



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'Agronomie

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master II

En sciences Agronomiques

Option : Biotechnologie Alimentaire

Thème

Effet du système alimentaire et la durée de conservation sur la qualité nutritionnelle et organoleptique du beurre issue du lait de vache fabriqué selon un processus artisanal

Présenté par : Larbaoui Abdelkarim

Soutenu le : / 06 / 2016

Devant le jury:

Président	Mr. AIST AADA D	MCB	Univ de Mostaganem
Directeur de mémoire	Mr. BOUDEROUA.K	Professeur	Univ de Mostaganem
Examineur	Mme. BENMAHDI F	MAA	Univ de Mostaganem
Examineur	Mr. BELLABES M	Doctorant	Univ de Mostaganem

Structure d'accueil : le laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition, Univ de Mostaganem

Année Universitaire : 2015-2016

Remerciement

Je remercie dieu le tout puissant qui m'a donné La volonté et la patience pour Mener à bien mon modeste travail.

Mes sincères remerciements et gratitudes s'adressent tout particulièrement : à Monsieur BOUDEROUA K, professeur à l'université de Mostaganem, pour son aide, sa disponibilité, ses orientations et ses conseils qu'il m'a prodigué tout au long de ce travail.

J'exprime ma profonde et respectueuse gratitude à Monsieur Ait Saada. D, maitre de conférences B à l'Université de Mostaganem qui m'a fait l'honneur de présider mon jury.

Il m'est agréable d'adresser mes plus vifs remerciements à Madame Benmahdi F, maitre-assistant A à l'université de Mostaganem d'avoir bien voulu examiner le présent travail.

Je tiens également à remercier Monsieur BELLABES M, Doctorant à l'université de Mostaganem d'avoir bien voulu examiner le présent travail

Je tiens également à remercier Monsieur Benabdelmoumen. D, pour sa précieuse contribution portant sur l'ensemble de ce travail.

Je n'oublierai pas d'adresser un remerciement à ma cousine Benyagoub nor el houda, étudiante dans l'université de Mostaganem pour sa disponibilité, son aide à la réalisation de ce travail.

Enfin, je voudrais adresser mes hommages respectueux à tous les enseignants, qui nous ont dispensé des cours et prodigués des conseils durant les deux années de Master.

Dédicace

Le présent mémoire est dédié

A ma mère Hafida, Que ce travail soit pour toi pour ton aide précieuse
pendant toutes ces années.

Je dédie ce travail A mon père Taifour A mon frère Mohamed Reda et mes
cousins Khir edine, Mahfoud, Abdelghani, Mohamed, Abdel Kader, Takia
et A ma chère sœur Fatima.

A mes anges Wisal, Mohamed Redha ,Nor Elhouda ,zineb, Yassine, Mahdi
et Bouchra .

A toute ma famille Larbaoui Benyagoub, Sabeur, Ouali.

Un spécial dédicace à ma chère tante Faiza pour son soutien durant mes
années d'étude.

A mes chers amis et mes proches notamment Ali, Abdenour, Omar,

Mehdi, Ameur, Zohra, Fatima B, Djennet, Fatima O et Warda.

A tous ceux qui ont été à mes côtés durant ces années d'étude.

Liste des abréviations

Abs : Absorbance
AG : Acide gras
AGPI : Acide gras polyinsaturé
°C : Degré Celsius
CF : coliforme fécaux
CSR : clostridium Sulfito-réducteur
°D : Degré Dornic
DPPH : 2.2 Diphenyl 1 picryl hydrazyl
EAG : Equivalent en acide gallique
FAO : Food agriculture organisation
FTAM : flore mésophile aérobie totale
g : gramme
IA : indice d'acide
IP : indice de peroxyde
IS : indice de saponification
IC50 : Concentration inhibitrice médiane
J : jour
Kg : kilogramme
Kcal : kilocalorie
Kj : kilojoule
L : litre
MDA : Malon dialdéhyde
mg : milligramme
μ g : Microgramme
ml : millilitre
mol : mole
MS : Matière sèche
n : Nombre des répétitions
Staph : staphylocoque
NS : Effet non significatif du facteur étudié.
P<0.01 : probabilité au seuil de 1%.
P<0,05 : Probabilité au seuil de 5%.
PCA : plant count agar
TBA : Acide Thio barbiturique.
TCA : l'acide trichloroacétique
V : Volume
VRBLE : gélose lactosés billée au cristal violet et au rouge neutre
VF : gélose glucosée viande- foie
UFC : unité format colonie
% : Pourcentage

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition du lait de divers mammifères.....	4
Tableau 2 : Constituants lipidiques du lait de vache (g/100g de matière grasse).	5
Tableau 3 : Composition du lait en acides gras.....	6
Tableau 4 : Oligoéléments indispensables du lait de vache (en µg/l).	9
Tableau 5 : Composition vitaminique moyenne du lait cru.	10
Tableau 6 : Caractéristique physico-chimique du lait de vache.....	15
Tableau 7 : Flore microbienne du lait.	16
Tableau 8: Teneurs en éléments nutritifs de 100g de beurre.....	17
Tableau 9 : Caractéristiques physicochimiques de beurre traditionnel algérien.....	20
Tableau 10 : Régimes alimentaires des deux régions.	28
Tableau 11 : Les prélèvements du lait des deux régions.....	28
Tableau 12 : Teneur en polyphénols totaux des extraits des deux régimes.	40
Tableau 13: L'activité anti radicalaire des deux régimes alimentaires.	40
Tableau 14 : La teneur de matière grasse des deux régimes.	41
Tableau 15: Résultats des analyses microbiologiques des prélèvements du lait.....	43
Tableau 16: pH du lait selon le système d'alimentation des deux régions.	46
Tableau 17: L'acidité du lait selon le facteur d'alimentation des deux régions.....	47
Tableau 18: L'extrait sec total du lait des deux régions.....	48
Tableau 19: Matières minérales du lait des deux régions selon le facteur d'alimentation.....	49
Tableau 20: La teneur en matière grasse du lait des deux régions.....	50
Tableau 21: La teneur en matière sèche du beurre pour les deux régions.	51
Tableau 22: Teneur en eau du beurre de deux régions.....	52
Tableau 23: L'indice de saponification du beurre des deux régions.....	53
Tableau 24: Evolution de l'indice de peroxyde du beurre de lait vache des deux régions selon le facteur d'alimentation et la durée de conservation.	55
Tableau 25: Evolution de l'indice d'acide du beurre de lait vache des deux régions selon le facteur d'alimentation et la durée de conservation.	57
Tableau 26: Evolution de degré de peroxydation lipidique du beurre de lait vache des deux régions selon le facteur d'alimentation et la durée de conservation.	59

Liste des figures

Figure 1 : Microstructure du beurre à température ambiante.....	19
Figure 2 : Étapes de fabrication industrielle du beurre à 80% en masse de matière grasse par agglomération.....	23
Figure 3: Situation géographique des la région de zemoura.....	27
Figure 4 : Situation géographique de la région d’Ain Nouissy.....	28
Figure 5 : Principales étapes de la démarche générale.....	29
Figure 6 : Schéma simplifié de la fabrication traditionnelle du beurre traditionnelle.....	33
Figure 7: Teneur en polyphénols totaux des extraits des deux régimes.....	40
Figure 8: IC50 des extraits des deux régimes.	41
Figure 9: Teneur de la matière grasse des deux régimes.....	42
Figure 10: Degré de peroxydation lipidique des régimes alimentaires.....	42
Figure 11: FTAM à 30°C	Erreur ! Signet non défini.
Figure 12: Coliforme fécaux à 44°C	44
Figure 13: <i>Staphylocoque aureus</i>	45
Figure 14: Clostridium Sulfito-réducteurs	45
Figure 15: pH de lait des deux régions.....	46
Figure 16: Acidité du lait des deux régions (°D)	47
Figure 17: Extrait sec total du lait des deux régions (g/100g)	48
Figure 18: Matières minérales du lait des deux régions (g/100g).....	49
Figure 19: Matière grasse des deux régions (g/100g).....	50
Figure 20: Matière sèche du beurre de deux régions (g/100g).....	51
Figure 21: Eau du beurre de deux régions (%).....	52
Figure 22: Indice de saponification du beurre des deux régions (Mg/g)	53
Figure 23: Evolution de l’indice de peroxyde des deux régions.....	54
Figure 24: Evolution de l’indice d’acide des deux régions.....	56
Figure 25: Evolution de degré de peroxydation lipidique des deux régions.....	58
Figure 26: Résultats d’analyses organoleptiques du beurre de la région de Zemoura en pourcentage.....	60
Figure 27: Résultats d’analyses organoleptiques du beurre de la région de Mostaganem en pourcentage.....	61
Figure 28: Résultats d’analyses organoleptiques du beurre industriel en pourcentage.....	61
Figure 29: Les préférences des consommateurs en pourcentage.....	62

Résumé

Ce travail s'intéresse à étudier l'effet de l'alimentation et la durée de conservation sur la qualité du beurre fabriqué traditionnellement. Le beurre a été fabriqué à partir du lait récolté de deux régions (Zemoura et Ain Nouissy). La recherche a été effectuée en utilisant deux facteurs à savoir ; l'alimentation (concentré, fourrage vert) et la durée de conservation à une température de réfrigération de 4°C (J0 à J21). Les analyses biochimiques du beurre ont concerné la matière sèche, l'eau et l'indice de saponification, ainsi que l'évolution de l'indice de peroxyde, indice d'acide et le degré de peroxydation lipidique (TBARS), aussi des analyses physicochimique et microbiologique du lait récolté ont été réalisées pour constater l'état du lait.

Le facteur système d'alimentation est la durée de conservation présente un effet hautement significatif ($P < 0.01$) sur l'évolution des indices (peroxyde, acides, saponification) et l'oxydation lipidique (TBARS) du beurre au cours de la période de stockage du produit. D'après les résultats on constate une évolution de la peroxydation du beurre de deux régions du J0 à J21 avec (7.33 μg à 29.3 μg) pour la région de Zemoura et une augmentation de (14.65 μg à 29.96 μg) pour la région d'Ain Nouissy. Ainsi, on remarque une augmentation de l'indice d'acide de (0.88mg à 1.12) dans le beurre issu d'une alimentation à base de concentré (Zemoura) et de (0.68mg à 1.07mg) pour le beurre issu d'une alimentation à base de concentré et de fourrage vert (Ain Nouissy), d'où l'on observe une évolution d'une lipolyse (TBARS) de 7 fois pour le beurre des deux régions.

Concernant l'indice de saponification du beurre, les résultats obtenus ont permis de déduire que l'alimentation influe sur la saponification dont la teneur est plus élevée dans le beurre de la région d'Ain Nouissy et qui sont de 64.51mg/g, sachant que la teneur de l'indice de saponification pour le beurre de la région de Zemoura représente 35.05mg/g.

Une teneur élevée en composés phénoliques totaux a été enregistrée dans l'extrait méthanolique du concentré soit (39.11 mg EAO/g MS) contre (31.90 mg EAO/g MS) pour l'extrait du fourrage vert. D'après le test de DPPH, les résultats obtenus ont montré que l'extrait du concentré présente une meilleure activité anti radicalaire inhibitrice de DPPH* avec la plus faible IC50 (18,04mg/ml) suivi de l'extrait de fourrage vert dont l'activité anti radicalaire inhibitrice de DPPH* est IC50 (18.53mg/ml).

Concernant l'analyse sensorielle du beurre on constate que le beurre de la région de Zemoura présente une couleur blanche et une odeur et un goût agréable sachant que le beurre de la région d'Ain Nouissy présente une couleur jaune et une odeur et un goût de rance.

Mots clés : beurre, conservation, système d'alimentation, peroxydation, l'analyse sensorielle.

Abstract

This work is interested in studying the effect of diet and lasting conservation of the quality of butter manufactured traditionally. The butter was made from the milk collected from two region (Zemoura and Aïn Nouïssy) . The research was carried out using two factors namely; food (concentrate, green fodder) and conservation of hard has a refrigeration temperature of 4 ° C (D0 to D21). Biochemical analyzes of the butter concerned the dry matter, water and saponification , as well as the evolution of the peroxide value , acid value and the degree of lipid peroxidation (TBARS) , also analyzes physicochemical and microbiological milk have harvested was conducted to ascertain the state of the milk.

The diet factor and conservation is a highly significant effect ($P < 0.01$) on the indices (peroxide , acid saponification) and lipid oxidation (TBARS) of butter during the period storage of the product. The results show an evolution of peroxidation of the butter in two areas of D0 to D21 with (7.33 μg to 29.3 μg) for the region Zemoura and increased (14.65 μg to 29.96 μg) to the region of Aïn Nouïssy . Thus , we see an increase in acid value (0.88mg to 1.12) in the butter from a concentrate -based diet (Zemoura) and (0.68mg to 1.07mg) for butter coming from a feed from concentrate and green fodder (Aïn Nouïssy) , hence the evolution we observe a lipolysis (TBARS) 7 times for butter in both regions.

Regarding the butter saponification , the results allowed to infer that diet influences the saponification , the content is higher in the butter of the region Aïn Nouïssy and which are 64.51mg / g , knowing that the content of the saponification value for butter of Zemoura region is 35.05mg / g.

A high content of total phenolics was recorded in the methanol extract is concentrated (39.11 mg OCT / g MS) against (31.90 mg OCT / g MS) for the extract of green fodder. According to the DPPH test , the results showed that the extract of the concentrate has a better inhibitory anti -radical activity of DPPH with the lowest IC50 (18,04mg / ml) followed by green fodder which extract inhibitory anti -radical activity of DPPH is IC50 (18.53mg / ml).

Regarding sensory analysis shows that the butter of Zemoura has a white color and smell and taste nice knowing that the butter of the region Aïn Nouïssy has a yellow color and smell and taste rancid.

Keywords: butter, conservation, power system, saponification, peroxidation, sensory analysis

Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	
Introduction	1
Chapitre I : Généralités sur le lait cru	
I. Définition	3
I.1 Définition générale du lait	3
I.2 Autres définition du lait	3
II. Composition du lait	3
II.1 Composition physique et chimique du lait cru	3
II.1.1 Eau	4
II.1.2 Glucide.....	4
II.1.3. Matière grasse.....	4
II.1.4 Matières azotés	7
II.1.5 Matière minérale.....	8
II.1.6 Enzymes.....	9
II.1.7 Vitamines.....	10
III. Facteurs de variation de la composition du lait.....	10
III.1 facteur génétique	11
III.1.1 Variation génétique entre individus	11
III.1.2 Variabilité génétique des différents index.....	11
III.2 Influence de stade de lactation	11
III.3 Effet de l'alimentation et de la saison	11
III.3.1 Facteurs alimentaires.....	11
III.3.2 Facteurs saisonniers et climatiques	12
IV. Caractéristiques physico-chimiques du lait.....	13
IV.1 Les éléments physiques.....	13
IV.1.1 La densité	13
IV.1.2 la viscosité.....	14
IV.1.3 Point de congélation.....	14
IV.1.4 L'extrait sec.....	14
IV.2 Les éléments chimiques	14

IV.2.1	pH du lait.....	14
IV.2.2	Le degré d'acidité.....	14
IV.2.3	Taux de matière grasse.....	14
IV.2.4	L'état de l'eau	14
V.	Microflore du lait	15
V.1	Flore originale	15
V.2	Flore pathogènes.....	15
V.3	Flore psychotrope	15
Chapitre II: Généralités sur le beurre		
I.	Beurre.....	17
I.1	Définition	17
I.2	Structure du beurre.....	19
I.3	Fabrication traditionnelle du beurre en Algérie	20
I.4	Procédé de fabrication technologique du beurre standard	20
I.4.1	Préparation de la crème.....	20
I.4.2	Maturation de la crème	21
I.4.3	Transformation de la crème en beurre	24
I.4.4	Transport et stockage intermédiaire du beurre.....	25
I.4.5	Conditionnement du beurre.....	25
I.5	Types du beurre.....	25
I.5.1	Beurre fermier	25
I.5.2	Beurre cru ou de crème crue	26
I.5.3	Beurres concentrés	26
I.5.4	Beurre allégé	26
I.5.5	Demi-beurre	26
I.5.6	Spécialités laitières à tartiner	26
I.5.7	Beurre fin	26
I.5.8	Beurre extra.....	26
I.5.9	Pâtes à tartiner à teneurs en lipides réduites	26
Chapitre III: matériels et méthodes		
I.	L'objectif.....	27
II.	Lieu du travail.....	27
III.	Echantillonnage	27
IV.	Analyse et contrôle de lait cru.....	29
IV.1	Analyses physicochimiques	30

