de KOH/g;  $n=7$ ) (Figure 36).

Le résultat obtenu permet de faire le classement des beurres des différentes régions. Ainsi, pour le beurre au lait issu de la région Chadia nous avons enregistré l'indice de saponification le plus élevé, estimé à  $230,47 \pm 2,14$  mg de KOH/g suivi de celui du beurre de la région Beni Ahmed de  $228,07 \pm 29,46$  mg de KOH/g, puis celui de la région Taher ( $225,46 \pm 1,02$  mg de KOH/g) et enfin le beurre originaire d'El Aouana n'a présenté qu'une valeur moyenne de  $224,39 \pm 19,83$  mg de KOH/g (Figure 37).

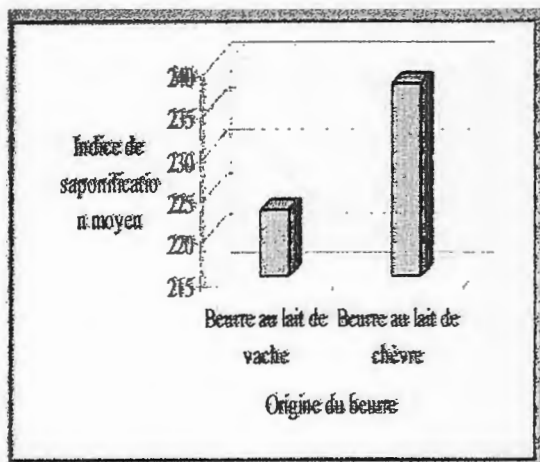


Figure 36 : Variation de l'indice de saponification moyen selon l'origine du beurre.

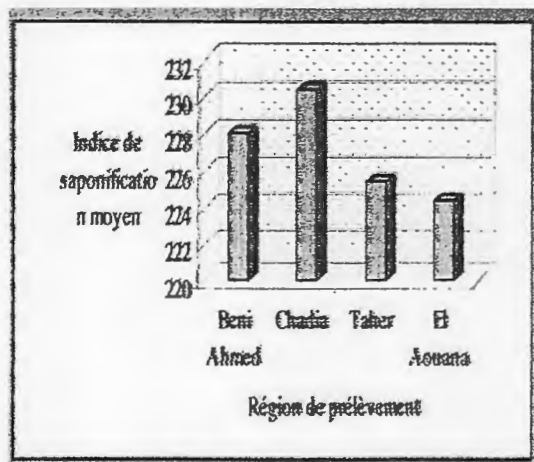


Figure 37 : Variation de l'indice de saponification moyen selon la région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication.

L'étude poursuivie par Kuzdzal Savoie (1957) sur les beurres fabriqués à partir de lait prélevé au cours de la lactation de 4 vaches du troupeau de Jouy-en-Josas a montré les valeurs extrêmes suivantes : 216,7 mg de KOH/g (avril) et 245,5 mg de KOH/g (avril) alors que selon Lecoq (1969), l'indice de saponification pour le beurre peut atteindre 220 à 232 mg de KOH/g de produit.

L'amplitude de variation de l'indice de saponification pour nos échantillons de beurre de vache s'étend de 196,35 mg de KOH/g à 238,42 mg de KOH/g ce qui est relativement peu différent des résultats trouvés par Kuzdzal Savoie (1957).

L'indice de saponification est le reflet de l'inverse du poids moléculaire moyen des acides gras, autrement dit, il indique l'inverse de la longueur des chaînes des acides gras (Baaziz et al., 2005). Nos résultats suggèrent donc que les beurres analysés soient pourvus d'une forte teneur en acides gras à courte chaîne carbonée notamment ceux issus du lait de chèvre, ceci peut être confirmé ou rejeté par l'analyse de leur composition en acides gras par GC-MS.

Les variabilités de l'indice de saponification observées entre les différents échantillons sont dues à des différences de leur composition en acides gras qui est liée à un cumul de facteurs : alimentation, stade de lactation, espèce, race, génétique,...



### III.3.2.3. Indice d'iode :

L'indice d'iode se définit par la masse d'iode, exprimée en milligramme, qui se fixe lors d'une réaction d'addition sur 100 g de corps gras. On peut donc savoir le degré d'insaturation des molécules (Besson et Garneau, 2003).

Les indices d'iodes déterminés au cours de cette étude sur un total de 10 échantillons de beurre sont présentés dans le tableau 15. Les valeurs extrêmes trouvées sont de 53,69 mg d'I/100g et 36,55 mg d'I/100g avec un indice moyen de  $45,61 \pm 6,21$  mg d'I/100g de beurre.

Des indices d'iode particulièrement peu élevés ont été trouvés en analysant les beurres produits à partir des laits issus de la région Chadia avec une moyenne de  $38,16 \pm 2,28$  mg d'I/100g. Ceux produits à partir des laits issus de la région Taher ont présenté les indices les plus élevés avec une moyenne de  $50,16 \pm 2,59$  mg d'I/100g, quant aux beurres originaires des régions El Aouana et Beni Ahmed ont présenté des valeurs intermédiaires avec des moyennes respectivement de  $47,13 \pm 2,59$  mg d'I/100g et  $49,01 \pm 4,26$  mg d'I/100g (Figure 38).

En considérant l'espèce animale d'origine, les beurres produits à partir des laits de vache avaient un indice moyen de  $45,52 \pm 6,22$  mg d'I/100g pour une moyenne de  $45,72 \pm 7,67$  mg d'I/100g pour les beurres fabriqués à partir de lait de chèvre. Il importe de noter que des variabilités marquées ont été observées tant sur les beurres produits à partir des laits de la même espèce que sur ceux produits à partir des laits collectés dans la même région (Figure 39).

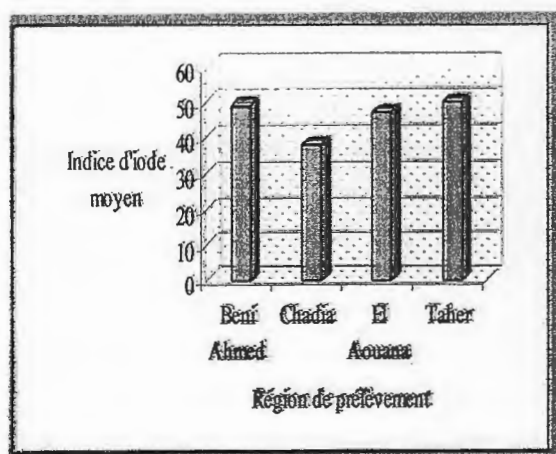


Figure 38 : Variation de l'indice d'iode moyen selon la région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication:

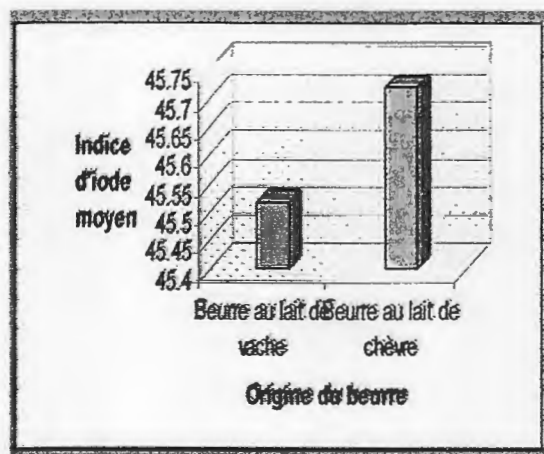


Figure 39: Variation de l'indice d'iode moyen selon l'origine du beurre.

Utilisant la méthode Wijs, Kuzdzal-Savoie (1957) a étudié les variations de l'indice d'iode de deux beurres : l'un fabriqué en Normandie, l'autre en Alsace. Les valeurs extrêmes trouvées sont : 28.6 mg d'I/100g en mois de Janvier et 44.2 mg d'I/100g en mois d'Avril.

Ayer et al. (2002) rapportent que l'indice d'iode du beurre varie en fonction de la saison. Ainsi l'indice d'iode se situe entre 28-32 mg d'I/100g en Hiver et entre 34-40 mg d'I/100g en Eté. Si nous nous servons de ces valeurs comme des bases pour

l'interprétation de nos résultats, il s'ensuit que ces derniers ne soient pas incluses dans cette fourchette de variation.

L'indice d'iode indique le nombre d'insaturations qu'à la molécule et il est directement proportionnel à ce nombre (Besson et Garneau, 2003). Sur la base de ces données nos résultats indiquent que nos produits semblent être riches en AG insaturés. L'analyse de la composition en AG de ces beurres par GC-MS peut confirmer ou rejeter cette hypothèse. Les variations de l'indice d'iode du beurre est influencée par plusieurs facteurs : l'alimentation et le stade de la lactation constituent les facteurs dont l'influence est prépondérante (Gallacier et al., 1974). L'effet de la saison ne doit pas être pris en considérations compte tenu du fait que tous les échantillons ont été prélevés au cours de la même période.

#### III.3.2.4. L'indice de peroxyde :

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 en fait la quantité d'AG déjà rance (Delmi Bouras, 2004).

L'indice de peroxyde moyen pour les 10 échantillons de beurres analysés était de 0.4 meq d'O<sub>2</sub>/Kg, valeur inférieure à la norme Algérienne retenue pour ce type de produit (<0.5 meq d'O<sub>2</sub>/Kg). Tous les échantillons ont présenté des indices de peroxyde inférieurs à cette norme.

Lorsque l'on tient compte du facteur espèce (vache et chèvre), il apparaît que les beurres de vache (0,45 ± 0,07 meq d'O<sub>2</sub>/Kg) avaient des indices de peroxyde supérieurs à ceux de la chèvre (0,31 ± 0,06 meq d'O<sub>2</sub>/Kg) mais tout en restant dans les normes (Figure 40).

La variabilité a également été observée entre les beurres des diverses régions (Figure 41). Le beurre issu de la région Taher présentait l'indice le plus élevé 0,43 ± 0,091 meq d'O<sub>2</sub>/Kg suivi par celui de la région Beni Ahmed (0,41 ± 0,14 meq d'O<sub>2</sub>/Kg) ensuite celui de la région Chadia (0,39 ± 0,097 meq d'O<sub>2</sub>/Kg) et enfin celui originaire d'El Aouana (0,34 ± 0,042 meq d'O<sub>2</sub>/Kg).

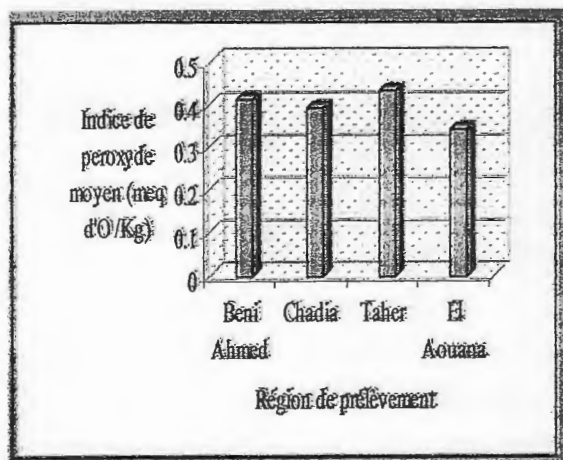


Figure 40: Variation de l'indice de peroxyde moyen selon la région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication.

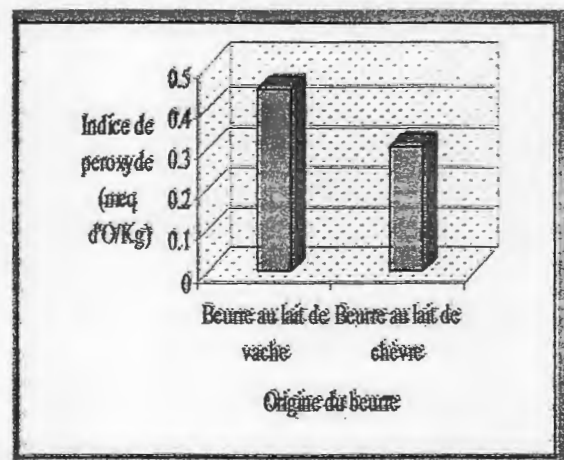


Figure 41: Variation de l'indice de peroxyde moyen selon l'origine du beurre.

Etant donné que tous les échantillons ont présenté chacun un indice de peroxyde inférieur à la norme Algérienne de 0.5 meq d'O<sub>2</sub>/Kg, cela sous entend les bonnes conditions de conservation dont ceux-ci ont fait l'objet.

#### III.3.2.5. Humidité :

Les valeurs d'humidité des différents échantillons de beurre varient considérablement entre 17% comme valeur minimale enregistrée dans le cas du beurre salé à origine El Aouana et 26,2% d'humidité comme valeur maximale pour le beurre au lait de vache de la région Beni Ahmed. Toutes ces valeurs enregistrées sont supérieures aux données issues de la littérature qui fixent un taux d'humidité de 16% pour le beurre (Adrian *et al.*, 1981 ; Juriaanse et Heertje 1988 ; Walstra *et al.* 1999 ; Fredot, 2006).

Ces taux élevés d'humidité dans le beurre pourraient être attribués à de nombreux facteurs dont l'obtention au barattage du beurre en gros grains car, inévitablement une certaine quantité de babeurre y reste emprisonnée et ne peut être évacuée complètement. Il en est de même lorsque la température de barattage est trop élevée, le beurre obtenu est tellement mou qu'il forme une masse semi-fluide se séparant difficilement du babeurre et retenant de ce fait une forte proportion de ce dernier.