IV.1.1 Appareillage, produits chimique et réactifs utilisés	30
IV.2 Méthode d'analyse	30
IV.2.1 Mesure de la température du lait	30
IV.2.2 Mesure du pH.....	30
IV.2.3 Mesure de l'acidité.....	30
V. Analyse bactériologique	31
V.1 Appareillage et produit chimique et réactifs utilisés	31
V.1.1 Appareillage	31
V.1.2 Produit chimique et réactifs.....	31
V.2 Méthode d'analyses.....	31
V.2.1 Recherche des bactéries pathogènes.....	32
VI. Fabrication traditionnelle du beurre et analyses physicochimiques.....	33
VI.1 Fabrication du beurre traditionnel.....	33
VI.2 Analyse physicochimique du beurre	34
VI.2.1 Appareillage, produits chimique et réactifs utilisés	34
VI.2.2 Dosage de la matière sèche	34
VI.2.3 Dosage de la matière minérale	34
VI.2.4 Détermination des lipides totaux.....	34
VI.2.5 Estimation du degré d'oxydation des lipides	35
VI.2.6 Indice de peroxyde	36
VI.2.7 Indice acide	36
VI.2.8 Indice de saponification	37
VI.3 Analyse sensorielle	37
VII. Analyse des régimes alimentaires.....	38
VII.1 Dosage des polyphénols totaux	38
VII.2 Activité anti radicalaire.....	38
VIII. Analyse statistique.....	39
Résultats et Discussion	
I. Résultats d'analyse des régimes alimentaires	40
I.1 Détermination des composés phénoliques	40
I.2 Activité anti radicalaire.....	40
I.3 matières grasse	41
I.4 Degré de peroxydation lipidique des régimes alimentaires	42
II. Résultats d'analyse microbiologique du lait.....	43
II.1 Flore mésophile aérobie totale.....	43

II.2 Coliforme fécaux	44
II.3 Staphylocoque	44
II.4 Clostridium Sulfito-réducteurs	45
III. Caractérisation physico –chimique	46
III.1 Analyse physico-chimique du lait	46
III.1.1 Le pH.....	46
III.1.2 Acidité	47
III.1.3 Extrait sec total.....	48
III.1.4 Matières minérales.....	49
III.1.5 Matière grasse.....	49
III.2 Analyse physico-chimique du beurre de lait de vache	50
III.2.1 Matière sèche.....	50
III.2.2 Eau.....	51
III.2.3 Indice de saponification	52
III.2.4 Indice de peroxyde	53
III.2.5 Indice d'acide	56
III.2.6 Degré de peroxydation lipidique du beurre.....	58
IV. Résultats d'analyses organoleptiques du beurre	60
V. Discussion	63
V.1 Influence de système alimentation sur les paramètres de lait cru	63
V.2 Influence des systèmes alimentaire et la duré de conservation sur les paramètres du beurre traditionnel	64
V.3 Influence de système alimentation sur les paramètres organoleptique du beurre	65
Conclusion.....	66
Références bibliographiques	67

Introduction

L'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb, avec près de 3 milliard de litre par an (**Kirat, 2007**). Ce produit occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des Algériens, apportant la plus grande part de protéines d'origine animale. Le lait est ainsi un acteur clé dans l'industrie agroalimentaire en Algérie.

Les caractéristiques qualitatives du lait dépendent de nombreux facteurs d'amont liés aux animaux (caractéristiques génétiques et physiologiques) et à leur conduite, en particulier alimentaire.

Ces facteurs d'amont sont de plus en plus au centre des préoccupations des consommateurs qui s'interrogent en particulier sur l'alimentation offerte aux animaux. Parmi ces facteurs, l'alimentation à base d'herbe tient une place particulière, d'une part, parce qu'elle constitue l'une des bases de la liaison des produits à leur terroir d'origine (**GRAPPIN et COULON, 1996**) et, d'autre part, parce qu'elle pourrait conférer aux produits laitiers des caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques particulières ; elle jouit par ailleurs d'une image positive dont certaines filières qui voudraient en profiter.

L'alimentation rationnelle des vaches laitières exècrent une influence importante sur la production qualitative du lait destiné à des utilisations industrielles.

Depuis quelques années, plusieurs programmes spécifiques ont été mis en œuvre pour préciser ces relations. Ils montrent que l'alimentation des animaux est un moyen rapide, efficace et réversible pour moduler dans un sens bénéfique à la fois les qualités organoleptiques et nutritionnelles des produits laitiers.

Pendant longtemps, l'utilisation de la matière grasse butyrique est restée limitée à la fabrication de la crème, du beurre et de quelques produits dérivés. Vers le milieu du XXe siècle, sous l'évolution des besoins, des techniques et des réglementations, de nouveaux produits sont apparus : huile de beurre, beurre allégé, spécialités à tartiner additionnées ou non de matière grasse d'origine non laitière (**FAO, 1995**).

Le beurre artisanal est un produit laitier Algérien, fabriqué à partir du lait cru entier par des méthodes traditionnelles. La fermentation du lait cru aboutit à la formation d'un lait caillé appelé *Rayeb* qui est baratté jusqu'à la séparation des grains de beurre.

La qualité du beurre dépend d'un grand nombre de facteurs, liés à la fois à la technologie des fabrications et aux caractéristique chimique est microbiologique de la matière premiers mise en œuvre.

Ce produit est un aliment énergétique, fragile, et altérable par la chaleur, ou par d'autres facteurs capables de nuire à sa qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique. Donc, il est primordial d'assurer sa conservation dans les meilleures conditions possibles.

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet de l'alimentation des vaches laitières sur la qualité du lait et du beurre fabriqué traditionnellement, ainsi que le suivi de ces qualités au cours de la conservation du beurre.

Le mémoire est structuré en trois principales parties, en plus de l'introduction et de la conclusion générale.

- ✓ La première partie est consacrée à l'étude bibliographique :
 - Des rappels concernant le lait, caractéristique physicochimique et microbiologique, les facteurs qui influencent la qualité du lait, le beurre et son processus de fabrication
- ✓ La deuxième partie expérimentale comporte :
 - Evaluation de l'effet de l'alimentation sur la variation des qualités nutritionnelles et microbiologiques du lait.
 - Effet de la durée de conservation sur la qualité nutritionnelle, organoleptique du beurre et sur l'oxydation lipidique
- ✓ La troisième partie regroupe les principaux résultats obtenus et leurs discussions.

Définition

I.1 Définition générale du lait

Le lait est un aliment nutritif pour les êtres humains, indispensable pour le nouveau né comme il s'avère très bénéfique pour l'adulte il constitue un milieu propice pour la croissance de nombreux micro-organismes, en particulier les bactéries pathogènes (**Chye et al, 2004**). Le lait, sans indication de l'espèce animale de provenance, correspond au lait de vache (**Larpen et al, 1997**). Le lait apparaît comme un liquide opaque, blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon sa teneur en carotènes et en matière grasse, il a une odeur peu marquée mais reconnaissable (**Cniel, 2006**).

I.2 Autres définition du lait

Le lait était défini en 1908 ; au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant

Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir le colostrum » (**Alais, 1975**).

Le codex alimentarius, 1999, le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieurs.

Selon **Défores et al (1999)**, le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes.

Composition du lait

Franworth et Mainville (2010) évoquent que le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes. Les laits sont les seuls aliments naturels complets qui existent, chacun d'eux étant adapté à la race qu'il permet de développer (**Mittaine, 1980**).

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

II.1 Composition physique et chimique du lait cru

La composition du lait varie en fonction de l'espèce productrice et de son alimentation, mais aussi en fonction de la saison et du stade de lactation.

Le lait est un substrat très riche, fournissant à l'homme et aux jeunes mammifères un aliment presque complet (**Larpent, 1997**). Il contient une forte proportion d'eau environ 87%. Le lait reste est représenté par l'extrait sec (environ 130g par litre).

Les principaux constituants de cet extrait sec sont présentés dans le **Tableau 1** : (**Laprent, 1997**). Le lait contient également des anticorps, des hormones et peut parfois contenir des résidus d'antibiotiques (**Vilan, 2010**)

Tableau 1 : Composition du lait de divers mammifères (Jensen, 1995).

Espèce	Total de protéine (%)	Caséine (%)	Protéine lactosériques (g)	Matière grasse (g)	Lactose (%)	Cendre (%)
Vache	3.5	2.8	0.7	3.7	4.9	0.72
Chèvre	3.6	2.7	0.9	4	5.1	0.82
Brebis	5.5	4.9	0.9	6.4	4.7	0.92
Chamelle	3.5	-	-	3.4	4.8	0.71
Femme	1.2	0.5	0.5	3.8	7.2	0.2

II.1.1 Eau

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

II.1.2 Glucide

Les glucides sont essentiellement représentés dans le lait par le lactose (la proportion des autres glucides étant très faible). Cependant, le lait contient deux type de glucides : libre et dialysables (oligoholosides) et les glucides combinés en glycoprotéines et non dialysables (**Walstra, 1978**). On distingue selon un classement basé sur leur polarité électrique :

- Les glucides neutres : lactose, glucose, galactose ;
- Glucides azotés : glucosamine N-acétylée et galactosamine N-acétylée ;
- Glucides acides toujours liés aux glucides neutres ou azotés : acide sialique.

La teneur en lactose dans le lait de vache varie de 4.8 à 5% et représente 97% des glucides totaux (**Jeantet et al, 2008**).

II.1.3. Matière grasse

La teneur en matières grasse du lait est appelée taux butyreux(TB) (**FAO ,1998**). **Jeantet et coll (2008)** rapportent que la matière grasse est représentée dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1à10µm et est essentiellement constitué de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés.

Elle renferme :

- Une très grande variété d'acides gras ;
- Une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes ;
- Une teneur élevée en acide oléique (C18 :1) et palmitique (C16 :0) ;
- Une teneur moyenne en acide stéarique (C18 :0) ;

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés. Le lait de vache est pauvre en acides gras essentiels (acide linoléique C18 :2 et acide linoléique C18 :3) par rapport au lait de ferme (1.6% contre 8.5% en moyenne) (**Jeantet et coll (2008)**). La matière grasse du lait est produite principalement à partir des acides gras volatils (acide acétique et butyrique). Le premier est formé principalement à partir des glucides pariétaux des fourrages (cellulose) et le second à partir des glucides rapidement fermentescibles (sucre de betterave). Une partie de matière grasse du lait provient de la mobilisation des réserves lipidiques de la vache (jusqu'à 60 kg). Sous certaines conditions, des graisses alimentaires peuvent également contribuer à la formation de la matière grasse du lait (**Stoll, 2003**).

Tableau 2 : Constituants lipidiques du lait de vache (g/100g de matière grasse) (FAO, 1998).

Constituants lipidiques	Proportions
TG	96-98
Glycérides	0.3-1.6
Mono glycérides	0.0-0.1
Phospholipides	0.2-1.0
Stérols	0.2-0.4
AG libres	0.1-0.4
Esters de cholestérol	Traces
Vitamines	0.1-0.2
Cérébrosides	0.0-0.8

De tous les composants du lait de vache, les lipides sont ceux qui, quantitativement et qualitativement, varient le plus. Les taux moyens précisés dans la littérature (35g/litre) peuvent être retenus en pratique industrielle lorsque le lait est un mélange provenant de plusieurs animaux.

L'origine des acides gras du lait est double (**FAO, 1998**) :

- Les acides gras dont la chaîne carbonée contient de 4 à 12 atomes de carbone sont synthétisés par la mamelle à partir de précurseurs sanguins : l'acétate et le butyrate d'origine ruminale. Ces acides gras sont nettement plus abondants dans le lait des ruminants que dans le lait des monogastriques.

- Les acides gras dont la chaîne carbonée contient 18 et plus atomes de carbone sont directement prélevés dans le plasma sanguin. Ils proviennent de l'alimentation, des réserves adipeuses ou d'une synthèse dans d'autres tissus que la mamelle.
- Les acides gras à 14 et 16 atomes de carbone proviennent soit d'une synthèse de *novo* par la mamelle soit d'un prélèvement dans le flux sanguin.

Tableau 3 : Composition du lait en acides gras (Gerard, 2001).

Acide gras	Fraction (%)
Acide myristique C14	11
Acide palmitique C16	26
Acide stéarique C18	10
Acide oléique C18 :1	20
Acide gras à courtes chaîne (butyrique C4, caproïque C6, caprylique C8, caprique C10)	11
Autres	22

II.1.3.1 Variation de la teneur en matière grasse (variation du TB)

Pour le lait de vache, le taux butyreux se situe en moyenne entre 35 à 45g/L.

Le TB varie :

- En fonction de la race et la génétique de la vache. Par exemple, le lait des vaches Normandes est plus riche que le lait des Prim Holstien. Le lait des vaches de race Jersiaise est très riche en matières grasses.
- En fonction du stade de lactation. Au cours d'une lactation, le taux butyreux varie en sens inverse de la quantité journalière de lait, et c'est au pic de lactation que le taux butyreux est plus faible.
- Au cours de la traite, c'est pourquoi la définition légale du lait précise que le lait est le produit de la traite intégrale
- En fonction de la photopériode. Le taux butyreux est plus faible en été lors des jours les plus longs.
- Et enfin en fonction de l'alimentation, tous les facteurs alimentaires qui peuvent conduire à une acidose ruminale (excès d'amidon, cellulose brute (<17%), défaut de fibrosité, défaut de transition alimentaire) peuvent provoquer une chute de taux butyreux, les aliments riches en sucres simples (betterave, mélasse, lactosérum, et dans une moindre mesure l'ensilage de maïs), s'ils ne sont pas distribués en excès

(ce qui provoquerait une acidose) augmentant la production ruminale de butyrate, ce qui est très favorable à de bons TB.

II.1.4 Matières azotées

D'après **Paccalin et Galantier (1986)**, on distingue deux types de matières azotées dans le lait : les protéines à 95% et les matières azotées non protéiques à 5%.

II.1.4.1 Les protéines lactières

a- La caséine

Elles ont une teneur de 27g/L, et se présentent sous forme micellaire de phospho-caséinates de calcium et sont facilement dégradées par toutes enzymes protéolytiques.

b- Les protéines solubles du lactosérum

Elles se répartissent entre :

- **Les albumines**
 - β - lactoglobuline : 3g
 - lactalbumine : 1g
 - sérumalbumine : 0.4
- **les globulines**
 - immunoglobuline : 0.7g
 - lactotransferrine : 0.3g
- **les enzymes**
 - lipase
 - protéase
 - phosphatase alcaline
 - xanthine-oxydase
 - lactopéroxydase

II.1.4.2 Azote non protéique

Il représente en moyenne 5% de l'azote du lait du lait et se présente sous forme de : urée, créatine, créatinine, ammoniacque, acides aminés libres, vitamines, nucléotides.

II.1.4.3 Variation de la teneur en matière protéique (TP)

Le taux protéique varie essentiellement :

- En fonction de la race
- En fonction de la génétique
- En fonction de la photopériode, le taux est plus faible en été lors des jours longs.
- En fonction de l'alimentation, le principal facteur alimentaire est l'apport d'énergie. Si les besoins énergétiques de l'animal ne sont pas couverts, il ya une diminution de taux protéique en plus d'une chute de la production laitière dans toutes les espèces. Chez la vache laitière, si la ration est riche en énergie, la synthèse protéique est stimulée. Par contre, un excès de protéines alimentaires n'augmente pas le taux protéique mais augmente le taux d'azote non protéique en particulier le taux d'urée. Le taux d'urée du lait est identique à celui du sang de la vache et peut être utilisé

comme un indicateur d'une surnutrition ou sous-nutrition protéique (**Gérard, 2001**). Chez les vaches laitières très hautes productrices, l'apport d'acides aminés limitant (lysine, méthionine) protégés des dégradations ruminale peut permettre une augmentation modérée du taux protéique (environ 1g/Kg).

II.1.5 Matière minérale

La matière minérale du lait (7g à 7.5g/l) est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique. Les minéraux sont présents, soit en solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble ou colloïdale. Certains minéraux se trouvent exclusivement à l'état dissous sous forme d'ions (sodium, potassium et chlore) et sont particulièrement bio disponibles. Les ions de calcium, phosphore, magnésium et soufre existent dans les deux fractions (**Mathieu, 1998**). Il existe un équilibre entre les formes soluble et colloïdale, d'une part, et entre les formes ionisées et non dissociées d'autre part. Cet état est précaire parce qu'il est sensible à divers facteurs, notamment au pH, à la température, et la concentration ou à l'addition de calcium. Toute altération de ces équilibres modifie la stabilité du lait, notamment les propriétés de la caséine native. En raison de la présence concomitante de lactose et phosphopeptide (produits d'hydrolyse de la caséine), les minéraux sont, de tous les éléments du lait, ceux qui sont les mieux absorbés et retenus. A cet égard, le rapport calcium/phosphore du lait de vache (voisin de 1.2), bien qu'inférieur à celui du lait maternel (voisin de 2.2), est de loin supérieur à celui des autres denrées alimentaires, faisant du lait une excellente source de calcium et un bon correctif des rations pauvres en calcium (**FAO, 1995**).

Tableau 4 : Oligoéléments indispensables du lait de vache (en µg/l) (Gueguen, 1961).

	Moyenne	Marge de variation
Zinc	3800	2000-6000
Fer	460	200-600
Cuivre	150	50-220
Fluor	120	50-300
Iode	80	50-200
Molybdène	50	20-80
Manganèse	30	20-60
Sélénium	30	10-60
Chrome	15	10-20
Silicium	2500	500-4000
Bore	300	200-1000
Etain	170	-
Vanadium	100	10-300
Arsenic	40	20-60
Nickel	25	4-60
Cobalt	0.8	0.5-10.0

II.1.6 Enzymes

Ce sont des substances organiques de nature protéique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimique. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs (**Blanc, 1982**). Une grande partie se trouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : la distinction entre les éléments natifs et éléments extérieurs n'est pas facile.

Ces enzymes peuvent jouer un rôle très important en fonction de leurs propriétés (**Got, 1997 et Lindon, 1987**)

- Lyse des constituants du lait ayant des conséquences importantes sur le plan technologique et organoleptique du lait (lipase, protéase).
- Rôle antibactérien, elles apportent une protection du lait (lactopéroxydase et lysozyme ;
- Indicateurs de qualité hygiénique (certaines enzymes sont produites par des bactéries et des leucocytes), de traitement thermique (phosphatase alcalin, peroxydase, acétyl estérase) et d'espèces (test de la xanthine-oxydase pour le lait de vache dans le lait de chèvre).

II.1.7 Vitamines

Selon **Vignola (2002)**, les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser (Tableau5). On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamines de groupe B et vitamines C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (**Jeantet et coll (2008)**).

Tableau 5 : Composition vitaminique moyenne du lait cru (**Aminot et coll, 2002**).

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamines liposolubles	
Vitamine A (+carotène)	40µg/100ml
Vitamine D2	4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
Vitamines hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B1	175µg/100ml
Vitamine B1	50µg/100ml
Vitamine B1	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H	3.5µg/100ml

Facteurs de variation de la composition du lait

La composition de lait est variable : elle dépend bien entendu du génotype de la femelle laitière (race, espèce) mais l'âge, la saison, le stade de lactation, l'alimentation sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur le lait.

Certains des ces facteurs peuvent être contrôlés et utilisés pour améliorer la rentabilité laitière d'un animal, tandis qu'on ne peut pas agir sur d'autres (**Bouvier, 1993**).

III.1 facteur génétique

III.1.1 Variation génétique entre individus

Il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et les conditions d'élevage (**Delabre, 1994**). Généralement, les races les plus laitières présentent un taux plus faible de matières grasses et protéique, qui conduit le choix d'une race produisant un lait de composition élevée ; ainsi il ne faut pas négliger la variabilité génétique intra-race d'un taux élevé qui montre que la sélection peut apporter un progrès (**Andelot, 1983**).

III.1.2 Variabilité génétique des différents index

On distingue les variables de quantité (lait, MG, MP) des variables à la composition du lait (TP, TB) qui possèdent une héritabilité différente (respectivement 0.25 et 0.5). On constate que les variables de quantité sont fortement corrélées : la sélection d'une des variables de quantité aura un effet indirect sur une autre des ces variables, la corrélation entre TB et TP est beaucoup plus faible, la corrélation entre les quantités de matière et le taux est également faible, la quantité de lait produite réduit la richesse du lait, alors que la sélection sur les quantités de matières permet de maintenir les taux à un niveau génétique plus constant voire d'améliorer le TB (**Lebras, 1991**).

III.2 Influence de stade de lactation

La teneur du lait en matière grasse et protéique évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elevées en début de lactation (période claustrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2^{ème} mois de lactation ; après un palier de 15 à 140 jours, les taux croissent plus rapidement dans les trois dernier mois de lactation (**Charron, 1986**).

III.3 Effet de l'alimentation et de la saison

III.3.1 Facteurs alimentaires

Les facteurs alimentaires jouent un rôle prédominant (**Coulon et Rémond, 1991**), Contrairement à la plupart des autres facteurs, ils agissent à court terme et peuvent faire varier les taux butyreux et protéique de manière indépendante. La production ainsi que la composition chimique du lait peuvent varier selon la nature d'aliment (fourrage ou concentré), son mode de distribution, son aspect physique (grossier ou finement haché), son niveau d'apport en l'azote et en l'énergie...etc. Une réduction courte du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique. Mais la mobilisation des graisses corporelles (**Lebras, 1991**) entraîne une augmentation très importante du TB associés à une modification de la composition en matière grasse (augmentation de la part des acides gras à chaînes longues). Avec un apport de fourrage à volonté, un niveau d'apports azotés conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'ANP et des caséines.

L'addition de la matière grasse dans la ration induit le plus souvent une baisse du TB. Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en AG de la matière grasse du lait.

III.3.2 Facteurs saisonniers et climatiques

III.3.2.1 effet de la saison

Les effets inéluctables de la saison sur la variation de la production et la composition du lait sont étudiés par de nombreux auteurs (Peters et al, 1981 ; Tucker, 1985 ; Bocquier, 1985 ; Stanisiewski et al, 1985 et Phillips et Schofield, 1989) rapportés par Coulon et al (1991). La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour. La plupart des travaux ont, en effet, montré qu'une durée d'éclairement expérimentale longue (15 à 16 h par jour), augmentait la production laitière et diminuait parfois la richesse du lait en matières utiles.

Ces accroissements de production laitière sont associés à une augmentation des quantités ingérées (de l'ordre de 1 à 1,5 kg MS/j) selon Peters et al (1981) et Phillips et Schofield (1989). Par ailleurs, la modification des équilibres hormonaux (augmentation de la prolactinémie notamment) pourrait entraîner une dilution des matières secrétées et donc une diminution des taux butyreux et protéiques (Bocquier 1985, Tucker 1985).

Il est difficile d'isoler l'effet de la saison de celui du stade de lactation (Jarrige et Journet 1959 ; Lampo et al 1966 ; Spike et Freeman 1967). Ces auteurs ont noté que le lait au cours de la saison a différé selon que les animaux étaient en début (3 premiers mois, 4454 données mensuelles, milieu 4ème à 7ème mois, 5408 données) ou en fin de lactation (au 10ème mois, 3826 données). Pour Agabriel et al (1990), le mois d'août apparaît très défavorable pour les vaches en début de la lactation (- 5,9 kg/j de lait et - 2,0 g/kg de taux butyreux par rapport aux mois de mai à juillet).

Ces auteurs rajoutent qu'au stade de lactation constant, les taux protéiques les plus faibles sont observés du mois de février au mois de juillet, mais les productions laitières sont les plus élevées à cette période. Les écarts entre les mois extrêmes sont d'autre part plus importants pour les animaux en fin de lactation que pour ceux en début de lactation. Agabriel et al (1990) rajoutent, malgré l'effet défavorable de la saison sur les taux de matières utiles en fin d'hiver et au printemps. Cette période reste, cependant, celle où la production de matières utiles est la plus élevée, supérieure d'environ 10 % aux quantités produites à l'automne.

III.3.2.2 effet du climat

La température, les radiations solaires, l'humidité relative, le vent..., sont les facteurs climatiques qui agissent par leurs interactions considérables sur les performances de l'élevage. L'unanimité d'un ensemble d'auteurs sur l'effet des températures et particulièrement les plus fortes, sur la production et la composition du lait a été démontrée par leurs nombreux travaux. L'augmentation de la température ambiante (lorsqu'elle se maintient dans la zone de confort thermique des vaches) pourrait avoir un effet propre favorable à la production laitière et défavorable à la richesse du lait, qui s'ajouterait à l'effet de la photopériode (**Bocquier, 1985**) rapport (**Agabriel et al, 1990**).

Deux essais ont été menés sur des vaches laitières Frisonne-Holstein pour étudier l'effet du stress thermique sur la production, la composition du lait et sur l'ingestion de la matière sèche sous un climat méditerranéen. Ces essais ont été réalisés en deux périodes qui diffèrent seulement par leurs valeurs d'index température-humidité (THI) qui sont de $68 \pm 3,75$ et $78 \pm 3,23$ pour le printemps et l'été, respectivement. Le THI journalier est négativement corrélé à la production laitière ($r = -0,76$) et à l'ingestion ($r = -0,24$). Lorsque la valeur THI est passée de 68 à 78, la production laitière a diminué de 21 % et la matière sèche ingérée de 9,6 % (**Bouraoui2002**).

Ce même auteur rajoute que pour chaque unité d'augmentation du THI au delà de 69 %, la production laitière chute de 0,41 kg par vache par jour. Les teneurs du lait en matières grasses (3,24 et 3,58 %) et en protéines (2,88 et 2,96 %) étaient plus faibles ($P < 0,05$) pendant la période estivale.

Le lait de vache des pays tempérés produit en milieu chaud contient moins de matières grasses, de matières azotées et de lactose. La thermo-tolérance des animaux varie en sens inverse de leur production, les animaux moins productifs sont les plus résistants à la chaleur (**Meyer et Denis, 1999**).

La température idéale pour la production laitière oscille autour de 10 °C. A des températures de 20 à 30 °C, la production laitière diminue respectivement de 5% et 25%, l'ensoleillement a pour effet l'augmentation de la température ambiante d'une marge de 20 °C, cela incommoder d'autant les animaux et leur production diminue (**Dubreuil, 2000**).

Un animal exposé au froid règle sa thermorésistance en consommant davantage d'aliment disponible, sinon, il utilise les nutriments au détriment de la production de lait, voire en épuisant dans ses réserves corporelles, de ce fait, la production laitière diminue avec la diminution de la température tandis que les taux butyreux et protéiques augmentent.

Caractéristiques physico-chimiques du lait

IV.1 Les éléments physiques

IV.1.1 La densité

Pour une même espèce, la densité n'est pas constante. Elle dépend de la richesse du lait en éléments dissouts et suspension ainsi que de la teneur en matière grasse. Elle est également variable en fonction de la température à 25°C (**Tableau 6**). La densité des laits individuels peut prendre des valeurs entre 1.030 et 1.033, elle avoisine 1.032 pour les laits de mélange (**Alais, 1984**).

Si la densité est trop élevée, ceci veut dire que le lait est écrémé (**Laderer, 1986**).

IV.1.2 la viscosité

Le lait peut être considéré comme un liquide newtonien. A 20°C la viscosité est de :

- lait entier : $\eta=2,2 \cdot 10^{-3}$ Pa.s
- lait écrémé : $\eta=1,9 \cdot 10^{-3}$ Pa.s
- Eau = $1,0 \cdot 10^{-3}$ Pa.s

IV.1.3 Point de congélation

Le lait congèle à $-0,555^{\circ}\text{C}$. C'est la caractéristique la plus constante du lait, sa mesure est utilisée pour déceler le mouillage. Si le point de congélation est supérieur à $-0,53^{\circ}\text{C}$, on suspectera l'ajout d'eau.

IV.1.4 L'extrait sec

Encore appelé résidu sec ou matière sèche, désigne les éléments du produit autre que l'eau avec une valeur comprise entre 90 et 120g/L (**Alais, 1984**).

IV.2 Les éléments chimiques

IV.2.1 pH du lait

Un lait normal a un pH compris entre 6.6 et 6.8. Un lait a un pH plus bas à cause soit d'une contamination par une flore acidifiante soit de la présence d'un colostrum.

IV.2.2 Le degré d'acidité

L'acidité titrable, exprimée en degré Dornic ($^{\circ}\text{D}$) (nombre de dL de soude N/9 par litre de lait) est de l'ordre 15°D à 18°D .

IV.2.3 Taux de matière grasse

La matière grasse du lait est figuré dans une fourchette de 3.6% et 4.6% confère au lait entier la moitié de sa valeur énergétique.

IV.2.4 L'état de l'eau

Le lait contient en moyenne $875\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ d'eau cette eau se trouve sous deux états

- L'eau extra micellaire représente 90% de l'eau totale, et contient la quasi-totalité du lactose, sels minéraux solubles, de l'azote soluble etc. Une petite partie de cette eau est liée aux éléments hydrosolubles dont les protéines solubles.
- L'eau intra micellaire représente 10% de l'eau totale, une fraction de cette eau est liée aux caséines et l'autre conserve des propriétés solvants mais les transfère de cette eau dans les opérations de déshydratation et hydratation seraient plus lents.

Tableau 6 : Caractéristique physico-chimique du lait de vache (collection FAO alimentation et nutrition n°28/1998).

Constantes	Moyennes	Valeurs extrêmes
Energie (Kcal/litre)	710	587-876
Densité du lait 20°C	1.031	1.028-1.033
pH à 20°C	6.6	6.6-6.8
Acidité titrable (Dornic)	16	15-17
Point de congélation (°C)	1.6-2.1	-0.52_-0.55
Viscosité du lait à 20°C	1.8	1.6-2.1
Point d'ébullition (°C)	-	100.71_100.15

Microflore du lait

Le lait contient peu de micro-organisme lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml) (**Larpen, 1997**). Le lait dans les cellules du pis est stérile (**Tolle, 1980**), mais la glande mammaire, la peau du pis, le matériel de traite, la litière, la qualité de l'air et les pratiques de l'éleveur sont des sources de contamination (**Menard et al, 2004**). Le lait cru peut être contaminé par différents microorganismes avant, pendant et après la traite et ils peuvent être classés dans les flores suivantes :

V.1 Flore originale

Lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions, le lait contient essentiellement des germes saprophytes du pis et des canaux galactophores (**Tableau 7**) : Microcoques, Streptocoque lactique et lactobacille (**Guiraud, 1998**).

V.2 Flore pathogènes

Elle présente un danger pour le consommateur c'est le cas de : *Mycobacterium bovis*, *M. tuberculosis*, *Bacillus cereus*, et des représentants des genres brucella et Salmonella (**Fukushima et al, 1984 in Bourgeois et al, 1996**).

V.3 Flore psychotrope

Il s'agit essentiellement de : Acinetobacteres, Clostridium, Pseudomonas et Flavobactérium qui se développent à une température de 3 à 7 °C (**Hicks et al, 1985 in Leveau et Bouix, 1993**). *Listeria monocytogenes* capable de ce multiplié à une température comprise entre 0°C et 10°C est qualifiée de ce fait de psychotrophe (**Rosset, 2001**).

Tableau 7 : Flore microbienne du lait (Leyral et Vierling, 2001).

Flore original		Flore de contamination	
Bactéries des canaux galactophores	Bactéries contaminant de lait pendant et après la traite	Bactéries d'origine fécale	Bactéries présent sur l'animal malade
Lactobacille Streptocoque lactique	Pseudomonas Flavobactérieum Entérobactéries Microcoque Corynébactéries Bacillus Streptocoque Faecalis et clostridium	Clostridium Coliforme fécaux Salmonella Yersinia Campylobacter	Staphylococcus aureus Brucella Listeria

I. Beurre

I.1 Définition

Le beurre est un aliment préparé, conformément aux bonnes pratiques industrielles, à partir du lait ou des produits du lait et doit contenir au moins 80% de matière grasse du lait. Il peut également contenir des solides du lait, des cultures bactériennes, du sel et un colorant alimentaire. Conformément au *Codex Alimentarius*, le beurre est un produit gras dérivé exclusivement du lait ou de produits obtenus à partir du lait, principalement, sous forme d'une émulsion du type eau dans l'huile (Paul, 2010).

Il contient de 80 à 81% de matière grasse laitière, 17% d'humidité, 1% de glucides et de protéines, et 1,2 à 1,5% de chlorure de sodium (Kornacki *et al*, 2001).

Tableau 8: Teneurs en éléments nutritifs de 100g de beurre.

Nutriment	Unités	Beurre salé	Beurre non salé
Poids	G	100	100
Humidité	%	15.87	17.94
Energie	Kcal	717	717
Energie	Kj	2999	2999
Protéine	G	0.85	0.85
Matière grasse	G	81.11	81.11
Les acides gras saturés	G	51.368	51.368
Les acides gras mono-insaturés	G	21.021	21.021
Les acides gras polyinsaturés	G	3.043	3.043
Cholestérol	Mg	215	215
Glucide	G	0.06	0.06
Fibre alimentaire	G	0	0
Calcium	Mg	24	24
Fer	Mg	0.02	0.02
Magnésium	Mg	2	2
Phosphore	Mg	24	24
Potassium	Mg	24	24
Sodium	Mg	576	11
Zinc	Mg	0.02	0.09
Cuivre	Mg	0	0.016

Manganèse	Mg	0	0.004
Sélénium	µg	1.0	1.0
Vitamine C	Mg	0	0
Thiamine	Mg	0.005	0.005
Riboflavine	Mg	0.034	0.034
Niacine	Mg	0.042	0.042
Acides pantothénique	Mg	0.110	0.110
Vitamine B6	Mg	0.003	0.003
Acide folique	µg	3	3
Vitamine B12	µg	0.17	0.17
Vitamine A	µg	684	684
Vitamine D	µg	60	60
Vitamine E	Mg	2.32	2.32
Vitamine K	µg	7.0	7.0
Tryptophane	G	0.012	0.012
Thréonine	G	0.038	0.038
Isoleucine	G	0.051	0.051
Leucine	G	0.083	0.083
Lysine	G	0.067	0.067
Méthionine	G	0.021	0.021
Cystéine	G	0.008	0.008
Phénylalanine	G	0.041	0.041
Tyrosine	G	0.041	0.041
Valine	G	0.057	0.057
Arginine	G	0.031	0.031
Histidine	G	0.023	0.023
Alanine	G	0.029	0.029
Acide aspartique	G	0.064	0.064
Acide glutamique	G	0.178	0.178
Glycine	G	0.018	0.018
Proline	G	0.82	0.82
Sérine	G	0.046	0.046

Source : (Chandan et Kilara, 2011)

I.2 Structure du beurre

La matière grasse existe dans le beurre sous deux formes ; matière grasse globulaire et libre. Une partie de la matière grasse sous ces deux formes est à l'état cristallisé et un peu à l'état liquide. La dureté et la consistance du beurre dépendent donc de la proportion et de la composition de ces deux formes de matière grasse. L'incorporation d'air dans le beurre forme des crevasses internes et peut à un certain degré contribuer à la consistance du beurre. En outre, il contient jusqu'à environ 4% (v/v) d'air dissous (Walstra *et al*, 1999).