Cette forte teneur a une incidence sur la qualité à la fois microbiologique et organoleptique du beurre étant donné que l'activité de l'eau joue un rôle capital dans le développement des microorganismes et d'autre part elle intervient dans le processus d'oxydation car, selon Alais et Linden, (1997), elle favorise l'action catalytique des métaux et la nature et le degré de dispersion des lipides.

#### III.3.2.6. Les impuretés :

La mesure de la teneur des différents beurres en impuretés a permis d'obtenir les valeurs indiquées dans le **tableau 15**.

La fourchette de variabilité de ces valeurs est très large ; nous avons pu enregistrer une valeur minimale de 1,5% d'impuretés dans le beurre salé de la région Beni Ahmed alors que la valeur maximale a été enregistrée pour le beurre au lait de chèvre de la région Chadia. Le taux moyen d'impuretés enregistré pour les différents beurres est de  $15,05 \pm 9,19$  %. Les beurres fabriqués au niveau du laboratoire présentaient les teneurs les plus élevées ( $20,25 \pm 7,8$  %) en comparaison avec ceux procurés auprès des éleveurs ( $7,25 \pm 4,13$  %) (**Figure 42**).

Les beurres au lait de chèvre semblent avoir le plus haut taux d'impuretés ( $24,16 \pm 10,27$ %) par rapport à ceux au lait de vache ( $11,14 \pm 5,68$  %) (**Figure 43**).



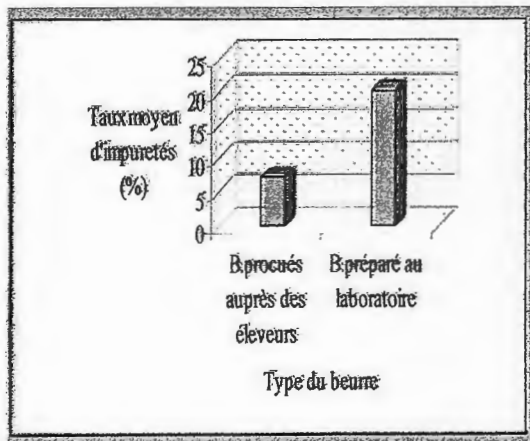


Figure 42: Variation du taux moyen d'impuretés selon le type du beurre.

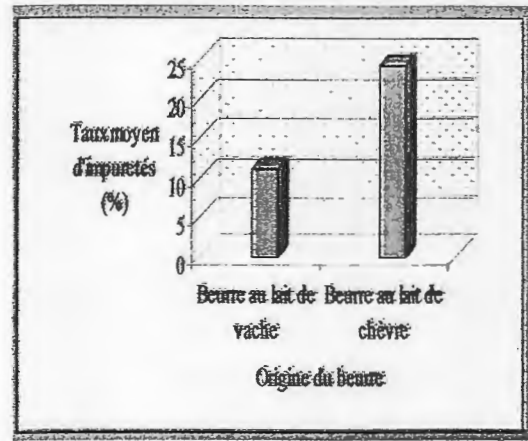


Figure 43: Variation du taux moyen d'impuretés selon l'origine du beurre.

D'autre part, les beurres aux laits issus des régions Taher et Chadia avaient les plus hauts taux d'impuretés avec des moyennes respectivement de  $20,75 \pm 6,01$  % et  $20 \pm 12,37$  %. Ceux aux laits issus de la région Beni Ahmed ont présenté un taux moyen de  $10,66 \pm 8,12$  % quant aux beurres aux laits issus de la région El Aouana n'ont présenté qu'un taux moyen de  $8,5 \pm 2,12$  % (Figure 44).

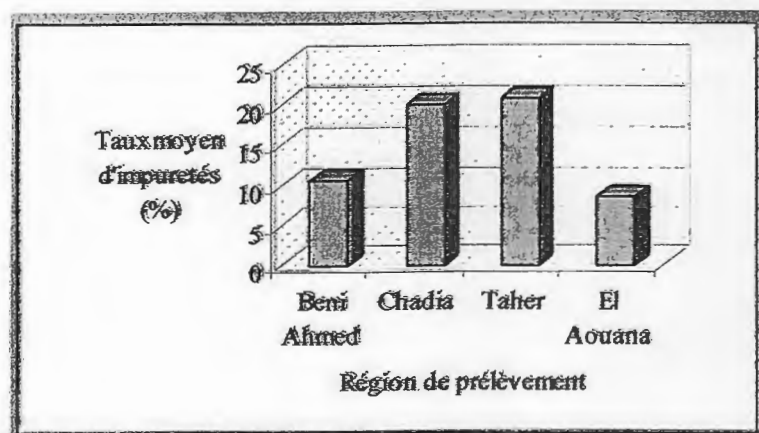


Figure 44: Variation du taux moyen d'impuretés selon la région de prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication.

La présence de ces impuretés pourrait être due soit à un transfert vers ces beurres d'impuretés initialement présentes dans le lait auxquels s'ajoutent d'autres impuretés lors de la préparation de ces beurres qui, suite à un lavage défectueux restent emprisonnées dans la masse du beurre, soit sont dues à la présence d'autres fractions de la matière sèche du lait autre que la matière grasse telles que les protéines (caséine) et c'est ce qui a été confirmé lors de la réalisation du test du point de fusion qui a permis de constater la présence de petits grumeaux dans le beurre fondu.

### III.3.2.7. Points de fusion et de solidification :

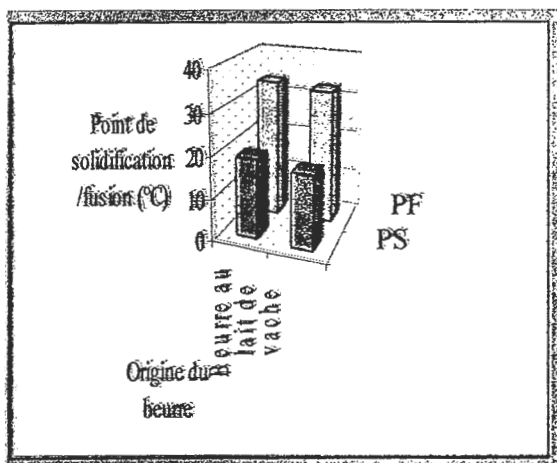
Les points de fusion et de solidification sont présentés dans le tableau 15.

Les points de fusion des 10 échantillons de beurres varient fortement avec des valeurs qui vont de  $27,5^{\circ}\text{C}$  à  $45,6^{\circ}\text{C}$ . En revanche, les points de solidification de ces beurres varient relativement peu et sont inclus dans l'intervalle allant de  $17,4^{\circ}\text{C}$  jusqu'à  $22,6^{\circ}\text{C}$ .

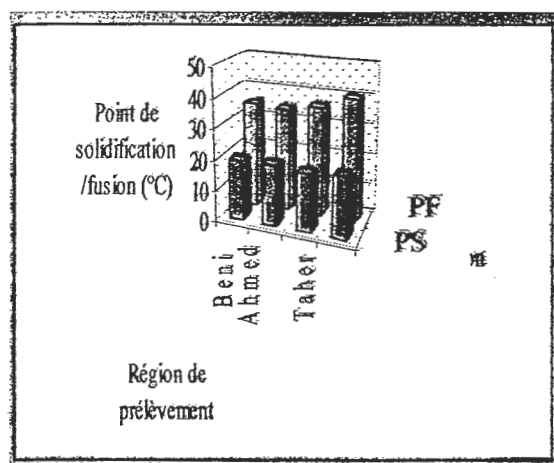
Les points de fusion des beurres au lait de vache ( $33,58 \pm 5,86$  °C) apparaissent relativement plus élevés comparativement à ceux au lait de chèvre ( $32,46 \pm 3,5$ °C) (**Figure 45**). Une observation similaire a été obtenue en comparant les points de solidification de ces deux types de beurres (**Figure 45**).

Les beurres issus de la région El Aouana semblent les plus durs et viennent en premier lieu avec point de fusion moyen égal à  $40,2 \pm 4,8$ °C, suivis de ceux de la région Taher ( $35,9 \pm 4,66$ °C), puis ceux de la région Beni Ahmed ( $34,82 \pm 0,96$ °C) et enfin ceux de la région Chadia ont présenté le point de fusion le moins élevé  $34 \pm 10,07$ °C (**Figure 46**).

Par ailleurs, les points de solidification semblent avoir une tendance un peu différente de celle des points de fusion. Ainsi, pour les premiers, les beurres originaires de la région El Aouana ont présenté le plus haut point de solidification ( $20,02 \pm 1,69$ °C en moyenne), viennent ensuite ceux des régions Chadia et Beni Ahmed avec des moyennes respectives de  $19,96 \pm 2,37$ °C et  $19,73 \pm 0,87$ °C et enfin ceux de la région Taher avec une moyenne de  $19 \pm 2,26$ °C (**Figure 46**).



**Figure 45 :** Variation du point de solidification / fusion selon l'origine du beurre.



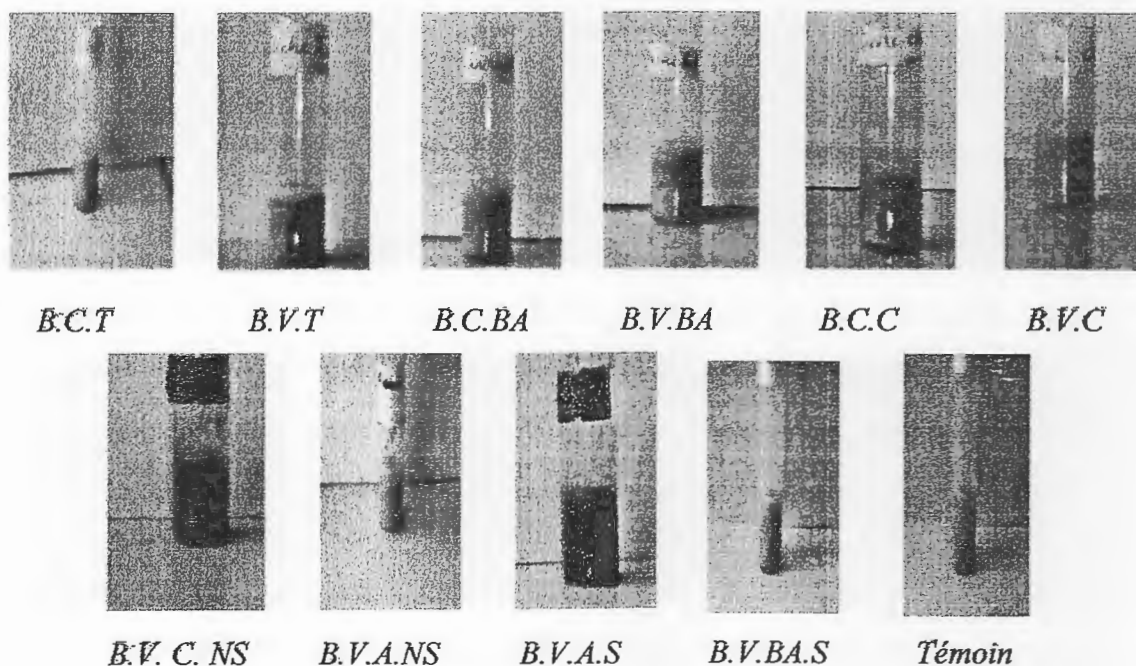
**Figure 46 :** Variation du point de solidification / fusion selon la région du beurre ou du lait servant à sa fabrication.

La température de fusion s'élève avec la longueur de la chaîne carbonée (Alais et Linden, 1997) et diminue lorsque s'accroît le degré d'insaturation des acides gras (Mathieu, 1998). Ces températures de fusion élevées sous-entendent une richesse de ces beurres en AGS ce qui semble en accord et la texture dure de ces beurres.

D'autre part, Mathieu (1998) rapporte que ces températures de fusion sont d'autant plus basses que les indices d'iode de ces acides gras sont plus élevés. Ceci est en désaccord avec les résultats précédents discutés.

### III.3.2.8. La recherche du glycérol :

La présence du glycérol est révélée par l'apparition d'une couleur bleu-verte, c'est ce qui a pu être remarqué dans tous les tubes servant à sa recherche. Cette couleur est d'intensité variable ; elle est plus foncée dans le beurre de chèvre issu de la région Taher et dans les quatre beurres procurés auprès des éleveurs et plus claire dans les autres beurres (Photo 01).



*BV : Beurre-Vache BC : Beurre-Chèvre T : Taher BA : Beni-Ahmed C : Chadia  
A : Aouma NS : Non Salé S : Salé*

**Photo 01:** Intensité de la couleur bleue verte lors de la recherche du glycérol.

La couleur bleu-verte résulte de la formation d'un complexe entre le cuivre et les acides gras libres résultant de la décomposition des glycérides en glycérol et acides gras sous l'action des lipases. Cet essai peut nous renseigner donc sur le degré de la lipolyse qu'a subi le beurre (la lipolyse est d'autant plus importante que la couleur est plus intense). D'après les résultats obtenus, tous les beurres semblent avoir subi une lipolyse plus ou moins prononcée et qui paraît plus avancée dans le beurre salé originaire d'El Aouana ce qui pourrait avoir plus tard des conséquences néfastes sur ses caractères organoleptiques.

Les résultats de la recherche du glycérol sont en partie en contradiction avec les résultats de l'indice d'acide qui renseigne lui aussi sur la lipolyse. Ainsi, d'après les résultats de ce dernier, le beurre de vache salé issu de la région El Aouana salé présentait l'indice le plus faible donc le plus faible degré de lipolyse. Or, selon les résultats du test de la recherche du glycérol, cet échantillon semble avoir le plus haut degré de la lipolyse étant donné qu'il a développé la couleur la plus intense.