Le globule gras joue un rôle prépondérant dans la fabrication du beurre, et les caractéristiques physiques et chimiques de la matière grasse du lait varient avec la race, la période de lactation et l'alimentation. Ainsi, en été, la proportion des acides gras insaturés, plus mous, est plus grande qu'en hiver. 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. De plus, certains globules ont une membrane plus ou moins enveloppante et forment ainsi différents types d'agglomérations de globules gras (Paul, 2010). Le diamètre moyen des globules de la matière grasse dans le beurre est d'environ 3,5 à 4,0 μm . Ils sont sphériques, entourés d'une couche biréfringente, constituée par les molécules des matières grasses à point de fusion le plus élevé, orientée radialement par rapport à la surface du globule. La matière grasse libre ne contient ordinairement pas de cristaux de matière grasse visibles au microscope. Les gouttelettes de la phase aqueuse ont un diamètre d'environ 1 à 30 μm . Elles sont généralement sphériques, ne contiennent pas de globules de matière grasse, et n'ont jamais de couche biréfringente.

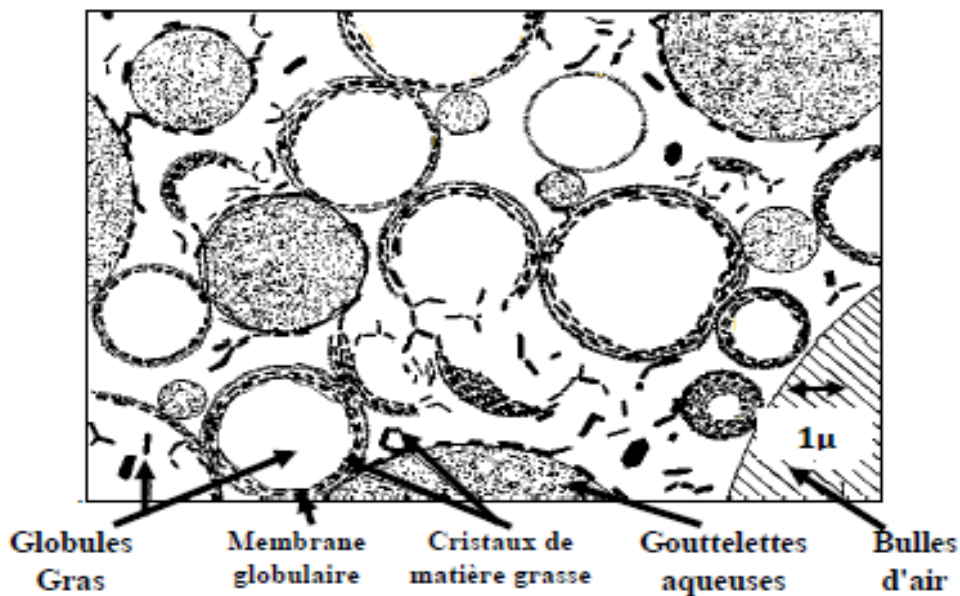


Figure 1 : Microstructure du beurre à température ambiante (Walstra *et al*, 1999).

I.3 Fabrication traditionnelle du beurre en Algérie

Il est reconnu depuis l'antiquité que les femmes des nomades ont joué un rôle très important dans la transformation du lait en produits dérivés traditionnels, notamment le beurre (Le Quellec *et al*, 2006).

Le beurre frais est obtenu après barattage du *Rayeb*. Ce dernier est occasionnellement augmenté d'une quantité d'eau tiède (40-50°C) à la fin du barattage pour favoriser l'agglomération des globules lipidiques et accroître le rendement en beurre. Les globules gras apparaissant en surface, à la suite du barattage, sont séparés par une cuillère perforée. Le beurre frais obtenu présente une consistance molle du fait de la forte concentration en eau (Benkerroum et Tamine, 2004).

Tableau 9 : Caractéristiques physicochimiques de beurre traditionnel algérien.

Paramètres	Unités	Valeurs moyennes
Humidité	%	14.0
NaCl	%	1.5
Lactose	g/100g	1.2
Matières grasse	g/100g	81.0
Protéine	g/100g	3.2
Lipides insaponifiable	g/100g	0.3
Indice acide	mg KOH/g lipide	52.0
Indice peroxyde	mg KOH/g lipide	3.7

Source : (Lahsaoui, 2009)

I.4 Procédé de fabrication technologique du beurre standard

Selon Keogh (2006), La fabrication du beurre comprend cinq étapes principales:

- Concentration de la phase grasse du lait par séparation mécanique ;
- Cristallisation de la phase grasse de la crème par refroidissant ;
- Phase d'inversion de l'émulsion huile dans l'eau de la crème ;
- Elimination du babeurre ;
- Formation d'une émulsion eau-dans-huile.

Le diagramme général de la fabrication industrielle du beurre à 80% en masse de matière grasse par agglomération est représenté dans la figure2 (Boutonnier, 2007).

I.4.1 Préparation de la crème

La crème est standardisée entre 35 et 40% de MG en fabrication traditionnelle et entre 40 et 45% de MG en fabrication continue. Dans le cas des crèmes acides, on procède à une désacidification pour ramener l'acidité du non gras entre 15 et 20°D soit par lavage à l'eau suivi d'un écrémage afin d'éliminer la phase non grasse altérée, soit par addition de neutralisants (Jeantet *et al*, 2008).

I.4.2 Maturation de la crème

La maturation de la crème peut combiner deux processus : d'une part, la maturation physique qui assure une cristallisation dirigée de la matière grasse et d'autre part, une maturation biologique qui assure le développement de l'acidité et de l'arôme (Jeantet *et al*, 2008).

I.4.2.1 Maturation physique

Les propriétés rhéologiques des beurres dépendent fortement des propriétés thermiques et structurales des triglycérides constituant la matière grasse. La maturation physique qui vise à solidifier une partie des triglycérides est une opération incontournable pour obtenir un beurre de qualité optimale et constante malgré le degré de variabilité de la qualité de la crème.

L'application d'un cycle thermique adapté permet de diriger la cristallisation des triglycérides et de corriger ainsi les effets liés à la saison. Par conséquent, le régime de refroidissement pratiqué lors de la maturation physique influence, à la fois, la quantité de matière grasse solidifiée par cristallisation, ainsi que le degré d'agglomération des globules gras. Ce dernier facteur est fondamental car il conditionne l'aptitude de la crème au barattage.

Les globules gras sont dans un état métastable de grande fragilité au niveau de la crème pendant une dizaine de minutes après le refroidissement. Aussi, tout stress mécanique, pendant cette phase, entraîne une libération de matière grasse liquide qui agglomère les globules gras. La crème étant plus visqueuse, l'agitation doit être plus longue et plus énergique (Boutonnier, 2007). Deux paramètres interviennent au cours du refroidissement de la crème :

- **Température de refroidissement**

Plus la température de refroidissement est basse, moins il y aura de matière grasse liquide. Un maintien de la crème à une température de 5°C à 6°C pendant 2 heures a pour avantage de limiter les pertes en matière grasse dans le babeurre à des niveaux de 0,2 à 0,3% (Mahaut *et al*, 2000).

- **Vitesse de refroidissement**

Plus la vitesse de refroidissement est rapide, plus il y aura de matière grasse solide. Il se forme alors de nombreux points de cristallisation conduisant à une multitude de petits cristaux fins et homogènes dans une plage de température de fusion étroite. Quand la vitesse de refroidissement est lente, il se forme des gros cristaux qui conduisant à un beurre plus ferme (Mahaut *et al*, 2000).

I.4.2.2 Maturation biologique

Cette opération se réalise dans le cadre des fabrications traditionnelles ainsi que pour l'obtention de beurres d'appellation d'origine contrôlée (obligation d'une durée minimale de 12 heures entre 9°C et 15°C). Elle consiste à ensemercer la crème avec une préparation de bactéries lactiques à la dose massique de 3 à 5% et à laisser se développer celles-ci pendant une dizaine d'heures afin de développer deux types de fermentations : lactique et aromatique.

La fermentation lactique produit de l'acide lactique qui abaisse le pH de la crème entre 4,70 et 5,80 afin d'améliorer la conservation du beurre. En outre, cette diminution du pH permet en se rapprochant du point isoélectrique des protéines membranaires de faciliter l'agglomération des globules gras, recherchée lors du barattage.

La fermentation aromatique résulte majoritairement du métabolisme des citrates par les bactéries lactiques, Elle conduit à la production d'une molécule très aromatique (goût de noisette du beurre) le diacétyle ou 2-3 butanedione. Même si d'autres composés, soit originels (acides ou deltalactones), soit ceux issus de fermentation (alcools, aldéhydes, cétones, esters, amines, etc.) participent au profil aromatique du beurre, c'est le diacétyle qui joue un rôle prépondérant (**Boutonnier, 2007**).

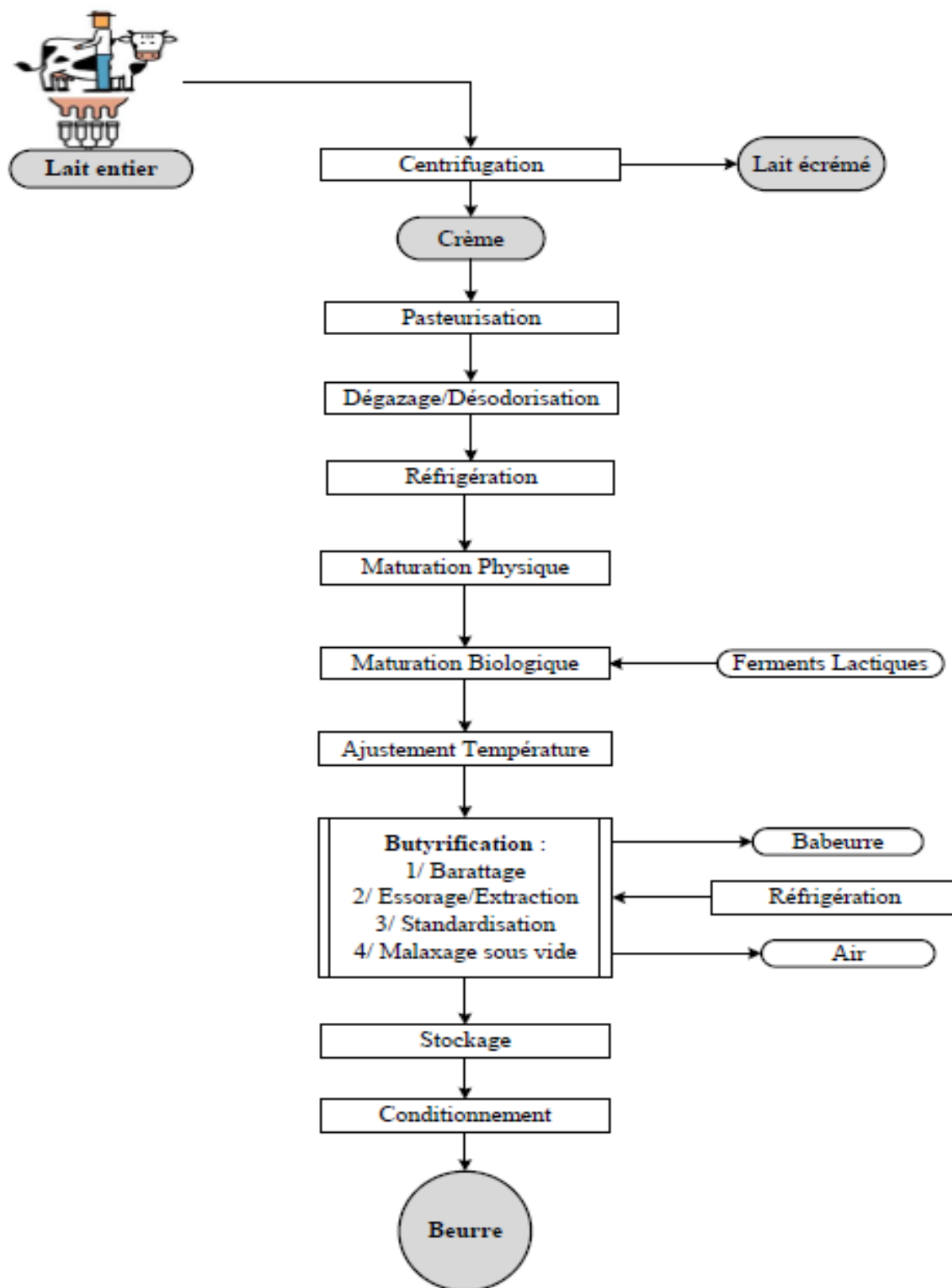


Figure 2 : Étapes de fabrication industrielle du beurre à 80% en masse de matière grasse par agglomération (Boutonnier, 2007).

I.4.3 Transformation de la crème en beurre

I.4.3.1 Inversion de phase

Elle consiste à transformer la crème, émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse en beurre, émulsion de solution aqueuse dans la matière grasse. Au cours de l'opération, il y a agglomération des globules, déstructuration et libération des triglycérides (solides et liquides) suivie d'une expulsion de la fraction non grasse contenue dans la crème de départ, le babeurre ; la matière grasse liquide libérée (glycérides à bas point de fusion) permet d'assurer la liaison intime entre les globules gras qui subsistent et les gouttelettes de (Mahaut *et al*, 2000). Trois procédés peuvent réaliser cette inversion de phases:

- **Procédé par 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. La crème concentrée étant instable en raison du rapprochement des globules gras et de leur déformation, l'inversion de phase s'effectue par le refroidissement à l'entrée du butyrateur et par le frottement mécanique des vis à propulsion ou des agitateurs. On termine la fabrication par un barattage et un malaxage en continu (Angers, 2010).

- **Procédé par émulsion ou 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, 2010).

- **Procédé par agglomération**

C'est le plus répandu dans le monde. Il s'est imposé grâce à sa maîtrise de la qualité du produit fini, sa souplesse d'utilisation et surtout par la productivité des appareils qu'il met en œuvre.

Sous l'effet de l'agitation de la crème et de la formation de mousse fine par des palettes tournant à grande vitesse (2000 tr/min), il se forme très rapidement, en deçà de trois secondes, une agglomération des globules de gras en grains de beurre qui sont transportés vers une section de malaxage, le babeurre étant expulsé de façon continue. La crème traitée est de concentration normale, de 40 à 50% de matière grasse (Angers, 2010).

I.4.3.2 Lavage, salage et malaxage

- **Lavage**

Il permet de refroidir et de resserrer le grain, de diluer les gouttelettes de babeurre par de l'eau afin de limiter le développement microbien. En général, on ne peut pas descendre en dessous de 0,5 à 1% de non-gras (Jeantet *et al*, 2008).

- **Salage**

Le sel contribue à rehausser la saveur et à prolonger la conservation du beurre. Ses propriétés antiseptiques permettent d'y restreindre la croissance microbienne et de prévenir certains défauts. Le sel incorporé au beurre doit être chimiquement pur, extra fin, rapidement et complètement soluble (Angers, 2010).

- **Malaxage**

Le malaxage est le traitement visant à disperser uniformément l'air, l'eau, le sel et composés aromatiques dans la masse butyrique, à poursuivre l'expulsion du gras liquide et des cristaux dans les globules gras endommagés par l'opération de barattage, et à mélanger intimement les grains de beurre pour obtenir un produit fini de consistance et de texture désirables. Il permet également la soudure des grains de beurre et la pulvérisation de la phase aqueuse en fines gouttelettes de diamètre moyen inférieur à 5µm au sein de la matière grasse. Lorsqu'il est correctement réalisé, il permet d'obtenir de l'ordre de 1010 gouttelettes de non gras par gramme de beurre. De façon générale, il recommande de poursuivre le malaxage jusqu'à l'absence de gouttelettes d'eau visibles à l'intérieur du beurre et jusqu'à l'obtention d'une consistance ferme, d'une texture cireuse et d'une apparence lustrée (Angers, 2010).

I.4.4 Transport et stockage intermédiaire du beurre

Le beurre est ensuite stocké de manière temporaire avant le conditionnement dans des tanks silos qui sont directement reliés au butyrateur (Boutonnier, 2007).

I.4.5 Conditionnement du beurre

L'emballage du beurre sert à préserver le produit des détériorations chimiques et microbiologiques et à le protéger des chocs mécaniques (Angers, 2010). Les matériaux utilisés sont les papiers, l'aluminium et certains plastiques thermoformés : ils doivent présenter une bonne étanchéité, une protection contre la lumière, l'oxygène et les odeurs de l'environnement (Jeantet *et al*, 2008).

Le conditionnement du beurre est variable selon les exigences du commerce (Angers, 2010):

- Les grands formats, en contenants cubiques, servent pour le commerce de gros et pour le stockage de longue durée ;
- Les petits formats destinés au marché de détail se présentent généralement sous forme de pain.

I.5 Types du beurre

Il existe différentes qualités du beurre selon les lieux et les processus de fabrication:

I.5.1 Beurre fermier

Le beurre fermier est un produit laitier traditionnel fabriqué dans les fermes avec des crèmes crues et différentes méthodes, il s'altère rapidement (Apfelbaum *et al*, 2009).

I.5.2 Beurre cru ou de crème crue

Le lait utilisé n'a subi 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, 2005**).

I.5.3 Beurres concentrés

Il existe deux types :

- 1) Beurre concentré destiné à la consommation directe : il est pasteurisé, déshydraté et contient au moins 96% de matières grasses d'origine laitière. Ce produit est commercialisé sous le nom « beurre de cuisine » et est plus stable au cours du stockage car quasiment toute l'eau et la matière non grasse ont été éliminées.
- 2) Beurre concentré destiné à l'industrie : c'est aussi un beurre déshydraté pasteurisé mais qui contient au moins 99,8% de matières grasses d'origine laitière. Il ne doit pas contenir d'additifs neutralisants tels que les antioxydants ou de conservateurs et est commercialisé sous le nom de « beurre pâtissier » (**Fredot, 2005**).

I.5.4 Beurre allégé

C'est un produit émulsionné dont la teneur en matières grasses est comprise entre 41 et 65%. Sa cuisson est rendue possible (**Fredot, 2005**).

I.5.5 Demi-beurre

Ce terme est utilisé pour le beurre allégé dont la teneur en matières grasses est de 39 à 41% (**Jeanet et al, 2008**).

I.5.6 Spécialités laitières à tartiner

Ce sont aussi des corps gras émulsionnés dont les constituants sont exclusivement d'origine laitière et dont la teneur en lipides est comprise entre 20 et 40%. Cependant, leur cuisson est impossible (**Fredot, 2005**).

I.5.7 Beurre fin

Le beurre fin est un produit pasteurisé, la crème étant un mélange de crème pasteurisée et de crème surgelée ou congelée (**Vierling, 2003**).

I.5.8 Beurre extra

Il doit être fabriqué 72 heures au plus tard du lait ou de la crème. La pasteurisation et le barattage de la crème doivent se faire dans les 48 heures qui suivent l'écémage ; la crème ne devant pas avoir subi de désacidification, ni d'assainissement sauf la pasteurisation, ni avoir été congelée ou surgelée (**Vierling, 2003**).

I.5.9 Pâtes à tartiner à teneurs en lipides réduites

Ces produits peuvent associer matières grasses laitières et matières grasses végétales (huiles de soja, tournesol). Ils contiennent ainsi de 20 à 40% de matières grasses. On y ajoute des additifs divers (gélatine, extraits d'algues, chlorure de sodium, caséinates de lait, vitamine A ou D, etc.) (**Fredot, 2005**)

I. L'objectif

Notre travail a pour objectif de déterminer l'effet de l'alimentation des vaches laitières sur la qualité nutritionnelle et organoleptique du beurre artisanal fabriqué traditionnellement.

II. Lieu du travail

Le travail expérimental est réalisé au niveau du laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition de l'université de Mostaganem

III. Echantillonnage

Le lait est prélevé sur des vaches pie rouge ayant le même stade de lactation et le numéro de vêlage à deux régions :

-Ferme situé à Zemoura, située à 20 km à l'est de Relizane, à 150 km à l'est d'Oran et à 280 km à l'ouest d'Alger ; de $35^{\circ} 43' 00''$ Nord $0^{\circ} 45' 00''$ Est

Situé à 60 Km de la mer méditerranée, la ville possède un climat chaud et sec, à légère tendance montagnarde. Les hivers sont souvent pluvieux, parfois neigeux.



Figure 3: Situation géographique des la région de zemoura.

-Ferme situé à Ain Nouissy, au nord-ouest de l'Algérie ; $35^{\circ} 48'$ Nord $0^{\circ} 03'$ Est

Le climat se caractérise par une température douce, la faiblesse des écarts thermique et l'alternance quasi quotidienne des brises de mer et de terre.



Figure 4 : Situation géographique de la région d’Ain Nouissy.

Les systèmes alimentaires des vaches laitières dans les deux régions sont mentionnés dans le tableau 10 suivant :

Tableau 10 : Régimes alimentaires des vaches des deux régions.

région	Alimentation
Zemoura	Concentré + paille
Ain Nouissy	Fourrage+ concentré

Les prélèvements du lait sont réalisés sur cinq vaches dans chaque ferme à des périodes différentes (Tableau 11)

Tableau 11 : Les prélèvements du lait des deux régions.

Prélèvement	Date	Région	Echantillon	Condition
1 ^{er}	14/03/2016 à 6h00	Zemoura	Un lait de mélange de cinq vaches pie rouge	Dans des conditions hygiéniques réalisés par les travailleurs de la ferme
2 ^{ème}	16 /03/2016 a 6h00	Ain Nouissy		
3 ^{ème}	4 /04/2016	Zemoura		
4 ^{ème}	5/04/2016	Nouissy		

Les échantillons du lait sont mis dans des flacons stériles justes après la traite mécanique, et sont transportés à 4°C à l’aide d’une glacière jusqu’au laboratoire pour y subir des analyses.

IV. Analyse et contrôle de lait cru

Cette étude comprend les étapes décrites dans la figure 5

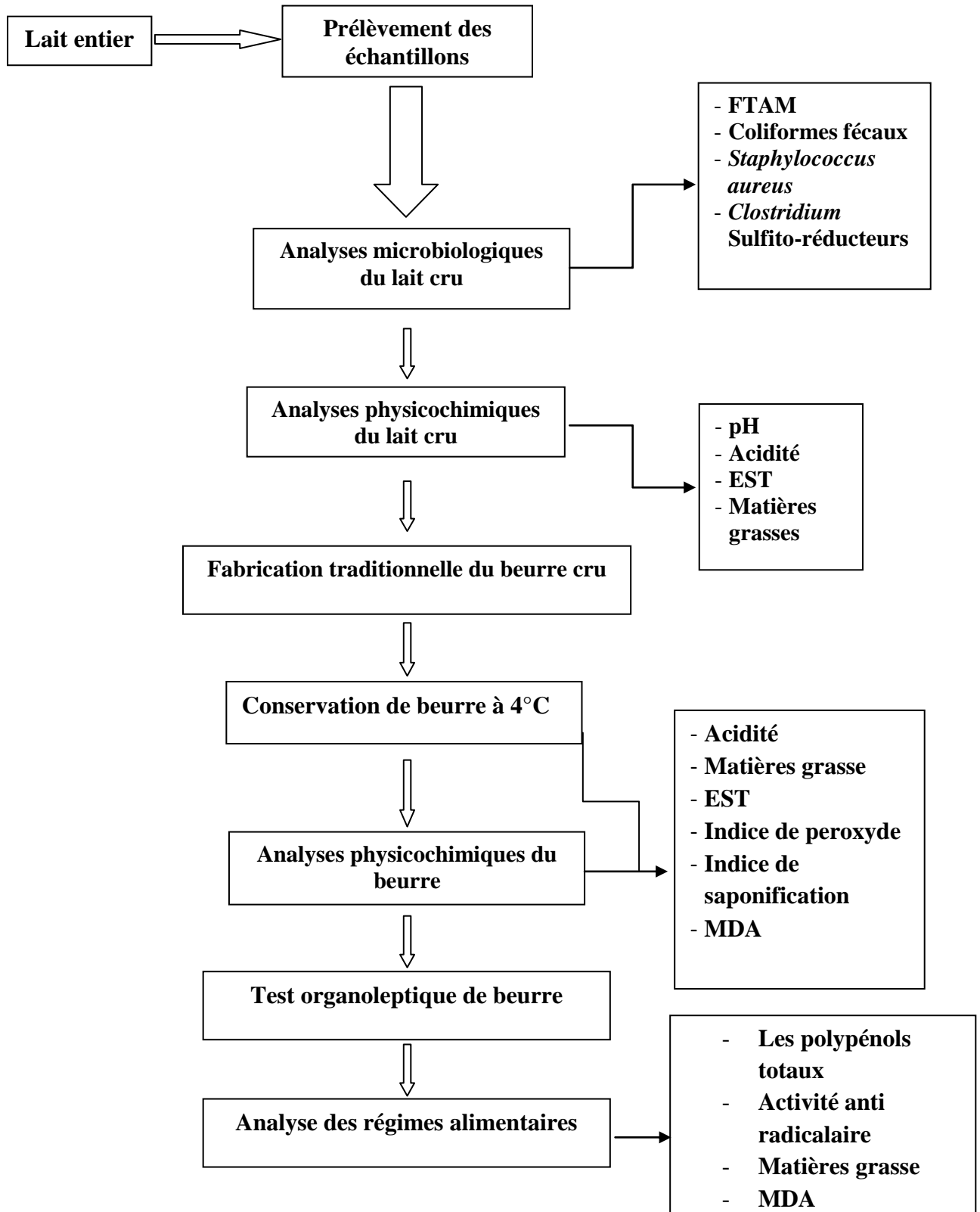


Figure 5 : Principales étapes de la démarche générale.

IV.1 Analyses physicochimiques

IV.1.1 Appareillage, produits chimique et réactifs utilisés

IV.1.1.1 Appareillage et petit matériels

Balance, pH-mètre, thermomètre, rota vapeur.

Flacon stériles, bécher, éprouvette, burette.

IV.1.1.2 Produit chimique et réactifs

Phénolphtaléine, soude (NaOH), chloroforme.

On a réalisé les analyses physicochimiques justes après la traite, de même, les tests suivant ont été réalisés :

IV.2 Méthode d'analyse

IV.2.1 Mesure de la température du lait

La mesure de la température du lait est effectuée à l'aide d'un thermomètre.

IV.2.2 Mesure du pH

Le principe consiste en la mesure de la différence du potentiel entre une électrode de mesure et une électrode de référence réunies en un système d'électrodes combiné (Samarajeewa, 1999).

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre, après étalonnage aux pH 7.02 et 4.00. La mesure du pH du lait est effectuée après avoir plongé l'électrode dans un petit volume de lait prélevé dans un bécher. Après chaque mesure, la sonde de pH est rincée un court instant à l'eau purifiée (eau distillée) puis rapidement immergée dans le liquide de conservation indiqué par le constructeur.

IV.2.3 Mesure de l'acidité

L'acidité titrable est mesurée par titrage avec NaOH en présence de Phénolphtaléine, elle exprimé en pourcentage d'acides lactique (AFNOR, 1980).

On prend 2 à 4 gouttes d'un indicateur coloré (Phénolphtaléine) qui sont ajoutées à 10ml d'un échantillon de lait cru à analysé.

La titration est réalisée avec une solution de soude Dornic (N/9) jusqu'au virage de la couleur blanche au rose pale. A ce moment, on note le volume de la soude écoulée et les résultats sont exprimés en degrés Dornic (°D).

$$^{\circ}\text{D} : \text{Acidité} = V_{\text{NaOH}} \cdot 10$$

Ou V_{NaOH} est le volume de soude écoulé pour titrer 10ml de lait, et $1^{\circ}\text{D} = 0.1\text{g/l}$ de lactate.

V. Analyse bactériologique

V.1 Appareillage et produit chimique et réactifs utilisés

V.1.1 Appareillage

Etuve à (37°C, 45°C)

Bain marie à 60°C

Autoclave 120°C

Boîtes de pétrie, tube à essais, pipettes pasteur, bec bunsen, réfrigérateur.

V.1.2 Produit chimique et réactifs

Milieu PCA (plate count agar)

Milieu VRBL (gélose lactosés billée au cristal violet et au rouge neutre)

Milieu VF (gélose glucosée viande- foie)

Milieu Chapman

Eau physiologique

Eau péptonée tamponnée

V.2 Méthode d'analyses

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

Avant toute analyse microbiologique qui doit être réalisée dans des conditions d'asepsie, une série de dilutions est réalisée à partir du lait cru que l'on aura homogénéisé par au moins 10 secondes d'agitation au vortex. La première dilution est préparée de façon classique en prélevant 1mL du lait cru dans 9mL d'eau physiologique stérile (**Guiraud, 2003**). Il est souvent nécessaire d'aller jusqu'à la dilution 10⁻⁷. Ensemencement des boîtes de Pétri par dilution et par milieu de culture.

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

$$N = \frac{\sum c}{(n1+0,1 n2)d}$$

C : nombre de colonies comptées par boîte

n1 : nombre de boîtes comptées dans la première dilution

n2 : nombre de boîtes comptées dans la deuxième dilution

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

V.2.1 Recherche des bactéries pathogènes

V.2.1.1 Dénombrement de la flore mésophile totale (FTAM)

Le dénombrement de cette flore reflète la qualité microbiologique générale du lait, et peut donner une indication sur l'état de sa fraîcheur ou de son altération.

1mL des dilutions (10^{-1} jusqu'à 10^{-7}) estensemencé dans la masse d'une gélose *Plate Count Agar* (PCA). Les cultures sont incubées à 30°C pendant 72 heures. Le résultat s'exprime en unités formant colonies (UFC)/mL (**Lebres et al, 2002**).

V.2.1.2 Dénombrement des coliformes fécaux

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

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

V.2.1.3 Recherche de *Staphylococcus aureus*

Le dénombrement des *Staphylococcus aureus* est réalisé sur le milieu gélose Chapman. A partir de chaque dilution décimal, on prend 1 ml qui est porté aseptiquement dans une boîte de pétrie vides, préparée a cet usage puis complétée avec environ 15 à 20 ml de gélose Chapman fondu, une fois l'opération terminée, on met le couvercle des boîtes en bas dans un incubateur à 37°C pendant 48heures.

Pour le comptage, les *Staphylococcus aureus* se développe sous forme des colonies jaune doré.

V.2.1.4 Dénombrement des spores de *Clostridium Sulfito-réducteurs*

Le dénombrement est réalisé en anaérobiose et repose sur l'appréciation de la réduction du sulfite en H₂S dont la mise en évidence est obtenue par addition au milieu d'alun de fer.

A 20mL de gélose viande-foie (VF) régénérée et ramenée à 50°C, on ajoute 0,5mL d'une solution aqueuse de sulfite de Na à 5% (p/v) et 0,2mL d'une solution aqueuse d'alun de fer à 5% (p/v) 1mL de la solution mère et des dilutions 10^{-1} et 10^{-2} est introduit dans le tube en surfusion.

Refroidissement et incubation à 37°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies des bactéries sulfitoréductrices sont noires ; leur taille varie selon l'espèce (**Lebres et al, 2002**).

VI. Fabrication traditionnelle du beurre et analyses physicochimiques

VI.1 Fabrication du beurre traditionnel

Après avoir été collecté au près des de deux fermes le lait est placé dans un récipient propre et laissé à la température ambiante trois jours pour le déclenchement d'une fermentation spontanée. Cette fermentation qui aboutit à la formation d'un lait caillé appelé localement Raib, et est suivi d'un barattage durant 40 minutes. Une quantité d'eau tiède est ajoutée afin de favoriser le rassemblement des grains de beurre. Enfin, le beurre est récupéré, le liquide obtenu est appelé Lben. Le beurre obtenu est conservé à 4°C pendant 21 jours a fin de réaliser les analyses physico- chimique et organoleptique.