### III.3.3. Analyse quantitative et qualitative de la composition en AG par GC-MS :

Les résultats des profils chromatographiques de la composition en AG se rapportant à chaque échantillon de beurre sont exprimés en pourcentage de surface de chromatogramme et sont présentés dans l'annexe.

L'analyse du chromatogramme relatif au beurre au lait de chèvre issu de la région de Chadia a montré la prépondérance d'un composé (74,05 %) qui ne compte pas parmi les AG. C'est pour cette raison qu'il a été exclu de l'analyse. Ce résultat pourrait être la conséquence d'une mauvaise préparation de l'échantillon considéré.

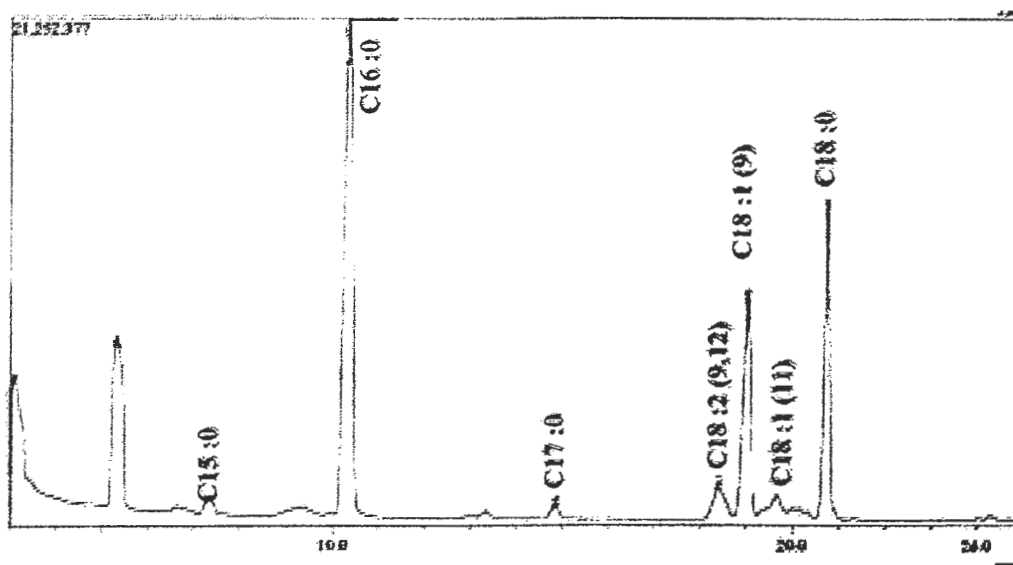


Figure 47 : Chromatogramme du beurre de chèvre issu de la région Beni Ahmed.

Pour le beurre de chèvre de la région Beni Ahmed nous avons noté la présence de 7 pics majeurs, 4 d'entre eux représentent des acides gras saturés dont l'acide pentadecyclique (C15 : 0), l'acide palmitique (C 16 : 0), l'acide margarique (C17 : 0) et l'acide stéarique (C18 : 0).

Les 3 autres pics sont caractéristiques des acides gras insaturés, il s'agit de l'acide linoléique (C18 : 2), l'acide oléique (C18 : 1 (9)) et enfin l'acide vaccénique (C18 : 1 (11)).

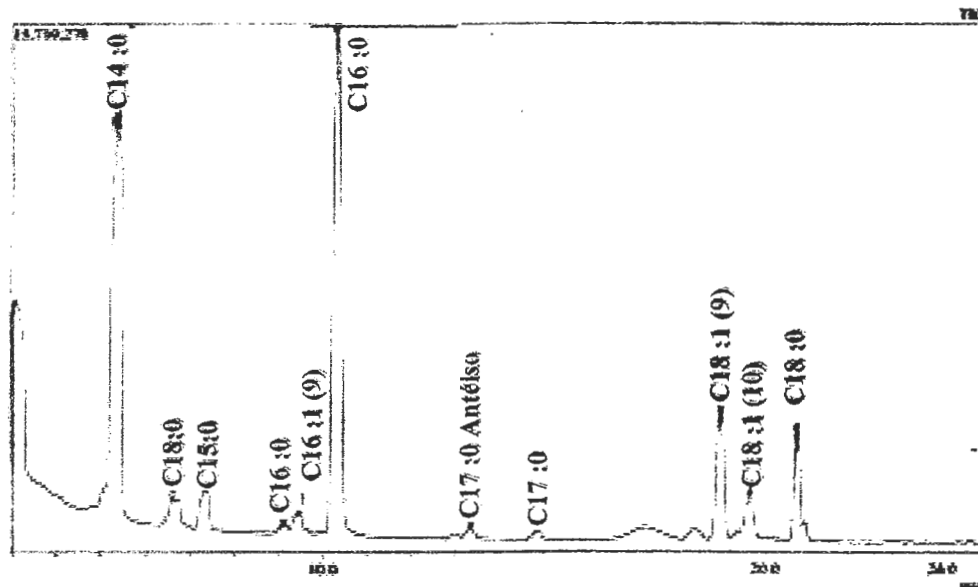


Figure 48 : Chromatogramme du beurre de vache issu de la région Beni Ahmed.

Le chromatogramme du beurre de vache de la région Beni Ahmed révèle la présence de 11 pics majeurs répartis en acides gras saturés (7 pics), en acides gras insaturés (3 pics) et un acide gras ramifié. Les acides gras saturés sont représentés par l'acide myristique (C14 : 0), l'acide stéarique (C18 : 0) représenté par deux pics, l'acide pentadecyclique (C15 : 0), l'acide margarique (C17 : 0) et l'acide palmitique (C16 : 0) qui se trouve aussi représenté par 2 pics.

Concernant les acides gras insaturés, nous avons noté la présence de l'acide palmitoléique (C16 : 1(9)), de l'acide oléique (C18 : 1 (9)) et un de ses isomères (C18 : 1 (10)).

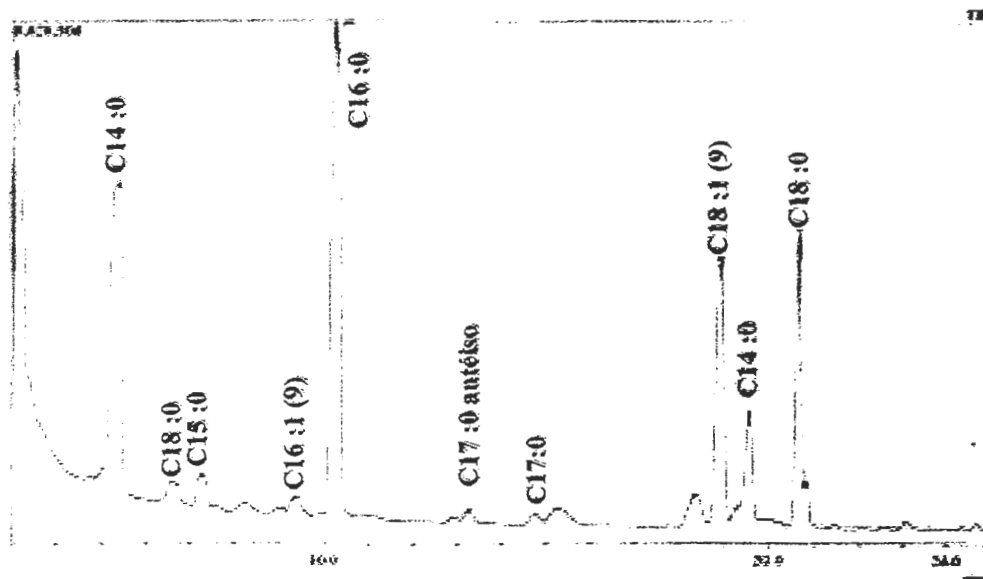


Figure 49 : Chromatogramme du beurre de vache issu de la région Chadia.

Pour le beurre au lait de vache de la région Chadia nous avons noté la présence 10 pics majeurs dont deux représentant des acides gras insaturés, ainsi figure l'acide myristique (C14 : 0) suivi par l'acide stéarique (C18 : 0), l'acide pentadécyclique (C15 : 0), vient ensuite l'acide palmitoléique (C16 : 1(9)), l'acide palmitique (C16 : 0), l'acide méthyle 14-palmitique (un acide gras ramifié) (C17 : 0 anteiso), l'acide margarique (C17 : 0), l'acide oléique (C18 : 1(9)), l'acide myristique (C14 : 0) et enfin l'acide stéarique (C18 : 0).

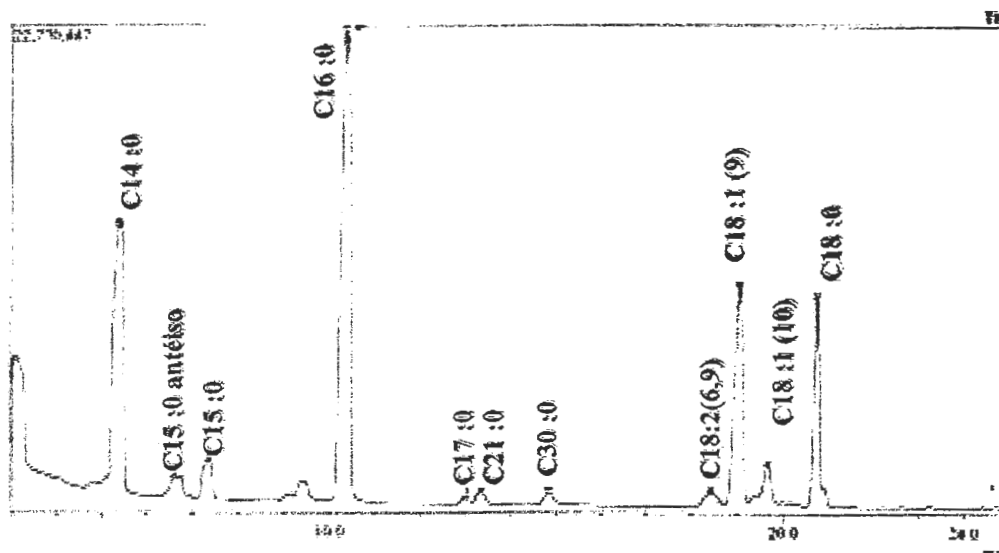


Figure 50 : Chromatogramme du beurre de vache issu de la région Taher

L'analyse du chromatogramme caractérisant le beurre au lait de vache de la région Taher a révélé la présence de 11 pics majeurs qui correspondent aux acides gras suivants : l'acide myristique (C14 : 0), l'acide méthyle-12 tétradécanoïque (C15 : 0 ante iso) (AG ramifié), l'acide pentadécyclique (C15 : 0), l'acide palmitique (C16 : 0), l'acide margarique (C17 :

0), l'acide heneicosanoïque (C21 : 0), l'acide mélistique (C30 : 0), un isomère de l'acide linoléique (C18 : 2 (6,9)), l'acide oléique (C18 : 1 (9)), un isomère de l'acide oléique (C18 : 1 (10)) et l'acide stéarique (C18 : 0).

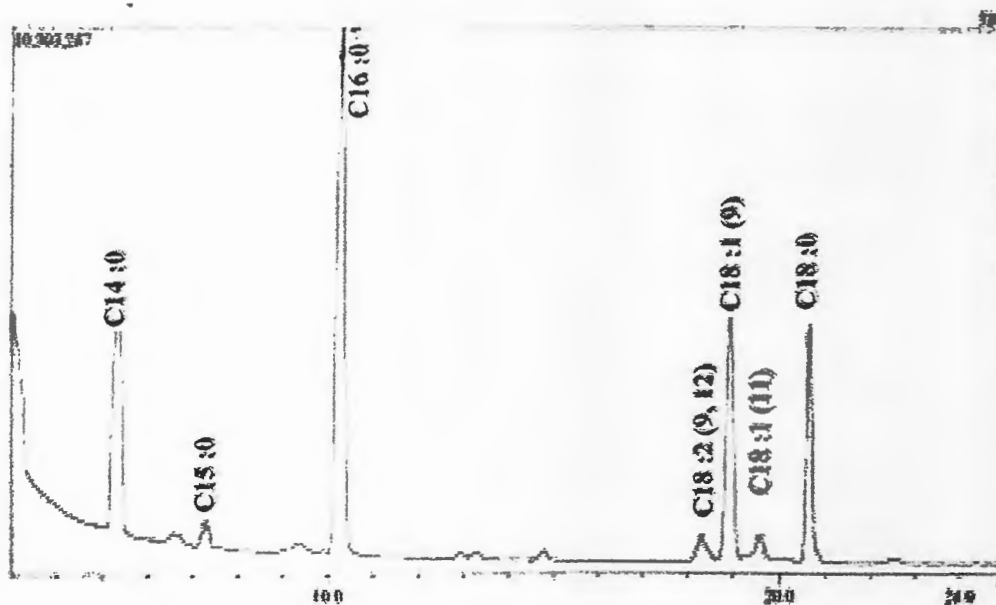


Figure 51 : Chromatogramme du beurre de chèvre issu de la région Taher.

L'analyse chromatographique du beurre au lait de chèvre de la région Taher a révélé la présence de 7 pics majeurs correspondant à 7 acides gras différents qui sont l'acide myristique (C14 : 0), l'acide pentadécyclique (C15 : 0), l'acide palmitique (C16 : 0), l'acide linoléique (C18 : 2 (9,12)), l'acide oléique (C18 : 1 (9)), l'acide vaccénique (C18 : 1 (11)) et l'acide stéarique (C18 : 0).

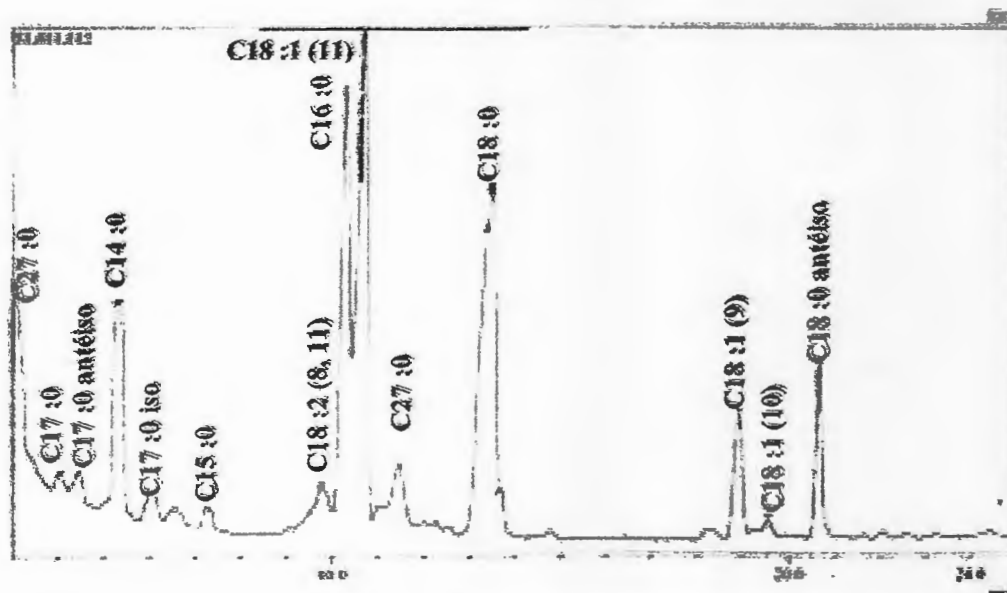


Figure 52 : Chromatogramme du beurre de vache non salé procuré auprès d'un éleveur de la région Chadia.

L'analyse du profil en acides gras du beurre de vache non salé issu de la région Chadia montre la présence de 14 acides gras dont 10 sont saturés et sont représentés par les acides suivants : l'acide margarique (C17 : 0), trois acides gras ramifiés (C17 : 0 iso et

C18 :0 *antéiso* et C17 :0 *antéiso*), l'acide myristique (C14 :0), l'acide pentadécyclique (C15 :0), l'acide palmitique (C16 :0) et l'acide heptacosanoïque (C27 :0) représenté par deux pics et l'acide stéarique (C18 :0).

Les acides gras insaturés sont représentés par l'acide oléique (C18 :1 (9)), deux de ses isomères le C18 :1 (8,11) et le C18 :1 (10).

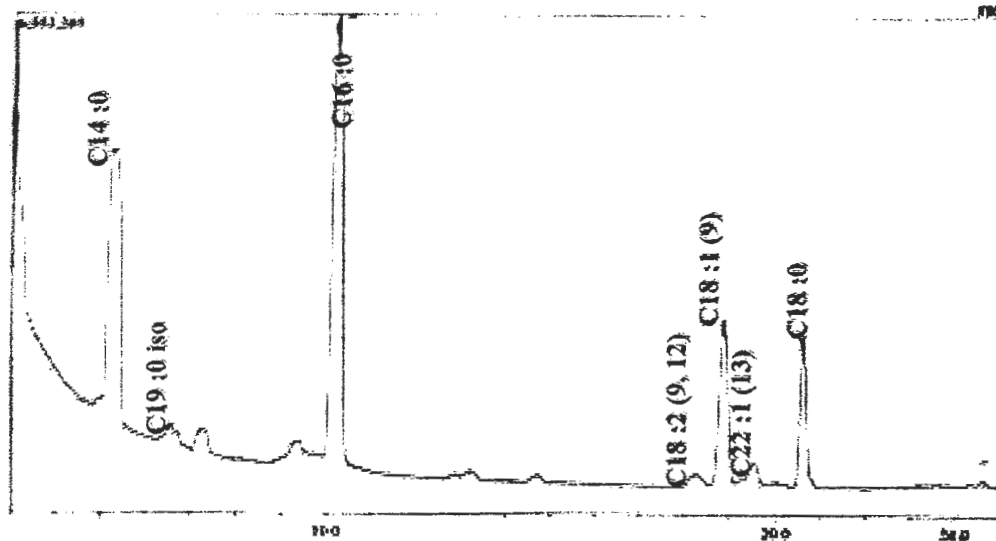


Figure 53 : Chromatogramme du beurre de vache non salé procuré auprès d'un éleveur dans la région El Aouana.

La composition en acides gras du beurre non salé de la région El Aouana est illustrée dans la figure 53 sous forme de 7 pics majeurs représentant chacun un acide gras dont 3 sont insaturés : l'acide linoléique (C18 : 2 (9,12)) l'acide oléique (C18 :1 (9)), l'acide érucique (C22 : 1 (13)).

Le reste des acides gras sont saturés et correspondent aux suivants : un acide gras ramifié (C19 : 0 iso), l'acide myristique (C14 : 0), l'acide palmitique (C16 : 0) et finalement l'acide stéarique (C18 : 0).

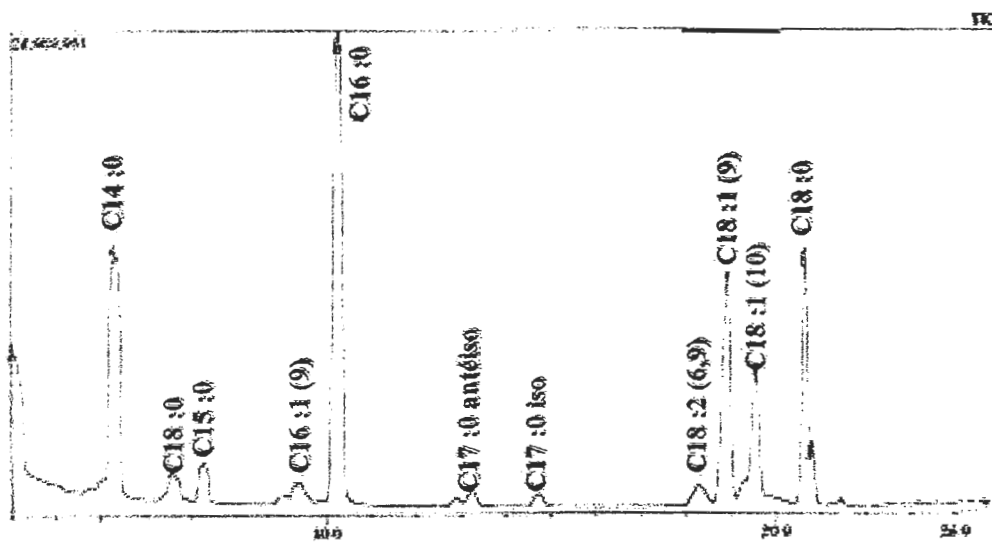


Figure 54 : Chromatogramme du beurre de vache salé procuré auprès d'un éleveur dans la région Beni Ahmed.



Le chromatogramme ci-dessus correspond au beurre de vache salé procuré auprès d'un éleveur dans la région Beni Ahmed. L'analyse de ce chromatogramme montre la présence de 11 pics dont 7 représentent des acides gras saturés : l'acide myristique (C14 :0), l'acide stéarique (C18 :0) représenté par deux pics, l'acide pentadécyclique (C15 :0), deux acides gras ramifiés qui sont l'acide méthyl-15- palmitique (C17 :0 *iso*) et l'acide méthyl-14- palmitique (C17 :0 *antéiso*).

Les acides gras insaturés sont représentés par l'acide palmitoléique (C16 :1 (9)), un isomère de l'acide linoléique (C18 :2 (6,9)), l'acide oléique (C18 :1 (9)) et un de ses isomères (C18 :1 (10)).

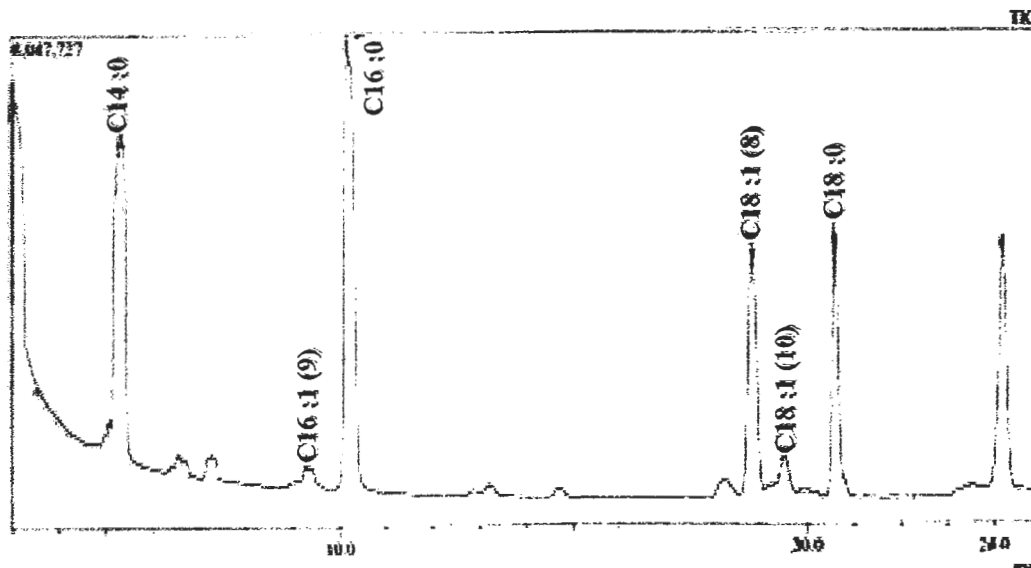


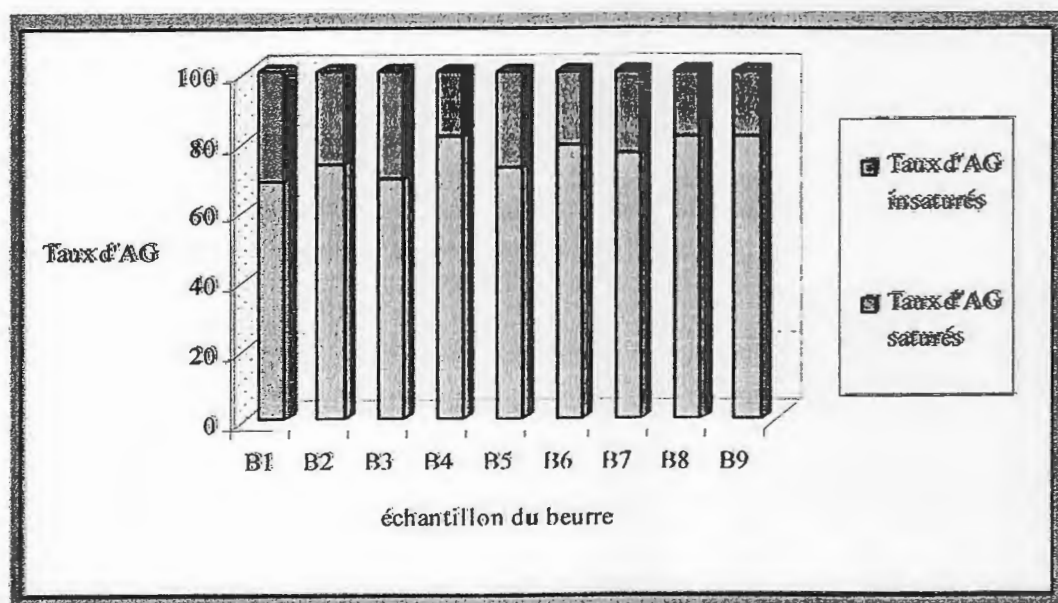
Figure 55 : Chromatogramme du beurre de vache salé procuré auprès d'un éleveur dans la région El Aouana.

Le chromatogramme ci-dessus reflète le profil en acides gras du beurre de vache salé procuré auprès d'un éleveur de la région El Aouana où la présence de 6 acides gras a été pu être détectée sous forme de 6 pics correspondant aux acides gras suivants : l'acide myristique (C14 :0), acide palmitoléique (C16 :1 (9)), l'acide palmitique (C16 :0), deux isomères de l'acide oléique, le (C18 :1 (8)) et le C18 :1 (10)), et l'acide stéarique (C18 :0).

Notre étude nous a permis de mettre en évidence 25 acides gras déterminés sur l'ensemble des 10 échantillons analysés, un résultats qui se trouve bien proche de celui de **Kuzdzal-Savoie (1967)** qui a parvenu à déterminer 31 AG sur un ensemble de 9 échantillons et est assez loin de ceux de **Magidman et al** et **Herb et al** qui en 1962 publièrent une étude où ils donnèrent les pourcentages de 64 AG. En 1965, **Inverson et al.** présentèrent quant à eux les pourcentages respectifs de 84 AG.

D'une manière globale, les résultats ne sont pas assez compatibles avec ceux qui sont cités dans la littérature. En effet, l'acide oléique qui selon **Barron et al. (1990)** devrait être le deuxième acide gras quantitativement le plus important après l'acide palmitique, ne vient qu'après l'acide myristique ( $21,40 \pm 8,07\%$ ) et l'acide stéarique ( $12,64 \pm 4,83\%$ ) avec un pourcentage moyen de  $12,03 \pm 0,67\%$ .