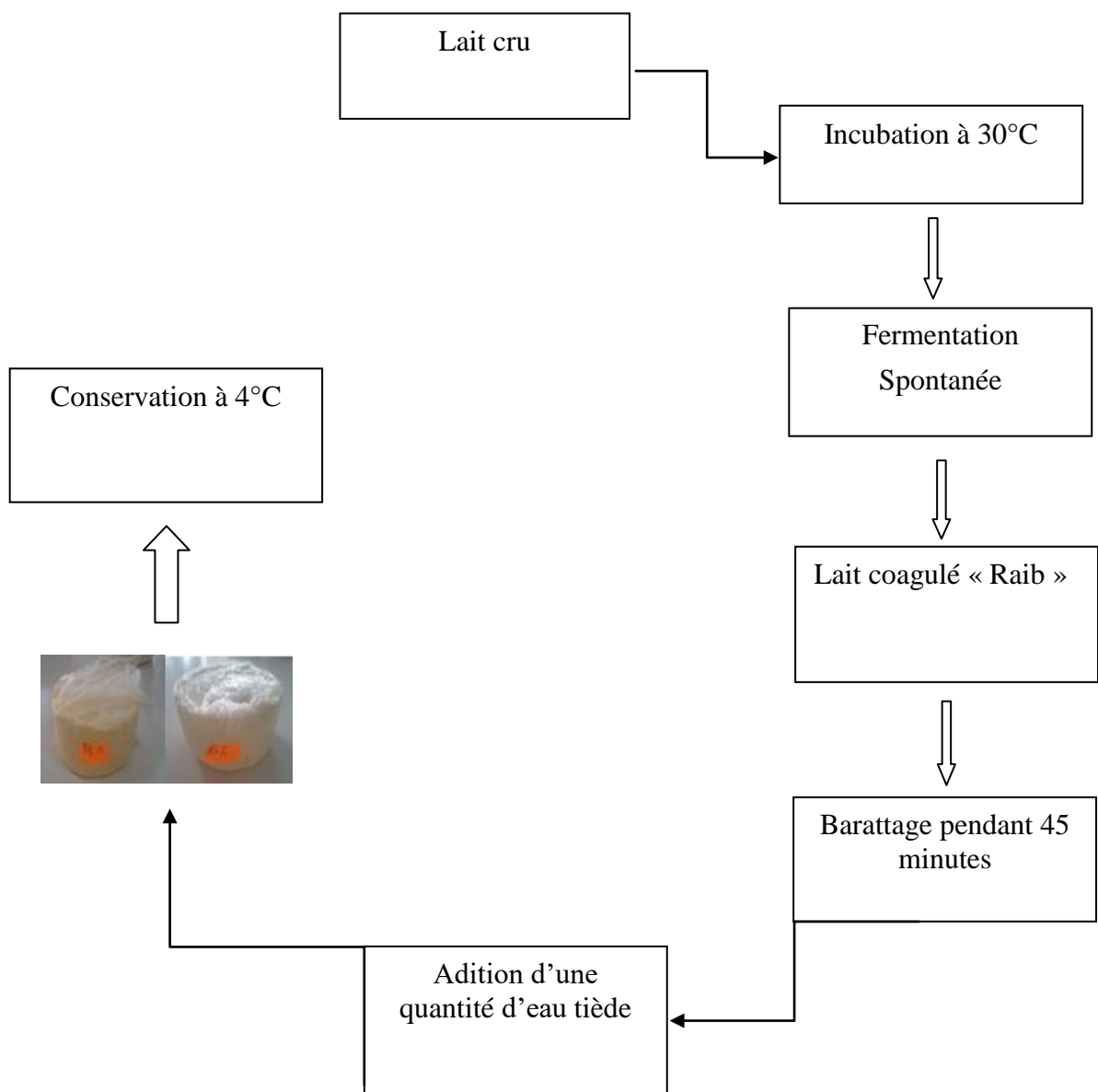


Figure 6 : Schéma simplifié de la fabrication traditionnelle du beurre traditionnelle.

VI.2 Analyse physicochimique du beurre

VI.2.1 Appareillage, produits chimique et réactifs utilisés

VI.2.1.1 Appareillage et petit matériels

Rota vapeur, étuve, bécher, éprouvette, burette.

VI.2.1.2 Produit chimique et réactifs

Phénolphtaléine, soude (NaOH), chloroforme, acide acétique, l'acide thiobarbiturique (TBA), l'acide trichloroacétique (TCA), solution d'iodure de potassium, solution éthanolique d'hydroxyde de potassium, solution d'acide chlorhydrique, vitamine C.

VI.2.2 Dosage de la matière sèche (AFNOR, 1985)

Le dosage de la matière sèche consiste en une dessiccation d'un poids défini de la prise d'essai de l'échantillon à 105 °C dans une étuve pendant 24 heures. La teneur en matière sèche est déterminée par un calcul : % MS= poids de MS/poids de prise d'essai x 100.

Ainsi, le taux d'humidité est déterminé par déduction : % H₂O = 100% - % MS

VI.2.3 Dosage de la matière minérale (AFNOR, 1985)

Le dosage des cendres consiste à une incinération de la prise d'essai de l'échantillon à 550 °C dans un four à moufle pendant 3 heures, conduisant à une destruction totale de la matière organique. La teneur en matière minérale est calculée de la manière suivante : % MM = (M₂-M₀/M₁-M₂) x 100.

M₀ : poids du creuset vide (g)

M₁ : poids du creuset avec la prise d'essai (g)

M₂ : poids du creuset avec le poids des cendres brut (g)

VI.2.4 Détermination des lipides totaux

Les lipides sont extraits suivant la méthode de Folch et al, (1957). Cette technique repose sur le principe d'une extraction à froid des lipides par un mélange de solvant chloroforme / méthanol (2/1 ; v/v). L'addition d'une solution aqueuse de NaCl à 0,58% permet la séparation des phases. La phase supérieure constituée de méthanol et d'eau, contient les composés hydrophiles (glucides et protéines) dont la dissolution est favorisée par la présence de sel, tandis que les lipides sont dissous dans la phase organique inférieure. La pesée du ballon contenant l'extrait lipidique après évaporation du solvant permet de calculer la teneur en lipide exprimée en g par 100g d'échantillon.

- **Mode opératoire**

2 g de l'échantillon de beurre a subi un broyage à l'homogénéisateur (type Thurax ou broyeur MSE) en présence de 60 ml de réactif de Folch (méthanol chloroforme). Le mélange obtenu est filtré à vide sur verre fritté.

Le filtrat est additionné d'une solution de NaCl à 0,73% à raison d'un volume de NaCl pour 4 volumes de filtrat est soumis à décantation pendant deux heures. Après décantation, les deux phases apparaissent incolores, limpides séparées par un ménisque. La phase inférieure (organique : (chloroforme – lipides) est filtrée sur du sulfate de sodium qui à la propriété d'absorber l'eau.

La phase supérieure est rincée avec 50 ml d'un mélange à 20% de NaCl (0,58%) et 80% de réactif de Folch de façon à obtenir le reste des lipides dans cette phase. La phase inférieure est ainsi filtrée comme précédemment.

Le chloroforme est évaporé *sou vide* dans un rotavapor, La quantité de lipides mise à sec est pesée. Par rapport au poids initial de l'échantillon, le pourcentage des lipides totaux est déterminé. Dans le but d'un passage en CPG, les lipides sont recueillis et placés dans un petit pilulier stockés à -18 °C.

VI.2.5 Estimation du degré d'oxydation des lipides

Les produits secondaires de l'oxydation des lipides les plus couramment dosés sont les aldéhydes. L'acide thiobarbiturique (TBA) réagit avec le malonaldéhyde (MDA) pour former un complexe de couleur rose et/ou jaune possédant un maximum d'absorption à une longueur d'onde de 532 nm. La concentration des substances réactives au TBA (sr- TBA), exprimée en équivalent MDA est évaluée par la lecture de l'absorbance au spectrophotomètre visible des sr-TBA extraites des échantillons par l'acide trichloroacétique (TCA). La méthode est adaptée par **Génot (1996)**.

- **Mode opératoire**

Un échantillon de beurre de 2 gr est placé dans un tube de 25 ml contenant 16 ml d'acide trichloroacétique à 5% (p/v) et 100µl d'acide ascorbique (Vitamine C 0,1%).

Le mélange est homogénéisé 3 fois pendant 15 secondes à l'aide d'un homogénéisateur (*Ultra-Thurax*) à une vitesse d'environ 20 000 tpm. Le broyat est passé à travers un papier filtre afin d'obtenir un filtrat. Puis de ce filtrat 2 ml sont additionnés à 2 ml d'acide thiobarbiturique. Pour les blancs, 2 ml d'acide thiobarbiturique sont ajoutés à 2 ml d'acide trichloroacétique.

Les tubes fermés sont plongés dans un bain-marie à 70°C pendant 30 minutes et placés dans un bain marie d'eau froide. La lecture se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à 532 nm et les résultats sont exprimés en mg équivalent MDA (malonaldehyde) /kg. La coloration reste stable pendant 1 heure.

- **Expression des résultats**

Les résultats dégagés au cours de ces expériences sont obtenues par les formules suivantes :

mg équivalent MDA/ kg de l'échantillon = (0,72 / 1,56) x (A532 cor x V solvant x Vf) / PE

A532 cor : l'absorbance

V solvant : volume de solution de dilution TAC en ml

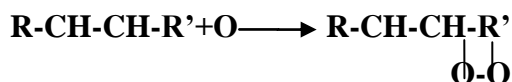
PE : prise d'essai

Vf : volume du filtrat prélevé

0,72 / 1,56 : correspond à la prise en compte du coefficient d'extinction moléculaire du complexe TBA-MDA à la valeur de : 1,56. 105 M-1. cm-1 (Buedge et coll., 1978) et au poids moléculaire du MDA d'une valeur de 72 g/mol.

VI.2.6 Indice de peroxyde

Indice de peroxyde indique la teneur en milliéquivalent d'oxygène actif par mg de corps gras. En présence de l'oxygène de l'air les acides gras insaturés s'oxydent en donnant des peroxydes.



Le principe repose sur le traitement d'une prise d'essai en solution d'iodure de potassium puis titrage de l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium.

Cette méthode est décrite par la norme NE1.2.50-1985 qui est en concordance technique avec la norme internationale ISO 3960-1977.

- **Mode opératoire**

Une prise d'essai de 2g de corps gras avec 10 ml de chloroforme, dissoudre rapidement le corps gras en agitant, en ajoutant 15ml d'acide acétique puis 1 ml de solution d'iodure de potassium après on bouche aussitôt le flacon, en l'agitant pendant 1minute et l'abandonner pendant 5 minutes à l'obscurité, puis on ajoute environ 75 ml d'eau distillé, titrer en agitant vigoureusement et en présence d'empois d'amidon comme indicateur d'iode libéré avec la solution de thiosulfate de sodium 0.01N.

- **Expression des résultats**

Indice de peroxyde est exprimé en microgramme d'oxygène actif par gramme est donné, par la relation suivante :

$$I_p = 8000x(TxV)/M$$

V : le nombre de ml de la solution titré de thiosulfate de sodium corrigé par l'essai à blanc

M : masse en gramme de la prise d'essai

T : la normalité exacte de la solution de thiosulfate de solution utilisée pour l'essai à corps gras corrigé compte tenu de l'essai blanc.

VI.2.7 Indice acide

Indice acides c'est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium nécessaire pour neutraliser les acides gras libre présents dans un gramme de corps gras

Cette technique est basé sur la mise en solution de la prise d'essai dans un mélange de solvant (éthanol chaud) suivi d'un titrage des acides gras libres présent à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium.

La méthode découle de la norme NFT 60-204 De décembre 1985.

- **Mode opératoire**

Une prise d'essai de 5 à 10 g de l'échantillon est mélangée avec 100ml d'éthanol, neutralisé, porté avec précaution au voisinage d'ébullition avant l'emploi.

Titre, en agitant énergiquement avec la solution éthanolique d'hydroxyde de potassium 0.1N jusqu'au virage de l'indicateur (coloration rose de la phénolphaléine).

- **Expression des résultats**

L'indice d'acide est exprimé par la relation suivante :

$$I_a = 56.1 \times T \times V / M$$

V : nombre de ml de la solution de KOH

T : normalité de la solution de KOH

M : masse en gramme de la prise essai

56.1 : la masse molaire exprimée (en gramme) par mole de KOH.

VI.2.8 Indice de saponification

L'indice de saponification d'un corps gras est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium nécessaire pour saponifier un gramme de produit.

La méthode utilisée est celle décrite dans la norme NFT 60-206 de décembre 1968.

- **Mode opératoire**

Prendre 2g de l'échantillon avec 25 ml de solution éthanolique d'hydroxyde de potassium 0.5N ;

Adopter au réfrigérant à reflux en présence de pierre ponce, et porter à léger ébullition en agitant de temps en temps

Après 60 min, on arrête le chauffage et on ajoute 4 à 5 gouttes de solution de phénolphaléine, la solution savonneuse est titrée encore chaude avec la solution d'acide chlorhydrique 0.5N

- **Expression de résultats**

L'indice de saponification est donné par la formule suivante :

$$I_s = 56.1 \times T \times (V_0 - V) / M$$

V₀ : nombre de ml de la solution d'HCL utilisée pour l'essai à blanc

V : nombre de ml de la solution d'HCL utilisée pour le corps gras

T : normalité exacte de la solution d'HCL utilisée

M : masse en gramme de la prise essai

VI.3 Analyse sensorielle

La séance de dégustation des trois beurres se sont déroulées dans des conditions non normalisées, par un panel de 20 personnes non entraînées mais habituées à la dégustation du beurre, ces analyses ont été effectuées à j30 après stockage au froid à 4°C.

Les panelistes ont jugé les échantillons du beurre selon l'apparence extérieurs, la texture, le gout et l'odeur. Les fiche de dégustation permettent de porter un jugement qualitatif sur le beurre en notant différents descripteurs. Enfin un classement de préférence est effectué par les dégustateurs

Les échantillons on été présentés en même temps et déposés dans un ordre aléatoire. Les dégustateurs doivent individuellement évaluer le beurre selon les caractères prédéfinis.

Lorsqu'ils passent d'un échantillon à un autre, ils doivent se rincer la bouche avec de l'eau afin d'effacer le gout de l'échantillon précédent (**Edima, 2007**).

VII. Analyse des régimes alimentaires

VII.1 Dosage des polypénols totaux

Les polypénols ont été déterminés par spectrophotométrie selon la méthode de Folin Ciocalteu (**Singlton et al, 1999**) : ce réactif de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Lorsque les polypénols sont oxydes, ils réduisent le réactif Folin-Ciocalteu en un complexe ayant une couleur bleue constitué d'oxyde de tungstène et molybdène. L'intensité de la couleur est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés (**Boizot et charpentier, 2006**).

- **Mode opératoire:**

Dans un tube à essai introduire 1 ml de l'extrait, 4ml de Carbonate de sodium (Na_2CO_3 : 7,5 %) et 5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (Folin dilué 10fois), Agiter vigoureusement, et incubé à l'ambre et à la température ambiante pendant 1heure, l'absorbance est mesurée à 765 nm contre un blanc contenant 1 ml d'eau distillée, 4 ml de Carbonate de Sodium et 5 ml de Folin.

Une courbe d'étalonnage est préparée en utilisant l'acide gallique comme standard, les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de poids sec de la plante (mg EAG/g Ps).

VII.2 Activité anti radicalaire

Le composé chimique 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (2,2-diphénylâ picrylhydrazylâ) fut l'un des premiers radicaux libres utilise pour étudier la relation structure-activité antioxydant des composes phénoliques (**Blois,1958; Brand-Williams et al, 1995**). Il possède un électron non apparie sur un atome du pont, d'azote (**Popovici et al, 2009**).

- **Principe**

La réduction du radical libre DPPH[°] (2,2-diphényle-1-picryl hydrazyl) par un antioxydant peut être suivie par spectrométrie UV- Visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm provoquée par les antioxydants (**Molyneux, 2004**). En présence des piègeurs de radicaux libres, le DPPH. (2.2 Diphényl 1 picryl hydrazyl) de couleur violette se réduit en 2.2 Diphényl 1 picryl hydrazine de couleur jaune (**Maataoui et al, 2006**).

- **Dosage**

L'activité du piégeage du radical DPPH a été mesurée selon le protocole décrit par LOPES-LUTZ *et al.* (2008) (**Athamena et al, 2010**). 50ml de chaque solution méthanolique des extraits à différentes concentrations sont ajoutés à 1,95 ml de la solution méthanoïque du DPPH (0,025g/l). Parallèlement, un témoin négatif est préparé en mélangeant 50ml de méthanol avec 1,95 ml de la solution méthanolique de DPPH. La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc préparé pour chaque concentration à 515nm après 30 min d'incubation à l'obscurité et à la température ambiante. Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard; l'acide ascorbique dont l'absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons et pour chaque concentration (**Bougandoura, 2013**).

$$I \% = 1 - \frac{[\text{Abs Contrôle négatif} - \text{Abs Échantillon}]}{\text{Abs Contrôle négatif}} \times 100$$

I %: Pourcentage de l'activité anti-radicalaire (AAR%).

Abs Échantillon : Absorbance de l'échantillon.

Abs Contrôle négatif : Absorbance du contrôle négatif (**Meddour, 2013**).

VIII. Analyse statistique

Les résultats de différents paramètres sont traités en fonction des moyennes par l'analyse de variance (ANOVA) selon la méthode de **Newman et Keuls** à l'aide d'un logiciel « **Statbox version 2006** ».

I. Résultats d'analyse des régimes alimentaires

I.1 Détermination des composés phénoliques

Les résultats d'analyse des régimes alimentaires pour le composé phénolique sont illustrés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Teneur en polyphénols totaux des extraits des deux régimes.

Teneur en polyphénols totaux (mg EAG/g MS)	
Concentré	39.11±0.35
Fourrage vert (chou-fleur)	31.90±0.12

L'extrait du régime alimentaire (concentré) possède une teneur plus élevée en phénols totaux 39.11 mg EAO/g MS comparativement à celle du fourrage vert 31.90 mg EAO/g MS.

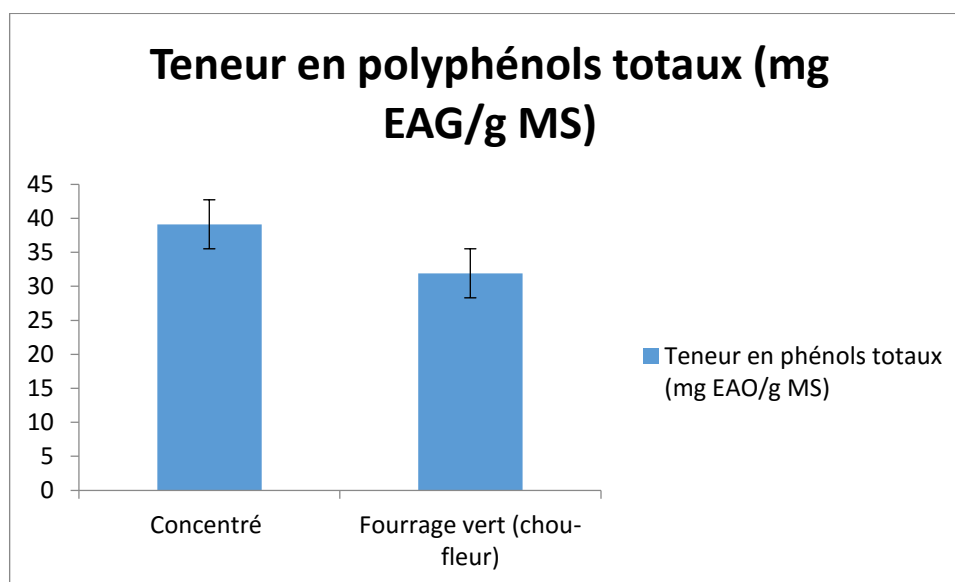


Figure 7: Teneur en polyphénols totaux des extraits des deux régimes.

I.2 Activité anti radicalaire

L'activité anti radicalaire des deux régimes alimentaires est notée dans le tableau 13.

Tableau 13: L'activité anti radicalaire des deux régimes alimentaires.

Extraits méthanolique	IC50 (mg/ml)
Concentré	18,04
Fourrage vert (chou-fleur)	18,53

L'extrait de concentré a montré une meilleure activité anti radicalaire inhibitrice de DPPH avec la plus faible IC50 (18.04 mg/ml) suivi des extraits de Fourrage vert (chou-fleur) par rapport à l'activité anti radicalaire inhibitrice de DPPH soit 18,53 mg/ml.

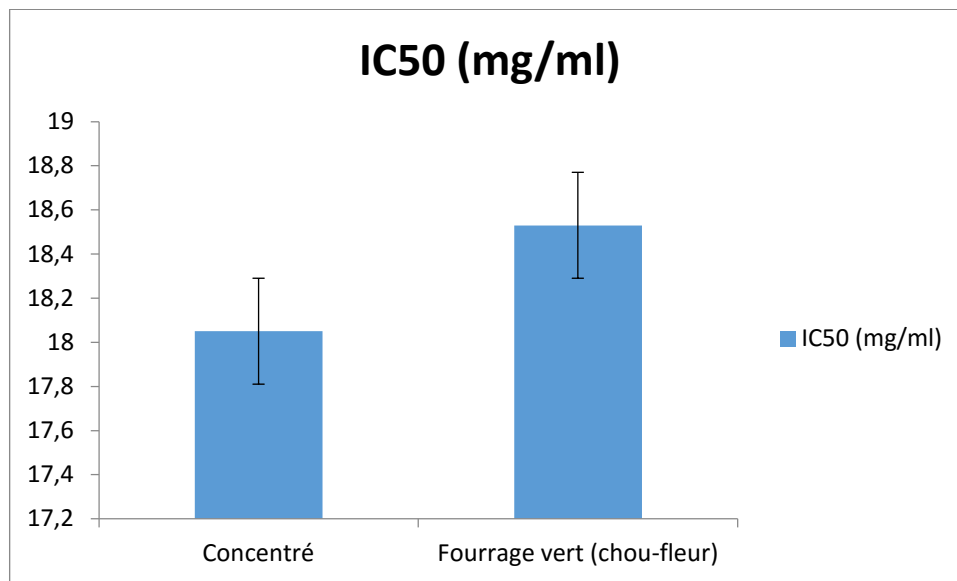


Figure 8: IC50 des extraits des deux régimes.

Il n'existe pas de mesure de la capacité antioxydant d'un composé, les résultats sont souvent portés par rapport à un oxydant de référence comme l'acide ascorbique (vitamine C). La différence de l'activité est mise en évidence en utilisant ce paramètre (IC50), qui est inversement proportionnel au potentiel d'anti radicalaire d'un antioxydant, une valeur d'IC50 faible correspond à une activité élevée.

I.3 matières grasses

La teneur de la matière grasse des régimes alimentaires sont illustrés dans le tableau 14

Tableau 14 : La teneur de matière grasse des deux régimes.

Teneurs de la matière grasse (g/100g)	
Concentré	4.36%
Fourrage vert (chou-fleur)	1.93%

Nous avons constaté que le régime alimentaire (concentré) présente une teneur de matières grasses importante 4.36% par rapport au fourrage vert (1.93%).

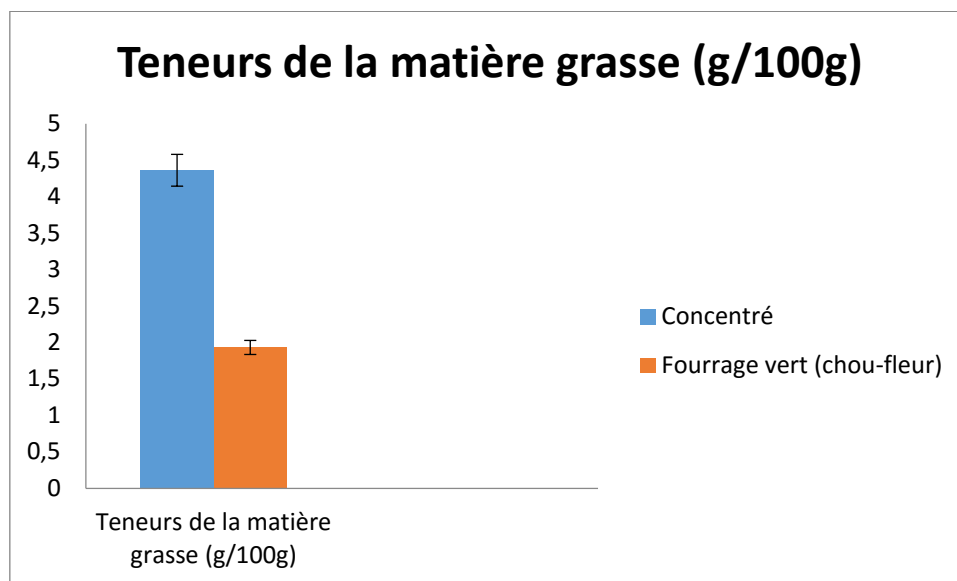


Figure 9: Teneur de la matière grasse des deux régimes.

I.4 Degré de peroxydation lipidique des régimes alimentaires

Les résultats sont représentés dans le Tableau 4 dont le MDA est exprimé en mg par Kg de matière humide. Le degré de la peroxydation des lipides, est estimé par la quantité du malonaldéhyde (MDA) mesurée dans chaque régime.

Nous avons remarqué que le régime alimentaire (concentré) présente un degré de peroxydation lipidique plus important (11.48mg) à celle du fourrage vert (10.63mg).

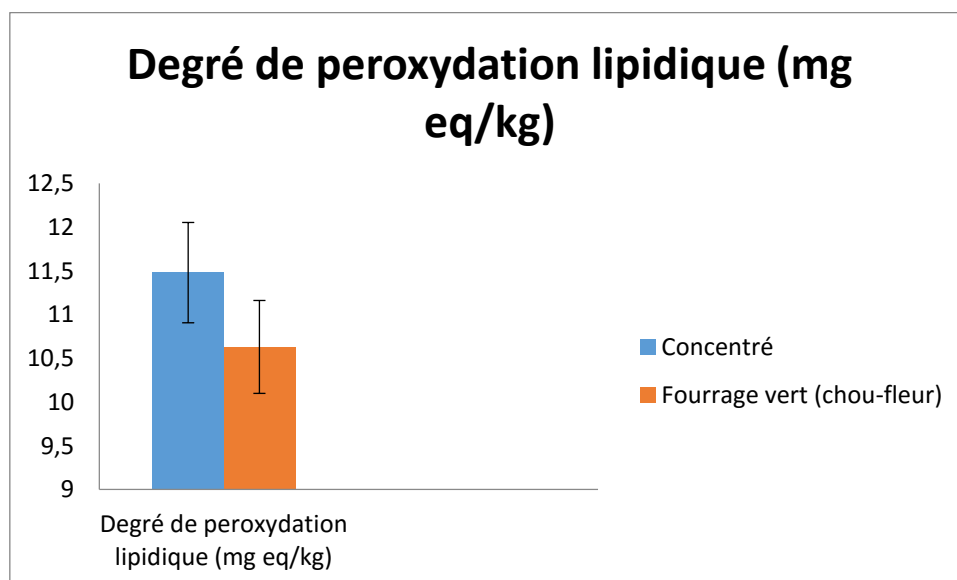


Figure 10: Degré de peroxydation lipidique des régimes alimentaires.

II. Résultats d'analyse microbiologique du lait

Les résultats de l'analyse microbiologique du lait cru sont présentés dans le tableau 15

Tableau 15: Résultats des analyses microbiologiques des prélèvements du lait.

Prélèvement	Date	FTAM à 30°C	CF	Staph	CSR
1	14/03/2016	0.47x10 ⁵	2.2x10 ³	5.78x10 ³	Absence
2	16/03/2016	0.68x10 ⁵	9.98x10 ³	0.40x10 ³	Absence
3	4 /04/2016	0.14x10 ⁵	Absence	Absence	Absence
4	5/04/2016	0.58x10 ⁵	Absence	Absence	Absence
Normes (UFC/ml) (JORA, 1998)		10 ⁵	10 ³	Absence	50

Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5)

FTAM à 30°C : Flore mésophile aérobie totale ; **CF :** coliforme fécaux ; **Staph :** staphylococcus aureus ; **CSR :** Clostridium Sulfito-réducteur

II.1 Flore mésophile aérobie totale

Ce sont les germes indicateurs sur l'état microbiologique du lait. Leur dénombrement donne une idée du niveau globale de contamination du lait. Selon les résultats du tableau 1 on note qu'il ya une charge élevée en microorganismes de la flore totale en particulier le deuxième et le quatrième prélèvement de la région de Mostaganem (0.68x10⁵ et 0.58x10⁵) respectivement par rapport au prélèvement de la région de Relizane. Le seuil de contamination en flore totale dépasse les normes fixées à 10⁵ UFC/ml (**JORA, 1998**), (**figure 11**) et ce malgré des températures de saison relativement basses au cours de la période d'étude. Ces résultats relèvent un manque de respect des bonnes pratiques de la traite au niveau des fermes. Celle-ci nous renseigne sur la qualité hygiénique du lait cru, elle est considérée comme le facteur déterminant la durée de conservation du lait frais (**Guinot-thomas et al, 1995**), de plus, c'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques. Cette flore totale peut avoir plusieurs origines, elle peut provenir des vaches eux même et de leurs déjection, de l'environnement des animaux tels que les bâtiments, l'eau, l'alimentation comme le fourrage ou bien du matériel de traite.



Figure 11: FTAM à 30°C

II.2 Coliforme fécaux

On appelle coliformes fécaux ou les coliformes thermo tolérants, les germes capables de ce développer à 44°C. Ceci inclut essentiellement *Escherichia coli* (GUIRAUD et RAUSEC, 2004). Leur présence traduit une contamination fécale récente car ces bactéries vivent principalement dans les intestins et survivent difficilement dans le milieu externe (JOFFIN, 1999). La norme Algérienne concernant les coliformes fécaux étant fixé à 10^3 UFC/ml, nous constatons que le lait du premier et deuxième prélèvement présente une charge microbienne qui dépasse les normes avec 2.2×10^3 , 9.98×10^3 pour le premier et le deuxième prélèvement respectivement (figure 12) et nous observons une absence de ces bactéries dans le lait du troisième et quatrième prélèvement ce qui est conforme aux normes algériennes. Ces résultats sont importants car ils attestent que l'environnement ou le lieu de la traite est insalubre par, un manque d'hygiène du personnel ou des animaux, le non désinfection des locaux et du matériel utilisé lors de la traite ainsi que le non respect du protocole de préparation des mamelles avant la traite.

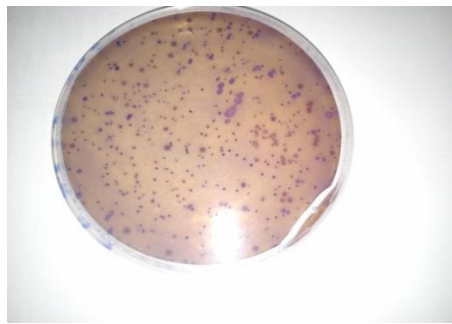


Figure 12: Coliforme fécaux à 44°C

II.3 Staphylocoque

Les germes pathogènes tels que le *Staphylocoque aureus* ne sont pas tolérables dans le lait cru, cette bactérie est un pathogène majeur, causant des infections mammaires. Ces derniers s'accompagnent d'une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait qui a pour conséquence des modifications de la composition du lait (Rainard, 2006). Le danger de la présence de ce germe provient du fait que cette bactérie produit une entérotoxine responsable des intoxications alimentaires (Berche et al , 1988). Les résultats obtenus (figure 13) montrent que le seuil de contamination en Staphylocoque dépasse les normes (JORA, 1998) dans le lait du premier et deuxième prélèvement de la région de Relizane et Mostaganem respectivement par rapport au troisième et quatrième prélèvement qui présentent une absence totale de cette bactérie. La contamination est probablement due à la présence de ces germes sur la peau de l'animal, particulièrement celle de la mamelle ou encore sur sa muqueuse et le lait lors de la traite (plaies, pis non lavés, avant la traite, machine de traite), ou Staphylocoque portés par le trayeur (sphère bucco nasale, peau plaies) (Broutin et al., 2005). Les staphylocoques sont des germes courant mais dangereux s'ils sont présents en grande quantité. Les principales sources de contamination sont, en

premier lieu les mamelles. Les infections mammaires à staphylocoque représentent la principale source de contamination du lait à la production

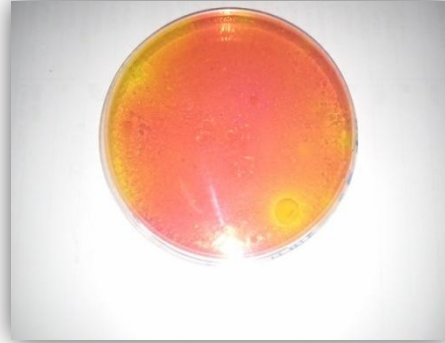


Figure 13: *Staphylocoque aureus*

II.4 Clostridium Sulfito-réducteurs

Ce sont des germes pathogènes dont la présence n'est pas tolérée qu'à faible dose car ils peuvent être à l'origine de toxi-infection alimentaire (**Maurice, 1996**). D'après nos résultats (**figure 14**) nous observons une absence totale de cette bactérie dans les quatre prélèvements du lait. La présence des clostridium dans les produits laitiers est à l'origine des intoxications alimentaires, elles se trouvent dans le sol, intestin des animaux et de l'homme. Leur présence serait due à une mauvaise hygiène du trayeur, à des mauvaises pratiques de traite ou bien d'origine alimentaire (**Joffin et al, 1999**).



Figure 14: Clostridium Sulfito-réducteurs

III. Caractérisation physico –chimique

III.1 Analyse physico-chimique du lait

Dans cette partie nous présentons des essais ayant porté sur l’effet de l’alimentation sur la composition physico-chimique du lait de vache récolté de deux régions différentes.

III.1.1 Le pH

L’analyse de variance pour les résultats du pH a fait ressortir que le facteur de l’alimentation revêt un effet hautement significatif ($P < 0.01$) sur l’évolution du pH indiqué au tableau 16.

Nous avons constaté que le pH était de 6.83 dans le premier prélèvement et de 6.76 dans le deuxième prélèvement issu de la région de Zemoura, contre une valeur de 6.64 et 6.66 pour des prélèvements respectifs 1 et 2 dans la région d’Ain Nouissy

Tableau 16: pH du lait selon le système d’alimentation des deux régions.

	Zemoura Relizane		Ain Nouissy Mostaganem		Effet facteur Alimentation
	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Prélèvement 1	Prélèvement 2	
pH	6.83±0.055	6.76±0.092	6.64±0.021	6.66±0.036	P<0.01

Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l’écart type

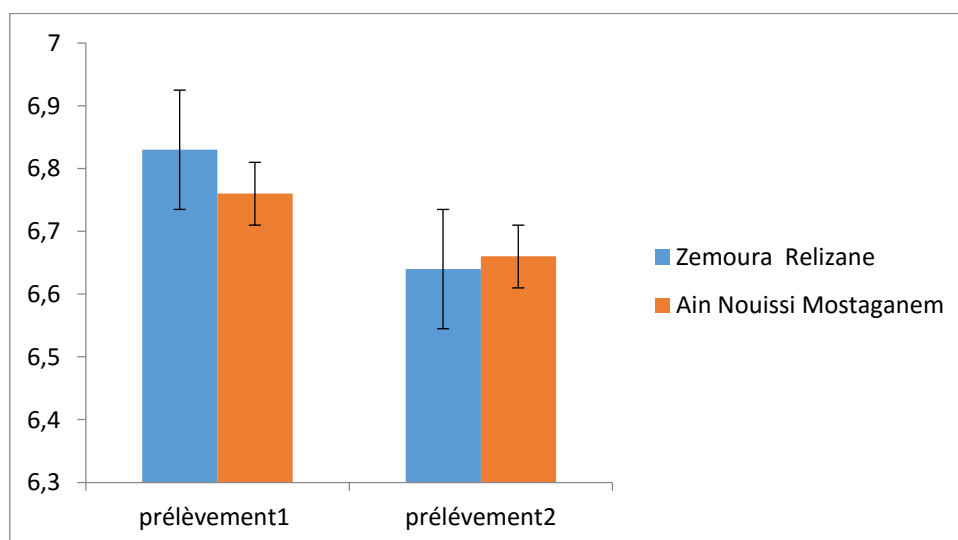


Figure 15: pH de lait des deux régions.