L'analyse du profil des AG de nos échantillons montre que les AG saturés sont les prédominants (**Figure 58**) et que la majorité de ces acides gras est représentée par des acides gras à longue et à moyenne chaîne (C14, C15, C16, C17, C18), ces AG ont un point de fusion relativement élevé (supérieur à 44°C) et lorsqu'ils sont présents en grande quantité dans le beurre, lui donnent une consistance plus ferme (**Chouinard et Turgeon, 1998**). Ces mêmes acides gras sont soupçonnés d'avoir des effets dommageables sur la santé humaine puisqu'ils font augmenter le taux de cholestérol sanguin (**Ney, 1991**).



**Figure 56 :** Taux des AG saturés et insaturés dans les différents beurres.

Cette composition en AG est directement à relier à l'alimentation : les régimes à base de l'herbe pâturée sont connus pour entraîner une augmentation des AG longs et des AGI dans le lait (**Decaen et Ghadaki, 1970 ; Coulon et al., 1988**). **Bauchart et al. (1985)** ont rapporté que la teneur élevée en lipides de l'herbe jeune favorise l'activité de prélèvement des AG longs de la ration. Cela apparaît en marche avec les témoignages des éleveurs qui affirment que l'herbe pâturée constitue la ration de base de leurs cheptels bovins et caprins.

Par ailleurs, en ce qui concerne les AGI nos résultats ne font ressortir qu'un pourcentage moyen de 17.7% du total des acides gras présents. Ces AGI sont représentés principalement par l'acide oléique présent avec un pourcentage moyen de 12.03% ± 0,67%. Ceci n'est pas en accord avec les résultats des recherches antérieures notamment de **Kuzdzal-Savoie (1967)** qui confirment que le pourcentage moyen de cet AG dans le beurre est aux environs de 22.9 %.

L'acide oléique possède un point de fusion relativement bas (13.4°C versus environ 35°C pour le beurre) (**Chouinard et Turgeon, 1998**). Ce taux faible dans nos échantillons devrait donc pénaliser sa tartinabilité à basse température. Les AGPI dépendent essentiellement des apports par l'alimentation (**Paccard et al., 2006 ; Schnidely et al., 2001**) tandis que les AG monoinsaturés comme l'acide oléique résultent pour partie de leur prélèvement plasmatique par la glande mammaire et pour partie de l'activité de la delta-9 désaturase mammaire qui convertit l'acide saturé en acide insaturé de forme isomérique cis (**Paccard et al., 2006**). Sur la base de ces données, il se peut que le taux faible de ces AGI en général et de l'acide oléique en particulier soit dû soit à des conditions non favorables à l'activité

de cette enzyme (la désaturase) ou bien à une ration alimentaire pauvre en cette famille d'AG. Cette dernière hypothèse est contradictoire avec la richesse de l'herbe en AGI. Il est probable que ces contradictions reflètent surtout des variations saisonnières et régionales d'élevage qui influencent fortement l'alimentation et donc le profil en AG du lait et du beurre (Gnädig et al., 2001). Dans ce contexte, Lucas et al. (2006) affirment que le stade de la maturité de l'herbe est également un facteur de variation du profil en AG du lait de vache.

Le faible taux des AGI noté lors de l'analyse chromatographique des échantillons de beurre n'est pas conforme aux résultats des indices d'iodes qui par leurs valeurs élevées et qui ne chevauchent pas avec les valeurs théoriques portent à croire d'un taux élevé. Cependant la démarche expérimentale suivie lors de la réalisation de ce type de tests pouvait générer des imprécisions dans le calcul de cet indice. A titre d'exemple, les erreurs de pesée peuvent être responsables de ce manque de précision.

Bitman et Wood (1990) rapportent qu'au cours de la lactation, la diminution de la teneur en AG courts est compensée par l'augmentation des AG à chaînes moyennes. Ces derniers proviennent de la synthèse de *novo* des AG à partir des AG volatils (acide butyrique et acide acétique) (Bozzolo, 2004). Ces données de la bibliographie s'accordent bien avec nos résultats qui démontrent que la présence d'AG courts n'y plus été identifiée. Toutefois nous pensons que si la résolution de la chromatographie était plus performante, nous aurions peut être pu identifier ces AG même en quantités infimes en particulier l'acide butyrique qui reste l'acide gras le plus caractéristiques de la matière grasse laitière. Ainsi, quoique les esters méthyliques sont largement utilisés pour l'analyse de la composition en AG du beurre, Gnädig et al. (2001), rapportent que les esters butyliques, propyliques ou isopropyliques sont d'une grande utilité pour l'analyse des acides gras à chaînes courtes. En effet, les esters de propyle ou de butyle sont moins volatils et moins solubles dans l'eau ce qui diminue les risques de perte lors de l'étape d'estérification. Cette hypothèse semble renforcée par les valeurs relativement élevées de l'indice de saponification qui témoignent de la présence de ce type d'AG.

Les AG ramifiés et impairs qui demeurent une spécificité des AG des ruminants figurent aussi dans nos résultats. Les AG impairs linéaires et saturés (C15) de la MG du lait sont synthétisés dans la glande mammaire à partir de la condensation du propionate et du malonyl CoA, tandis que le C17:0 résulte plutôt d'un prélèvement sanguin de cet AG issu de la synthèse bactérienne dans le rumen (Massart-Leên et al., 1983). Le pourcentage moyen de ces AG dans les échantillons de beurre analysés est égal à 2.21%. Les AG ramifiés sont caractérisés par la substitution d'un hydrogène par un groupement méthyle principalement ou plus rarement par un groupement éthyle (Schnidely et al., 2001). Dans nos résultats, ces AG sont représentés par le C17:0 antéiso ( $0,47 \pm 0,66$  %) et C17:0 iso ( $0,24 \pm 0,48$  %), C18 ( $0,44 \pm 1,34$  %), C14 iso ( $0,42 \pm 0,71$  %), ces AG ramifiés sont principalement synthétisés par les bactéries du rumen durant le métabolisme des acides aminés ramifiés (Massart-Leên et al., 1981). Leur origine alimentaire est pratiquement exclue (Kuzdzal-Savoie, 1967).

Les teneurs en autres AG longs (C21, C22, C27) sont très faibles (2.37% en moyenne). Ceci est conforme aux données issues de la bibliographie et s'explique en partie par l'impossibilité de l'élongation des chaînes d'AG au-delà de C16 dans la glande mammaire (Schnidely et al., 2001) en raison de l'absence de l'enzyme nécessaire pour

produire des chaînes carbonées plus longues (Byers, 1988 ; Chilliard, 1999 ; Jenness, 1986 ; Pougheon et al., 2001 ; Gnadig et al., 2001).

### III.3.3.1. Etude comparative :

#### *Selon l'espèce*

Les résultats montrent que l'espèce animale est également un facteur de variation du profil en AG du beurre. Certaines différences ont été observées en analysant les profils en AG des beurres de chèvre et de vache séparément. En voici les principales :

Les acides gras ramifiés n'ont pas pu être détecté dans les beurres aux laits issus de la région Taher. Pour les beurres aux laits issus des autres régions : Chadia, El Aouana et Beni Ahmed, nous avons pu détecter respectivement des taux de 3,92% ; 1.05% et 0.57%. La présence d'acides gras impairs linéaires a également été notée pour les beurres originaires des quatre régions considérées mais avec des taux variables.

La variabilité du taux de ces deux familles d'AG dans les beurres issus des diverses régions ne peut plus être attribuée au facteur région compte tenu de l'impossibilité d'un apport alimentaire de ces AG.

Comme nous l'avons déjà évoqué, les profils en acides gras du beurre de vache et du beurre de chèvre semblent aberrants en ce qui concerne les proportions d'acides gras majeurs. Pour le beurre de vache, les quatre acides gras dominants sont l'acide palmitique ( $34,47 \pm 4,04$  %), l'acide myristique ( $24,66 \pm 8,53$ %), l'acide stéarique ( $13,18 \pm 4,78$  %) et l'acide oléique ( $10,05 \pm 6,15$  %). Pour le beurre de chèvre, les proportions sont les suivantes : l'acide palmitique ( $46,29 \pm 6,03$  %), l'acide oléique ( $18,95 \pm 0,75$  %), l'acide stéarique ( $17,07 \pm 5,13$  %) et l'acide myristique ( $9,96 \pm 14,09$ %). Ces deux profils ne concordent pas avec la littérature qui suggère les proportions suivantes : l'acide palmitique (27.5%), l'acide oléique (21.2%), l'acide myristique (14.5%) et l'acide stéarique (9.3%) (Gnadig et al., 2001).

L'analyse comparative des profils des deux types de beurre révèle aussi l'absence des acides gras ramifiés dans le beurre de chèvre, un résultat qui n'est pas en rapport avec celui trouvé par Alonso et al. (1990) qui affirment avoir détecté cette famille d'acide gras dans le lait de chèvre.

Une variabilité dans les teneurs en AG impairs a été également observée entre les beurres des deux espèces. Ainsi, le beurre de vache est mieux pourvu en ce type d'AG (4.66%), caractéristique du lait des ruminants, que le beurre de chèvre (1.087%).

Etant donné que les acides gras impairs sont soit synthétisés dans la glande mammaire (C15) ou résultant d'un prélèvement sanguin de cet AG issu de la synthèse bactérienne dans le rumen (Massart-Leclercq et al., 1983) la supériorité de la teneur du beurre de vache en ce type d'AG peut être attribuée à des conditions d'activité des bactéries du rumen moins favorables à la synthèse de ce type d'AG chez la chèvre (C17) ou à des modifications des fermentations ruminales aussi moins favorables à la production d'acide acétique et butyrique et donc à la synthèse d'AG à chaîne moyenne y compris le C15.

Le profil en AG longs pairs et saturés (C16, C18) n'apparaît pas très similaire chez la chèvre et chez la vache. Le C16 est le principal AG représenté (chèvre  $46,29 \pm 6,03$  %, vache  $34,47 \pm 4,04$  %).

vache  $24,66 \pm 6,03\%$ ) suivi par C18 (chèvre  $18,95 \pm 0,75\%$ , vache  $10,05 \pm 6,15\%$ ). Les résultats suggèrent également des teneurs en C14 nettement inférieures chez la chèvre et des teneurs en C18 :1 ou l'acide oléique plus élevées. Ceci pourrait être dû au fait que chez la chèvre les AG longs représentés surtout par la somme de C18 et C18 :1 inhibent fortement la synthèse mammaire des AG moyens (Schmidely et al., 2001).

Les autres AG longs saturés (C21, C22) sont présents mais à l'état de traces (<1%) dans le beurre des deux espèces et les AG courts y sont carrément absents.

Le beurre de chèvre apparaît mieux riche en AGPI (1.809%) que le beurre de vache (0.826%) ce qui pourrait être attribué à des facteurs alimentaires compte tenu du fait que ces acides gras dépendent essentiellement d'un apport par l'alimentation. Cependant, le beurre de chèvre semble moins riche en AGMI avec un pourcentage moyen de 15.03% que le beurre de vache (18.07%). Au contraire des AGPI qui sont exclusivement d'apport alimentaire, les AGMI sont soit fournis par la ration alimentaire soit ils proviennent de la conversion par la delta-9 désaturase mammaire des AG saturés en AG monoinsaturés (Paccard et al., 2006). Ceci laisse présumer que les différences observées entre le taux des AGMI dans les deux types de beurre sont soit dues à des régimes alimentaires différents ou à des activités différentes de la delta-9 désaturase chez les deux espèces.

Les écarts observés, en ce qui concerne la teneur des deux types de beurres en AG insaturés peuvent avoir des conséquences plus ou moins sensibles sur les caractéristiques physiques du beurre en particulier sur leur tartinabilité (Couvreur et al., 2005).

De manière générale, la différence de résultats entre espèce est d'avantage due à des différences de pratiques d'élevage entre les vaches et les chèvres, concernant notamment la répartition des mises bas qu'à des effets différents des facteurs de production selon l'espèce animale (Lucas et al., 2006).

### ***Selon la région de prélèvement***

Des différences inter régions ont été également observées entre les profils en acides gras des beurres issus des différentes régions. Comme nous l'avons déjà évoqué plus haut, les acides gras longs et saturés sont les plus abondants et ce quelque soit la région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication. Ainsi, les acides gras saturés sont présents avec un pourcentage de 82,88 % dans les beurres issus de la région El Aouana. Dans les beurres issus de la région Chadia, ce taux est un peu plus faible (78,00 %), quant aux beurres issus de la région Taher et Beni Ahmed, ils avaient respectivement des taux moyens de 77,54 % ; 72,27%.

Les acides gras insaturés sont moins abondants. Le plus haut taux a été enregistré dans les beurres issus de la région Beni Ahmed (22 %) alors que le plus faible taux revient aux beurres de la région El Aouana (18,45 %). Des taux intermédiaires ont été obtenus dans les beurres issus de la région Taher (21,56 %) et de Chadia (21,18 %).

Au contraire des AG ramifiés et impairs, les profils en AG saturés et insaturés sont conditionnés par l'alimentation. Les écarts observés entre les profils en ces AG des beurres provenant des différentes régions pourraient être attribués au facteur régional qui influence fortement la composition de l'herbe et donc de l'alimentation des animaux.

### III.3.4. Contrôle organoleptique :

L'analyse sensorielle des beurres a porté sur 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.

Dans notre étude, l'échelle de variation des différentes notes attribuées à l'ensemble des beurres s'étend de 2,68 à 3,96.

L'analyse de l'aspect a permis d'attribuer aux différents beurres des notes qui varient de 3,2 à 3,6. Pour la structure et la texture, les beurres ont reçu des notes qui s'étendent respectivement de 2,4 à 4,2 et de 2,6 à 4,2. Quant à l'odeur et la saveur, les notes qui leurs sont attribuées sont respectivement incluses dans les intervalles suivants : 2 – 4,2 et 2,4 – 4,4. Les notes globales moyennes attribuées à chaque échantillon de beurre sont présentées dans les tableaux 17 et 18.

**Tableau 17 :** Distribution des notes obtenues lors du contrôle organoleptique des beurres fabriqués dans le laboratoire

Beurre	<i>B.V B.Ahmed</i>	<i>B.C B.Ahmed</i>	<i>B.V Taher</i>	<i>B.C Taher</i>	<i>B.V Chadia</i>	<i>B.C Chadia</i>
Note obtenue	3,44	3,64	3,96	3,68	3,92	3,96

**Tableau 18:** Distribution des notes obtenues lors du contrôle organoleptique des beurres procurés chez les éleveurs

Beurre	<i>B.S Aouana</i>	<i>B.N.S Aouana</i>	<i>B.S B.Ahmed</i>	<i>B.N.S Chadia</i>
Note obtenue	2,68	3,88	3,44	3,04

D'une manière générale les dégustateurs n'ont pas montré une préférence entre les beurres préparés à partir du lait de vache et ceux préparés à partir du lait de chèvre qui ont tous les deux reçus une note moyenne globale de 3,77.

Par ailleurs, les beurres procurés auprès des éleveurs ont reçus les notes les plus faibles (3,26) comparativement à ceux fabriqués au niveau du laboratoire (3,77) (figure 47). Ceci pourrait être expliqué par le fait que le temps écoulé après la fabrication de ces beurres est relativement long ce qui a permis de développer des odeurs accentuées ou probablement par leur caractère salé.

D'autre part, des variations de notes globales ont été observées entre les beurres provenant des laits des différentes régions (figure 48). Ainsi, les beurres de la région Chadia apparaissent comme étant meilleurs pour une note moyenne de 3,94 suivis par ceux de la région Taher (3,84) puis ceux de la région Beni Ahmed (3,54) et enfin ceux issus de la région El Aouana avec une note globale moyenne de 3,28. Toutefois, ces différences semblent ne pas être significatives étant donné qu'elles conduisent toutes au qualitatif moyen.



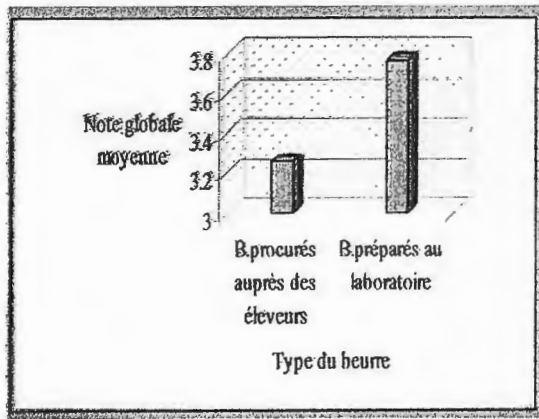


Figure 57: Variation des notes globale moyenne selon le type du beurre.

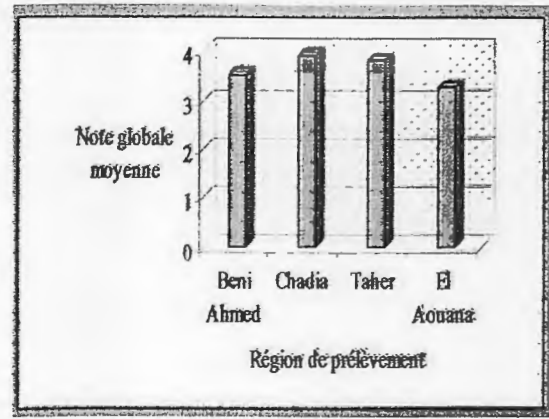


Figure 58: Variation des notes globale moyenne selon la région du prélèvement du beurre ou du lait servant à sa fabrication.

Les caractéristiques sensorielles des produits laitiers dépendent d'un grand nombre de facteurs liés à la fois à la technologie de fabrication et aux caractéristiques chimiques et microbiologiques de la matière première mise en œuvre (lait). Ces dernières dépendent elles même de nombreux facteurs d'amont (d'origine génétique, physiologique, alimentaire, ..... ) (Coulon et Priolo, 2002)

A l'origine, l'arôme du beurre est conditionné par les composés aromatiques excrétés par les bactéries lactiques d'acidité et d'arôme (*Lactococcus lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. Diacetylactis*, parfois *Leuconostoc*) (Guiraud, 1998), cependant, des modifications d'arôme peuvent être apportées par l'alimentation. Des recherches antérieures (Dubrocucq 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. C'est ainsi que la matière grasse du lait (longueur de la chaîne carbonée et degré d'insaturation des acides gras) qui dépend très fortement de l'alimentation des animaux (Chilliard et al., 2000) peut aussi être à l'origine des différences de texture et /ou de flaveur des beurres (Collomb et al., 1999 ; Bugaud et al., 2002).

Le diacétyle qui est responsable de l'arôme du beurre est détruit suite au salage du beurre (El Marrakchi et al., 1986). Ceci pourrait être à l'origine du rejet par les dégustateurs des échantillons de beurre salé procurés auprès des éleveurs.

Bien que l'analyse ne porte pas sur la couleur, il importe de signaler que la première différence perçue par les dégustateurs concerne cet attribut. En effet, les beurres de vache se caractérisent par leur couleur jaune à l'opposé des beurres de chèvre qui avaient une couleur blanche.

Le lait de vache contient des quantités plus ou moins importantes de pigments. Le plus connu est le  $\beta$ -carotène, présent en grandes quantités dans les fourrages verts et qui contribue à la coloration jaune des produits laitiers (Park et al., 1983). Comparativement au lait de vache, les matières grasses du lait de chèvre ne contiennent pas de caroténoïdes, c'est probablement la raison de sa couleur plus blanche (Amiot, 2002).

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

Cette étude nous a permis de faire le point sur les connaissances concernant les caractéristiques microbiologiques et physicochimiques des laits d'origines et de provenances diverses. Leur contrôle microbiologique a révélé une qualité non satisfaisante. Dans tous les cas, les dépassements sont à attribuer à des niveaux de contamination par la flore totale aérobie mésophile supérieurs aux critères de référence. Aucun pathogène n'y a cependant été détecté.

Cette étude a montré également que les paramètres physicochimiques du lait sont généralement en moyenne compris dans des intervalles proches des normes retenues pour ce produit exception faite pour le taux protéique. Ainsi, la fabrication du beurre au niveau du laboratoire à partir de ces laits a permis de mettre en évidence des aptitudes beurrières différentes selon l'espèce productrice du lait et selon la région de prélèvement.

Qu'ils soient fabriqués au laboratoire ou procurés auprès des éleveurs, les résultats du contrôle des beurres confirment la très grande variabilité de tous les paramètres physicochimiques. Cette variabilité est encore plus évidente pour les critères renseignant sur la qualité microbiologique.

L'étude a montré aussi une baisse de la charge microbienne dans les beurres par rapport aux laits servant à leur fabrication.

Il faut signaler aussi que les beurres fabriqués au niveau du laboratoire ont présenté une supériorité en qualité comparativement à ceux procurés auprès des éleveurs. Cette supériorité concerne surtout les critères microbiologiques d'où l'importance de bien respecter les conditions d'hygiène lors de la préparation de ce produit. Les beurres de chèvre ont présenté les niveaux de contamination les plus élevés et il est difficile cependant de tirer une tendance générale concernant les niveaux de contamination des beurres issus des diverses régions.

Ce travail a permis aussi de mettre en évidence l'existence d'une variabilité de composition dans les beurres. Il a aussi permis de montrer que la composition des beurres en acides gras dépend de façon importante de l'espèce animale productrice du lait et de la région du prélèvement.

L'analyse des profils en acides gras des beurres a révélé la prédominance d'acides gras saturés à moyenne et à longue chaîne et un faible taux d'acides gras insaturés. Les acides gras ramifiés et impaires ont été également détectés. Cependant, les acides gras à courtes chaînes sont exclusivement absents.

S'il est difficile à partir des résultats de cette étude d'attribuer les différences observées dans la composition en acides gras des beurres et dans la composition chimique en général à un facteur déterminé, nous pouvons penser tout de même que les facteurs alimentaires (incluant le changement de ration alimentaire lié à la saison et au climat), physiologiques (stade de lactation) et génétiques (race et espèce animale) sont à l'origine de ces différences. Dans des études ultérieures, nous envisageons d'étudier séparément l'influence de chacun de ces facteurs sur la composition chimique du beurre.

# **Références bibliographiques**

### A-B-C

- Abd-El-Malek Y., 1978.** Traditional egyptian dairy fermentations, In *Global impacts of Applied Microbiology, UNEP/UNESCO/ICRO-Kuala Lumpur*, 198-208.
- Abo-Elnaga I. G., EL-Aswad M., Moqi M., 1977.** - Some chemical and microbiological characteristics of Leben. *Milchwissenschaft*, 32, 521-524.
- Accolas J.P., Delfontaines J.P. et Aubin F., 1978.** Le lait et les produits laitiers en République Populaire de Mongolie. *Lait*, 58 278-286.
- Adrian J., Legrand G. et Frangne R., 1981.** Dictionnaire de biochimie alimentaire et de nutrition. *Tec. et Doc.*, 1- 31.
- Adrian J., Potus J., Poiffait A. et Dauvillier P., 1998.** Introduction à l'analyse des denrées alimentaires. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 47-60.
- Alais C., Linden G., 1997.** Biochimie alimentaire. *Masson*, 167-191.
- Alonso L., Lozada M., Fraga M., Juarez M., 1999.** Fatty acid composition of caprine milk : major, branched chain, and trans fatty acids. *J. Dairy Sci.*, 82, 878-884.
- Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P. et Simpson R., 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. In : *Science et technologie du lait. Ecole polytechnique du Montréal*, 1-54.
- Angers P., 2002.** Beurre et fractions de matière grasse laitière. In : *Science et technologie du lait. Ecole polytechnique de Montréal*, 323-343.
- Apfelbaum M., Romon M. et dubus M., 2004.** Diététique et nutrition. *Masson*, 329-331.
- Arraba A., 2006.** L'alimentation de la vache laitière pour une meilleure qualité du lait. Comment augmenter le taux butyreux et protéique du lait. *Transfert De Technologie En Agriculture*, 142, 1-4.
- Ayer H., Collomb M., Badertscher R., Lendenlu F. et Schmid R., 2002.** Le Beurre. *Tec. et Doc.*, 1-5
- Baaziz C., Baghouil N., Guffens N., Geerts J., Sternotte V., Stassin M. et Theys A., 2005.** Les matières grasses : Anges ou démons? *Agrégation en sciences naturelles*, 3-20.
- Banks W., 1991.** Milks lipids. *Inter Dairy Fed, Bull*, 260, 3-6.
- Barillet F., Boichard D., 1987.** Studies on dairy production of milked ewes. I. Estimates of genetic parameters for total milk composition and yield. *Genet. Sel. Evol.*, 19, 459-474.
- Barron L., Hierro M., Santa Maria G., 1990.** HPLC and GLC analysis of the triglyceride composition of bovine, ovine and caprine milk fat. *J. Dairy Res*, 57 : 517-526.
- Bauchart D., Doreau M., Legay-Carmier F., 1985.** Utilisation digestive des lipides et conséquences de leur introduction sur la digestion du ruminant. *Bull. Tech. CRZV de Theix, INRA*, 61. 65-77.
- Bazins S. et Lecomte C., 1999.** Analyse des taux protéiques, des taux butyreux et des taux cellulaires en exploitation laitière: point sur le projet de la fédération française de contrôle laitier. *CIHEAM-Options Méditerranéennes*, 109-111.

propriétés beurrières de la matière grasse laitière. *Renc. Rech. Ruminants*, 1-12.

**Coveney J., Danton-Hill I., 1985.** Goat's milk and infant feeding. *Med J Aust* 143, 508-510

#### D-E-F

**Daccord R., 2004.** Alimentation de la vache laitière. Les sources de matière azotée. *ALP actuel*, 14, 1-4.

**Decean C., Ghadaki M.B., 1970** Variation de la sécrétion des acides gras des matières grasses du lait de vache à la mise à l'herbe et au cours des six premières semaines d'exploitation du fourrage vert. *Ann. Zootech.*, 19, 399-411.

**Delacroix A., 1984** - La composition chimique du lait et ses incidences technologiques. Influence de l'alimentation sur la matière minérale du lait. Journées INRA/ENSAR/INA-PG,

**Delmi-Bouras A., 2004.** Biochimie alimentaire. *Office des publications universitaires*, 99

**Desjeux J.F., 1993.** Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. Lait de chèvre et santé. *Elsevier-INRA*, 73, 573-580.

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

**Dumoulin E., Peretz G., 1993.** Qualité bactériologique du lait cru de chèvre en France *Lait*, 73, 475-483

**Dupin H., Cuq J.L., Malewiak M.I., Leynaud-Rouaud C. et Berthier A.M.,**

1992. Alimentation et nutrition humaine. *ESF éditeur*, 847-885.

**El Marrakchi A., Tantaoui-Elaraki A., Hamama A., et Grini A., 1988.** La flore microbienne du smen marocain. Flore lipolytique et caséolytique. *Lait*, 68, 333-348.

**Eppert I., Valdes-Stauber N., Gotz H., Busse M. et Scherer S., 1997.** Growth reduction of *Listeria* spp. caused by undefined industrial red smear cheese cultures and bacteriocinproducing *Brevibacterium linens* as evaluated in situ on Soft Cheese. *Appl. and Envir. Microbi.*, 63, 4812-4817.

**Eyerson T.C., 1984.** Concerns and problems processing and manufacturing in super plants. *J. Dairy Sci.* 67, 2095-2099.

**Fauconneau J., 1989.** Aspects technologiques du laits des bovins. Conservation. Transformation. *Options Méditerranéennes- Série Séminaires*, 6, 181-189.

**Favier J.C. et 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. Filières Lait, Rennes, France*, 76-86.

**Fredot E., 2006.** Connaissance des aliments. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 295-309.

**Fuertes J.A. Gonzalo C. Carriedo J.A., San Primitivo F., 1998.** Parameters of test day milk yield and milk components for dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, 81, 1300-1307.



**Brulé G., 1984** - La composition chimique du lait et ses incidences technologiques. Les minéraux. *Journées INRA/ENSAR/INA-PG*,

**Brulé G., 1987.** Les minéraux. In: Lait, matière première pour l'industrie laitière. *CEPIL*, 87-98.

**Bugaud C., Buchin S., Hauwuy A. et Coulon J.B., 2002.** Texture et flaveur du fromage selon la nature du pâturage : cas du fromage d'Abondance. *INRA Prod. Anim.*, 15, 31-36.

**Byers F.M., Schelling G. T., 1998.** Lipids in ruminant nutrition. In: The ruminant digestive physiology and nutrition, 298-312.

**Cauty I. et Perrau J.M., 2003.** La conduite du troupeau laitier. *Editions France Agricole*, 55-76.

**Chambon M., 1992.** Matière grasse laitière In : Manual des corps gras. *Tec et Doc. Lavoisier*, 271-280.

**Chestel J.C. et Chestel H., 1984.** Introduction à la biochimie alimentaire et à la technologie des aliments. *Tec. et Doc. Lavoisier*. 327-328.

**Chilliard Y., 1999.** Metabolic adaptations and nutrient partitioning in the lactating animal. In: Biology of lactation. *INRA*, 503-552.

**Chilliard Y., Ferlay A., Mansbridge R.M. et Doreau M., 2006.** Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans acconjugated fatty acids. *Ann. Zootech.*, 49, 151-205.

**Chirade E. et Moreau R., 2000.** Fabrication pratique du beurre : Manuel publié par la Société Française d'Encouragement à "l'Industrie Laitière". *Listerix*, 1-4.

**Chouinard Y. et Turgeon S., 1998.** Amélioration de la qualité des matières grasses laitières par l'alimentation de la vache. *CPAQ*. 1-7.

**Christie W., 1983.** the composition and structure of milk lipids. In : development in dairy chemistry-2. *Lipids. Applied Sciences*, 1-36.

**Collomb M., Bütikofer U., Spahni M., Jeangros B. et 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, 97-110.

**Coulon J. B., D'Hour P., Petit M., 1988.** influence of transition feeding pattern on milk production at the turnout of cows to pasture. *Livest. Prod. Sci.*, 29, 31-47.

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

**Coulon J-B. et Priolo A., 2002.** La qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux. *INRA Prod. Anim.* 15, 333-342.

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

**Couvreur S., Hurtaud C., Delaby L. et Peyraud J.L., 2004.** Influence de différentes races et régimes sur les caractéristiques de la matière grasse du lait. *Renc. Rech. Ruminants*, 11, 107.

**Couvreur S., Hurtaud C., Lopez C., Delaby L. et Peyraud J.L., 2005.** Mise en évidence d'une loi de réponse linéaire entre la part d'herbe dans la ration et les

- Beerens H. et Luquet M.F., 1987.** Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et des produits laitiers. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 1-144.
- Bekhouche F. et Boulahrouf A., 2005.** Etude quantitative et qualitative des bactéries lactiques de lait cru produit par des vaches locales appartenant à six stations d'élevage de Constantine. *Sciences & Technologie*. 38-45.
- 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.
- Besson M. et Garneau L., 2003.** Avec du beurre, c'est bien meilleur?, Expo-Journal, rapport interne, programme des Sciences de la nature, Cégep de Saint-Félicien, Saint-Félicien, 1-13.
- Beuvier E. et Feutry F., 2005.** Quelques bases sur la microbiologie du lait et du fromage. *INRA Prod. Anim.*, 1-6.
- Beyer F., 1986.** hemmstoffe in milch aus technologischer sicht. *Deutch Mokerei-Ztg* 107, 898-899.
- Bitman J., et wood D., 1990.** Changes in milk fat phospholipids during lactation. *J., Dairy Sci.* 73, 1208-1216.
- Bocquier F., Caja G., 2001.** Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation. *INRA Prod. Anim.*, 14 (2), 129-140.
- Bony J., Contamin V., Metais J., Nabenza S., Tillard E., Coulon J.B. et Juanes X., 2004.** Principaux facteurs qui influencent la qualité sanitaires du lait à la réunion. *Rech. Rech. Ruminants*, 11, 1-16.
- Bornarel P., Boulbays N., Hugo P. et Gao K., 1996.** Etat de la situation sanitaire des produits laitiers commercialisés dans la zone périurbaine de N'Djaména. *FAO Corporate Document Repository*. 1-6.
- Bornert G., 2000.** Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Rev. Méd. Vét.* 151, 1003-1010.
- Boubekri C., Tantaoui Elaraki A., Berrada M. et Benkerroum N., 1984.** Caractérisation physicochimique du Lben marocain. *Le lait*, 64, 436-447.
- Bourgeois C.M. et Larpent J.P., 1998.** Microbiologie alimentaire: Aliments fermentés et fermentations alimentaires. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 432-447.
- Bourgeois C.M., et Leveau J.Y., 1991.** Techniques d'analyse et de contrôle dans les IAA : le contrôle microbiologique. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 152-186.
- Bourgeois C.M., Mesle J.F. et Zucca J., 1996.** Microbiologie alimentaire : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 272-294.
- Bozzolo G., 2004.** Appellation d'origine contrôlée et production animales. *Tec et Doc Lavoisier*. 37-102.
- Branger A., 1987.** Les Staphylocoques présumés pathogènes dans les produits laitiers. *Rev ENIL* 114, 30-39 et 115, 9-13.
- Brouillaud-Delattre A., Maire M., Collette C., Mattei C. et Lahellec C., 1997.** Predictive microbiology of dairy products: influence of biological factors affecting growth of *Listeria monocytogenes*. *J. AOAC Inter.*, 80, 913-919.

## G-H-I

**Gallacier J.P., Barbier J.P. et Kuzdzal-Savoie S., 1974.** Variations saisonnières des proportions relatives des acides gras d'un beurre de laiterie d'Ille-et-Vilaine. *Lait*, 117-138.

**Gnadig S., Chardigny J. M., Sébédio J. L., 2001.** Lipides. In : Lait nutrition et santé. 105-122.

**Gounelle H., 1969.** Hygiène. *Foucher*, 38-48.

**Goursaud J., 1987.** Le contrôle de la qualité du lait cru matière première de l'industrie. In : Lait, matière première pour l'industrie laitière. *CEPIL*, 385-394.

**Grandpierre C., Ghiosolfi J., thouvenot J., 1986.** Etude biochimique du lait de chèvre, *Cah. Nutr. Diét.* 23, 367-374.

**Gueguen L., 1971.** La composition minérale du lait et son adaptation aux besoins minéraux du jeune. *Ann. Nutr. Alim.*, 25 : 335-381.

**Guéguen L., 2001.** Minéraux et oligoéléments. In : Lait, nutrition et santé. *Tec et Doc*, 120-146.

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

**Guiraud J.P., 1998.** Microbiologie alimentaire. *Dunod*, 136-433.

**Harrati E., 1974.** Recherche sur le Lben et le Klila algériens. Thèse de doctorat de spécialité, *Université de Caen*.

**Hermier J. et Cerf O., 1987.** La stabilité du lait à la chaleur. In: Lait, matière première pour l'industrie laitière. *CEPIL*, 309-314.

**Hettinga D., 2005.** Butter. *Fereidoon.Shahidi*, 1-60.

**Hillbrick G., Augustin M.A., 2003.** Milkfat characteristics and functionality: opportunities for improvement. *Aust. J. Dairy Technol.*, 57, 45-51.

**Hoden A. et Coulon J B., 1991.** Maîtrise de la composition du lait. *INRA Prod. Anim.*, 5, 361-367.

**Hurtaud C., Buchin S., Martin B., Verdier-Metz L., Peyraud J.L. et Noël Y., 2007.** La qualité des laits et ses conséquences sur la qualité des produits de transformation : quelques techniques de mesure dans les essais zootechniques. *INIST-CNRS*, 1-2.

**Hurtaud C., Faucon F. et Peyraud J.L., 2006.** Effet de différentes formes d'apport de lin et de colza dans l'alimentation des vaches laitières sur les propriétés physiques et sensorielles du beurre. *INRA*, 1-3.

## J-K-L

**Jaubert G., 1994.** Biochemical characteristics and quality of goat milk. *Ciheam- Options Méditerranéennes*. 71-74.

**Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brulé G., 2006.** Science des aliments. 1. Stabilisation biologique et physicochimique. *Tec et Doc. Lavoisier*, 351-376.

**Jeness R., 1986.** Symposium : species variation in mammary gland function, lactational performance of various mammalian species. *J. Dairy Sci.*, 69, 869-885.

**Jensen R., Clark R., 1988.** Lipids composition and properties. In : Fundamentals of dairy chemistry. 171-214.

- Jensen R., Ferris A., Lammi-Keefe C., 1991.** The composition of milk fat. *J. Dairy Sci*, 74, 3228-3243.
- Joffin C. et Joffin J.N., 1999.** Microbiologie alimentaire. *Académie de Bordeaux*, 169-176.
- Journal Officiel de la République Algérienne N°96, 1998,** 54-57.
- Juarez M., Ramos M., 1986.** Physicochemical characteristics of goat's milk as distinct from those of cow's milk, *Bull. Int. Dairy Fed.* 202, 54-67.
- Juriaanse A.C., Heertje I., 1988.** Microstructure of shortenings, margarine and butter : a review. *Fd Microstructure*, 7, 181-188.
- Khaddor M., Tantaoui-Elarki A., Behajiba A., Lamarti A., Ezziyyani M., Candela Castillo M.E. et Badoc A., 2003.** Destruction de l'aflatoxine M1 par les bactéries lactiques du lben marocain et du yaourt. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 142, 101-112.
- Kuzdzal -Savoie S., 1957.** Les limites de variation des indices de la matière grasse du beurre. *Le lait*, 262-268.
- Kuzdzal-Savoie S., 1987.** La matière grasse. In : Lait, matière première pour l'industrie laitière. *CEPII*, 41-62.
- Kuzdzal-Savoie S., et Kuzdzal W., 1967.** Les acides gras mineurs du beurre. *Le lait*, 463, 145-155.
- Labadie J.C., Dousset X. et Hebraud M., 1996.** Lait et produits laitiers non fermentés. In : Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 291.
- Lahellec M., 2001.** Lait, Nutrition et Santé. *Tec et Doc Lavoisier*. 500-519.
- Larpent J.P., 1997.** Microbiologie alimentaire, techniques de laboratoire. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 704-811.
- Le Jaouen JC, 1986.** Composition du lait : la situation actuelle. *Rev : La chèvre*, 153, 10-13.
- Lecoq R., 1965.** Manuel d'analyses alimentaires et d'expertise usuelles. *Doim*, Edit 1304-1311.
- Lerondelle C., Poutrel B., 1984.** Characteristics of non-clinical mammary infections in goats. *Ann Rech Vet* ,15, 105-112
- Leseur R., 2001.** Les actions de contrôle : rôle de l'état. In : Lait, nutrition et santé. *Tec et Doc. Lavoisier*. 489-499.
- Linden G. et Lorient D., 1994.** Biochimie agroindustrielle. *Masson*, 101-120.
- Lopez C., 2005.** Focus on the supramolecular structure of milk fat in dairy products. *Reprod. Nutr. Dev.* 45, 497-511.
- Lucas A., Hulin S., Michel V., Agabriel C., Chamba J.-F., Rock E., Coulon J.-B., 2006.** Relation entre les conditions de production du lait et les teneurs en composés d'intérêt nutritionnel dans le fromage : étude en conditions réelles de production. *INRA Prod. Anim.* 9, 15-28.
- Luquet F.M., 1990.** Les produits laitiers : transformation et technologie. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 454-490.

#### M-N-O

- Mahaut M., Jeantet R., Schuck P. et Brule G., 2000.** Les produits industriels laitiers. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 92-114.

**Mahieu H., 1976.** Incidences sur la composition du lait des conditions d'élevage, des types d'alimentation. *Document ITEB*, 1-67.

**Mahieu H., Luquet F.M., Mouillet L., 1976.** A propos de la teneur des laits individuels et de mélange en matières minérales et urée. *Le Lait*, 561-562, 55-112 et 563-564, 184-214.

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

**Manser P.A., 1986.** Prevalence, causes and laboratory diagnosis of subclinical mastitis in the goat. *Vet Rec* 118, 552-554.

**Massart-Leën A. M., De pooter H., Declodt M., Schamp N., 1981.** Composition and variability of the branched chain fatty acid fraction in the milk of goats and cows. *Lipids*, 16, 286-292.

**Massart-Leën A. M., Roets E., Peeters G., Verbeke R., 1983.** Propionate for fatty acid synthesis by the mammary gland of the lactating goat. *J. Dairy Sci.*, 66, 1445-1454.

**Mathieu J., 1998.** Initiation à la physico chimie du lait. *Tec et Doc. Lavoisier*, 46-65, 95-99, 178-188.

**Michalski M.C., Parmentier M., 2003.** Michel V., Hauwuy A., Chamba J.F., 2006. Gestion de la flore microbienne des laits crus par les pratiques des producteurs. *Rech. Rech. Ruminants*, 13, 309-312.

**Miller G. D., Jarvis J.K., et McBean L.D., 2000.** Handbook of Dairy foods and nutrition. Boca Raton, National dairy council, 423.

**Mohjadji-Lamballais C., 1989.** Les aliments, *Editions Maloine*, 26-30, 89-93.

**Molina M.P., Gallego L., 1994.** Composición de la leche: Factores de variación, 191-208.

**Moretain, J.P., 1986.** Les médicaments vétérinaires et la qualité du lait: Le problème des résidues d'antibiotiques. *RIE Technicien du Lait.*, 10-16.

**Ney D. M., 1991.** Potential for enhancing the nutritional properties of milk fat. *J. Dairy Sci.* 72 : 3109-3115.

**Ollivier D., Artaud J., Pinatel C., Durbec J.P et 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-gyang K., 1984.** Introduction à la microbiologie alimentaire dans les pays chauds. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 1-260.

## P-R

**Paccard P., Chenais F. et Brunschwig P., 2006.** Maîtrise de la matière grasse du lait par l'alimentation des vaches laitières. *Institut de l'élevage*, 1-33.

**Park Y.W., Anderson M.J., Walters J.L. et Mahoney A.W., 1983.** Effects of processing methods and agronomic variables on carotene contents in forages and predicting carotene in alfalfa hay with near-infrared-reflectance spectroscopy. *J Dairy Sci.*, 66, 235-245.

**Perrin J.L., 1992.** Détermination de l'altération. In : Manuel des corps gras. *Tec et Doc. Lavoisier*, 1198-1212.

**Pointurier H., 2003.** La gestion matières dans l'industrie laitière. *Tec. et Doc. Lavoisier*, 1-64.

**Pointurier H., Adda J., 1969.** Qualités et défauts du beurre. In : Beurrerie Industrielle : science et technique de la fabrication du beurre. *La Maison Rustique, Paris, France*, 288-330.

**Pougeon S. et Goursaud J., 2001.** Le lait : caractéristiques physicochimiques In : Lait, nutrition et santé. *Tec et Doc*, 30-40.

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

**Renner E., 1983.** Milk and dairy products in human nutrition. *Folkswists chafllinker Verlag*, 15-89.

**Richard J., 1983.** Nature de la flore dominante et sous dominante des laits crus très pollués. *Le Lait*, 63, 148-170.

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

### S-T

**Samaras F., Kehagias C., 1987.** Application of indirect methods for assessment of microbiological quality of raw ewe's and goat's milk. *Greek J. Dairy Sci. Technol.* 2, 5-15.

**Schmidely P. et Sauvart D., 2001.** Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants ; effets de l'apport de matières grasses ou d'aliment concentré. *INRA Prod. Anim.* 14, 337-354.

**Schulitz M.M., Hansen L.B., Steurernagel G.R., Kuck A.L., 1990.** Variation of milk fat, protein and

somatic cells for Dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 73, 484-493.

**Schultz W. D., Olson J. C. Jr, 1960.** Détermination de la flore bactérienne caséolytique psychrotrophe des laits crus réfrigérés - *J. Dairy Sci.*, 43, 346-350.

**Simon D., François M. et Dudez P., 2002.** Transformer les produits laitiers à la ferme. *Educagri*, 101-117.

**Srairi MT. Et 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*, 137, 1-4.

**Stoll W., 2002.** Alimentation de la vache laitière et composition du lait. *Station fédérale de recherches en production animale*, 8, 1-4.

**Tantaoui-Elarkki A., Berrada M., El Marrakchi A. et Berramou A., 1983.** Etude sur le L.ben marocain. *Le lait*, 63, 230-245.

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

### V-W

**Vazquez De Prada M. A., 1989.** Le consommateur et les produits laitiers. *Options Méditerranéennes- Série Séminaires*, 6, 169-175.

**Weisseyere R., 1979.** Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait. *La maison rustique*, 340-426.

**Vivegnis J., Dubois C., Nicolay E., Mary F., Jacob C., Piraux E., El-lioui M. et Decallonne J., 1998.** qualité microbiologique des fromages artisanaux au lait cru en région Wallonne. *Biothechnol. Agron. Soc.*, 248-255.



**Walstra P., Geurts T.J., Noomen A., Jellena A., Van Boekel M.A.J.S., 1999.**  
Butter. In: Dairy technology. Principles of milk properties and processes. *Dekker Marcel, New-York Basel, USA*, 485-515.

**Annexes :**

**Tableau 01 : Données de la courbe d'étalonnage de l'azote.**

<b>SF: mg/l</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>
<b>DO</b>	<b>0.401</b>	<b>0.791</b>	<b>1.101</b>	<b>1.502</b>	<b>1.882</b>

**Tableau 02 : Questionnaire pour le contrôle organoleptique du beurre.**

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

**Tableau 03 : Résultats de l'analyse par GC-MS des esters méthyliques des échantillons de beurre**

(Résultats exprimés en pour cent de la surface de chromatogramme)

<b>Acide gras</b>	<b>B.C B.Ahmed</b>	<b>B.V B.Ahmed</b>	<b>B.V Chadia</b>	<b>B.C Taher</b>	<b>B.V Taher</b>	<b>B.N.S Chadia</b>	<b>B.N.S Aouana</b>	<b>B.S Aouana</b>	<b>B.S B.Ahmed</b>
Ac myristique C 14 :0	-	27,35	33,08	19,93	23,92	8,26	31,64	28,68	19,75
Ac isomyristique C14 :0 iso	-	-	-	-	2,13	-	-	-	-
Ac pentadecyclique C15 :0	1,46	2,55	2,22	1,60	3,22	0,74	-	-	2,71
Ac palmitique C16 :0	50,56	30,19	31,83	42,03	36,95	31,83	41,16	37,41	31,95
Ac palmitoléique C16 :1	-	1,45	1,38	-	-	-	-	1,30	1,87
Ac méthyle 14- palmitique C 17 :0 AI	-	0,62	0,66	-	-	1,88	-	-	1,09
Ac méthyle 15 palmitique C17 :0 I	-	-	-	-	-	1,28	-	-	0,88
Ac margarique C17 :0	1,23	0,48	0,64	-	0,51	2,58	-	-	-
C18 : 0 iso	-	-	-	-	-	4,02	-	-	-
Ac stéarique C 18 :0	20,70	7,68	13,08	13,44	11,08	22,28	9,25	13,71	15,19
C19 :0 (ramifié)	-	-	-	-	-	-	1,22	-	-
C18 :1	-	-	-	-	-	-	-	16,90	-

**Tableau 03 : Résultats de l'analyse par GC-MS des esters méthyliques des échantillons de beurre (Suite).**

<i>Acide gras</i>	<b>B.C B.Ahmed</b>	<b>B.V B.Ahmed</b>	<b>B.V Chadia</b>	<b>B.C Taher</b>	<b>B.V Taher</b>	<b>B.N.S Chadia</b>	<b>B.N.S Aouana</b>	<b>B.S Aouana</b>	<b>B.S B.Ahmed</b>
Ac oléique C18 :1 (9)	19,49	7,41	15,5	18,42	15,08	4,44	13,14	-	14,84
C18 :1 (10)	-	2,76	-	-	3,43	0,82	-	1,99	10,06
Ac vaccénique C18 :1 (11)	2,13	-	-	2,07	-	19,48	-	-	-
Ac linoléique C18 :2 (9, 12)	4,42	-	-	-	-	-	-	-	-
Ac iso linoléique C18 :2 (9, 12)	-	-	-	2,51	-	-	1,46	-	-
C18 :2 (6, 9)	-	-	-	-	1,6	-	-	-	2,00
C18 :2 (8, 11)	-	-	-	-	-	0,74	-	-	-
Ac heneicosanoïque C21 :0	-	-	-	-	1,09	-	-	-	-
Ac mélissique C30 : 0	-	-	-	-	0,98	-	-	-	-
Ac érucique C22 :1(13)	-	-	-	-	-	-	2,13	-	-
C 27 :0	-	-	-	-	-	18,78	-	-	-

Thème : Contrôle de la qualité du beurre traditionnel Jijelien

Résumé

Cette étude a pour objectif de déterminer la qualité physicochimique et microbiologique ainsi que la composition en acides gras de dix échantillons de beurre traditionnel parmi lesquels 4 échantillons, exclusivement produits à partir de lait de vache, ont été procurés auprès des éleveurs de trois régions (Beni Ahmed, Chadia et El Aouana). Les autres échantillons ont été fabriqués au niveau du laboratoire à partir de six échantillons de laits crus de deux espèces (bovine et caprine) collectés de trois régions Jijeliennes : Beni Ahmed, Chadia et Taher et sur lesquels des analyses physicochimiques et microbiologiques ont été préalablement effectuées. Du point de vue microbiologique, la qualité de ces laits est non satisfaisante suite à des dépassements importants dans le dénombrement de la flore totale aérobie mésophiles. Aucun pathogène n'y a cependant été détecté. La qualité physicochimique reste bonne à quelques exceptions près. Les beurres fabriqués au laboratoire ont présentés des niveaux de contamination nettement inférieurs à ceux des laits servant à leur fabrication ainsi qu'une supériorité en qualité microbiologique par rapport aux beurres procurés auprès des éleveurs. Les beurres de chèvre ont présentés les niveaux de contamination les plus élevés et il est difficile cependant de tirer une tendance générale concernant les niveaux de contamination des beurres issus des diverses régions. La détermination par GC-MS de la composition de ces beurres en AG a montré la prédominance des acides gras insaturés à moyenne et à longue chaîne et un faible taux d'acides gras insaturés. Les acides gras impairs et ramifiés ont été également détectés et les acides gras à chaîne courte sont exclusivement absents.

Mots clés : Lait, Lait de chèvre, Beurre, Qualité, Région.

Summary

The main objective of this study was to evaluate the microbiological and physicochemical quality and to determine the fatty acids composition of 10 samples of traditional butter. 4 samples exclusively produced from cow raw milk were procured from breeder of 3 regions: Beni Ahmed, Chadia and El Aouana. The other samples were produced under laboratory conditions from 6 samples of raw milk obtained from 2 species, cow and goat, coming from 3 Jijelian regions: Beni ahmed, Chadia and Taher on which we have beforehand realized microbiological and physicochemical analyses. From a microbiological view, samples of milk showed an unsatisfactory quality because of the important exceeding in the count of Total Mesophilic Aerobic Flora. No pathogens have been detected. Its physicochemical quality is in generally acceptable. The samples of butter produced under laboratory conditions have shown the lower levels of contamination than those of milk used for their manufacture and a superiority of microbiological quality than those procured from breeders. Although, it's so difficult from this work to determine the region which have the better effect on the butter composition on fatty acids predominance of saturated long and average fatty acids. The odd and ramified fatty acids have also been detected in the opposition of the short chain fatty acids which were totally absents.

Key words : Milk, Goat milk, Butter, Quality, Region.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد النوعية الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية و كذلك التركيبية الكيميائية من حيث الأحماض الدهنية لـ 10 عينات من الزبدة التقليدية من بينها 4 عينات مصنوعة خصيصاً من حليب البقر ثم الحصول عليها من طرف مربى المواشي من 3 مناطق مختلفة (بني احمد, شادية و العوانة) العينات الأخرى تم صنعها في المخبر انطلاقاً من 6 عينات من الحليب الطازج ذو مصدر بقري و ماعزي والمتحصل عليها أيضاً من 3 مناطق مختلفة (بني احمد, شادية و الطاهير) و التي قمنا بدراسة نوعيتها الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية. من الناحية الميكروبيولوجية نوعية هذا الحليب غير مرضية أما بالنسبة للنوعية الفيزيوكيميائية فهي عموماً حسنة. أظهرت نتائج دراسة عينات الزبدة المصنوعة بالمخبر مستويات تلوث غذائي أكثر انخفاضاً مقارنة بعينات الحليب التي صنعت منها كما أظهرت تفوق في النوعية الميكروبيولوجية مقارنة بعينات الزبدة المتحصل عليها من طرف مربى المواشي. عينات الزبدة المتحصل عليها انطلاقاً من حليب الماعز أظهرت مستويات التلوث الأكثر ارتفاعاً في حين يصعب من خلال هذه الدراسة تحديد المنطقة ذات التأثير الأيمن على نوعية الزبدة. دراسة التركيبية الكيميائية للزبدة من حيث الأحماض الدهنية بواسطة كروماتوغرافيا الطور الغازي أظهرت سيادة الأحماض الدهنية المشبعة طويلة و متوسطة السلسلة و نسبة أقل من الأحماض الدهنية غير المشبعة. كما سمحت الدراسة أيضاً بتحديد وجود الأحماض الدهنية الفردية و متفرعة السلسلة في حين أظهرت غياب تام للأحماض الدهنية قصيرة السلسلة.

الكلمات المفتاحية : الحليب, حليب الماعز, الزبدة, الجودة, المنطقة.