III.1.2 Acidité

L'analyse de variance a fait dégager que le facteur système d'alimentation ne présente aucun effet significatif ($P > 0.05$) sur l'acidité du lait exprimée en degré Dornic au Tableau 17.

Nous avons observé que l'acidité était de 17.66°D dans le premier prélèvement et de 20.66°D pour le deuxième prélèvement tous deux issus de la région de zemoura, alors qu'elle était de 19°D et de 19.33°D pour les prélèvements de la région d'Ain Nouissy.

Tableau 17: L'acidité du lait selon le facteur d'alimentation des deux régions.

	Zemoura Relizane		Ain Nouissi Mostaganem		Effet facteur Alimentation
	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Prélèvement 1	Prélèvement 2	
Acidité $^{\circ}\text{D}$	17.66 ± 1.15	20.66 ± 1.15	19 ± 1	19.33 ± 1.52	$P > 0.05$

Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons ($n=5$) suivie de l'écart type

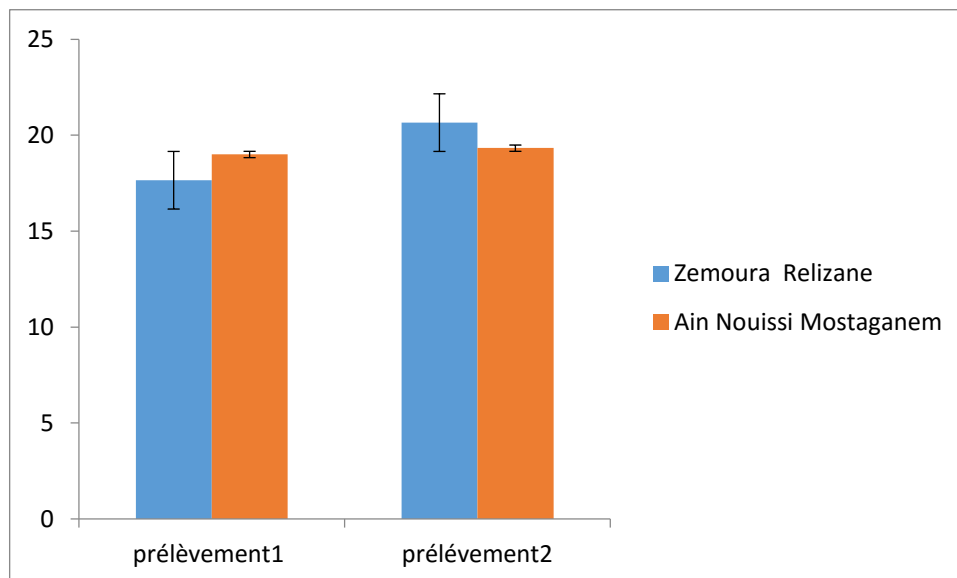


Figure 16: Acidité du lait des deux régions ($^{\circ}\text{D}$)

III.1.3 Extrait sec total

Le facteur système alimentaire présente un effet hautement significatif sur l'extrait sec total du lait présenté dans le tableau 18.

Nous avons constaté que l'extrait sec total est significativement différent d'une valeur de 13.73% dans le premier prélèvement et de 12.23% dans le deuxième prélèvement issu tous deux de la région de Zemoura, alors qu'il était de 11.12% et 9.64% pour les prélèvements respectifs 1 et 2 de la région d'Ain Nouissy.

Tableau 18: L'extrait sec total du lait des deux régions.

	Zemoura Relizane		Ain Nouissy Mostaganem		Effet facteur Alimentation
	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Prélèvement 1	Prélèvement 2	
Extrait sec totale (g/100g)	13.73±1.87	12.23±0.862	11.12±0.43	9.64±0.092	P <0.01

Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type

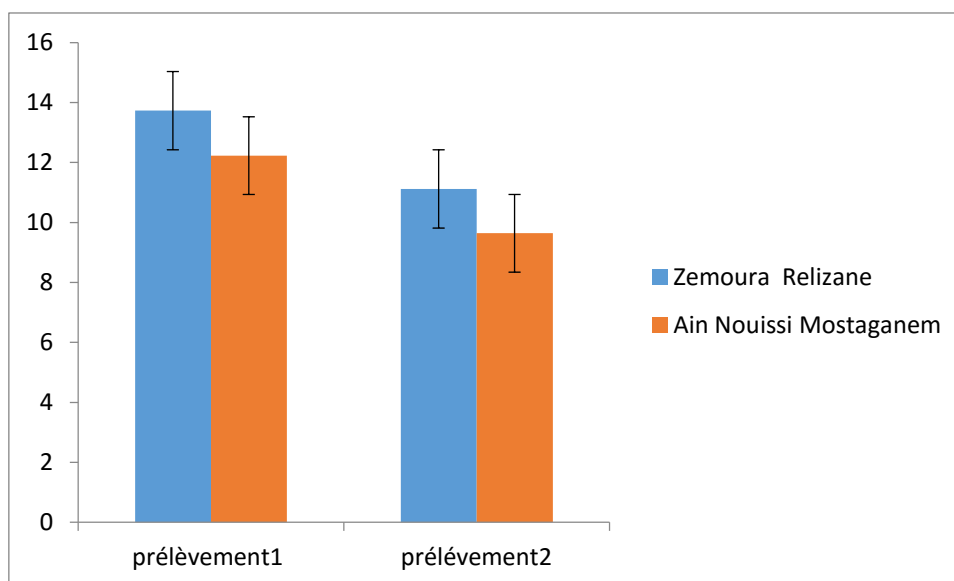


Figure 17: Extrait sec total du lait des deux régions (g/100g)

II.1.4 Matières minérales

L'analyse de variance a montré que les systèmes alimentaires n'exercent aucun effet significatif ($P > 0.05$) sur les matières minérales (**Tableau 19**) du lait dans les deux régions.

Nous avons constaté des valeurs de 0.67% et de 0.65% dans les prélèvements 1 et 2 de la région de Zemoura. Pour la région d'Ain Nouissy des valeurs de 0.51% et de 0.50% ont été notées.

Tableau 19: Matières minérales du lait des deux régions selon le facteur d'alimentation.

	Zemoura Relizane		Ain Nouissy Mostaganem		Effet facteur
	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Alimentation
Matières minérale (g/100g)	0.67±0.086	0.65± 0.11	0.51±0.11	0.50±0.14	P >0.05 NS

Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type

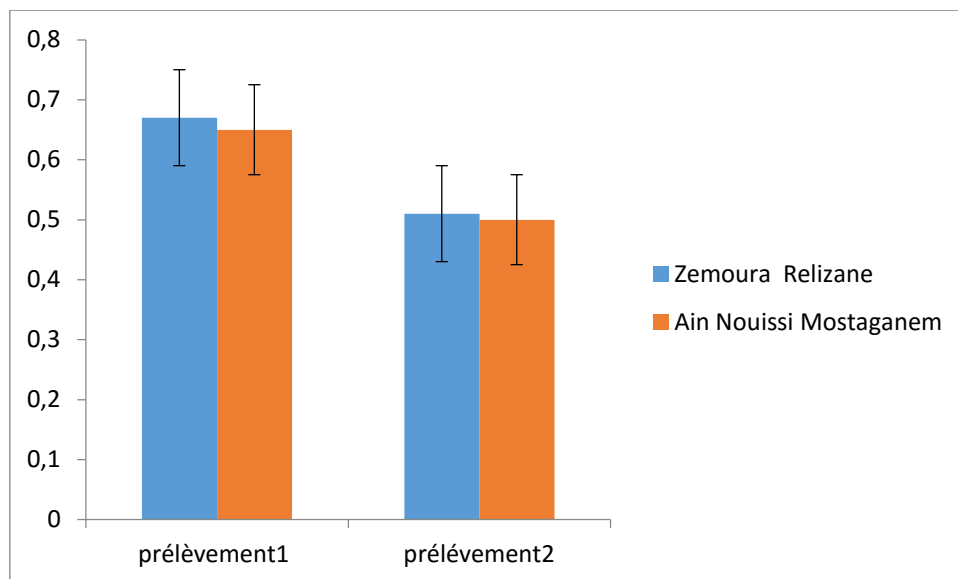


Figure 18: Matières minérales du lait des deux régions (g/100g).

II.1.5 Matière grasse

Le facteur système alimentaire présente un effet significatif ($P < 0.05$) sur la teneur de la matière grasse du lait issu des régions étudiées (tableau 20)

Le contenu lipidique apparaît en proportion plus élevée (2.10%) dans le prélèvement 1 que celui du prélèvement 2 (1.73%) pour le site de Zemoura, alors qu'il était de 1.05% et de 1.37% pour les prélèvements 1 et 2 de la région d'Ain Nouissy.

Tableau 20: La teneur en matière grasse du lait des deux régions

	Zemoura Relizane		Ain Nouissy Mostaganem		Effet facteur
	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Alimentation
Matière grasse (g/100g)	2.10±1.06	1.73±0.50	1.05±0.04	1.37±0.42	P <0.05

Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type

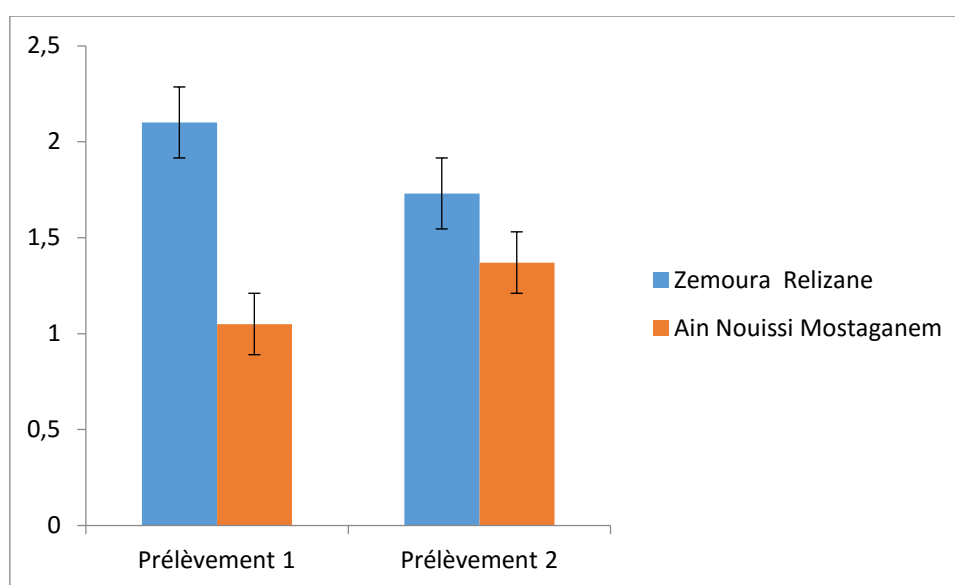


Figure 19: Matière grasse des deux régions (g/100g).

III.2 Analyse physico-chimique du beurre de lait de vache

III.2.1 Matière sèche

L'analyse de variance a montré que le système alimentaire présente un effet hautement significatif ($P < 0.01$) sur la teneur de la matière sèche du beurre (tableau 21).

Nous avons constaté aussi que les échantillons du beurre de la région de Zemoura (prélèvements 1 et 2) présentent des valeurs respectives de 75.74% et de 74.66% par rapport au premier prélèvement (80.63%) et le deuxième prélèvement (79.47%) de la région d'Ain Nouissy.

Tableau 21: La teneur en matière sèche du beurre pour les deux régions.

	Zemoura Relizane		Ain Nouissy Mostaganem		Effet facteur
	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Alimentation
Matière sèche (g/100g)	75.74±2.226	74.66±0.92	80.63±2.29	79.47±1.958	P <0.01

Chaque valeur est la moyenne de 3 échantillons (n=3) suivie de l'écart type

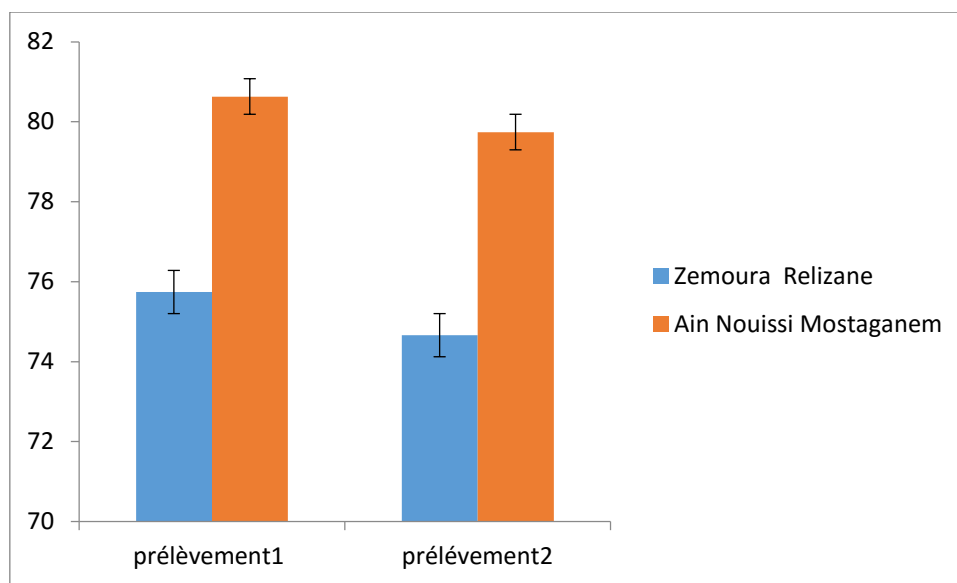


Figure 20: Matière sèche du beurre de deux régions (g/100g).

III.2.2 Eau

Selon les résultats, il ressort que l'alimentation exerce un effet significatif ($P < 0.05$) sur la quantité d'eau présente dans le beurre (tableau 22).

La teneur en eau est inversement proportionnelle à celle de la matière sèche ; elle représente 23.92% pour le prélèvement 1 et 25.34% pour le prélèvement2 pour la région de zemoura, alors qu'il est de l'ordre de 19.37% et 20.52% pour les deux prélèvements respectifs issus de la région d'Ain Nouissy.

Tableau 22: Teneur en eau du beurre de deux régions

	Zemoura Relizane		Ain Nouissy Mostaganem		Effet facteur
	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Alimentation
Eau (%)	23.92±2.51	25.34±0.92	19.37±2.29	20.52±1.95	P <0.05

Chaque valeur est la moyenne de 3 échantillons (n=3) suivie de l'écart type

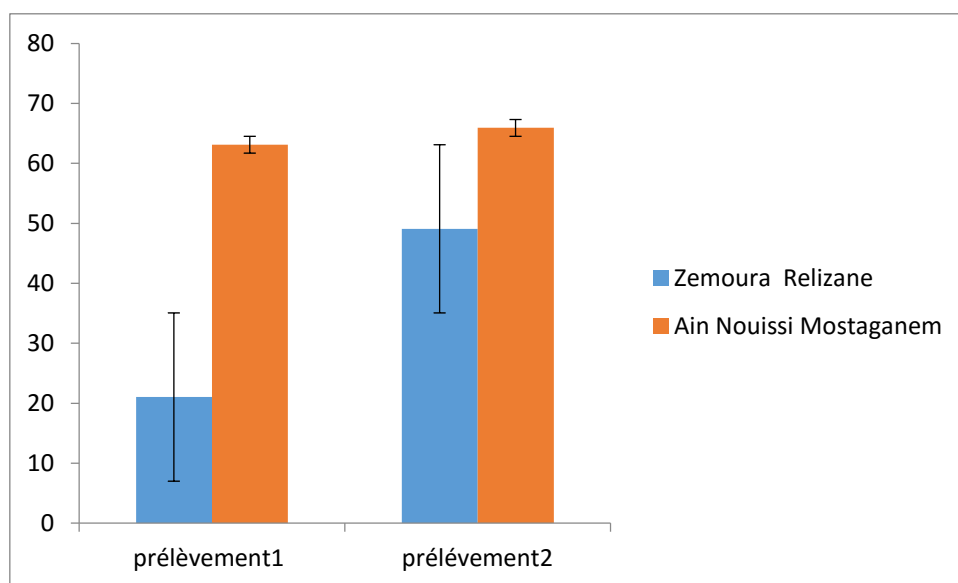


Figure 21: Eau du beurre de deux régions (%).

III.2.3 Indice de saponification

L'analyse de variance a montré que le système alimentaire possède un effet significatif ($P < 0.05$) sur l'indice de saponification du beurre des deux régions (Tableau 23)

Nous avons enregistré une teneur en indice plus élevée (49,08 mg) dans le prélèvement 2 que dans le premier prélèvement (21,03 mg) pour les échantillons de Zemoura, alors que les valeurs enregistrées pour l'indice de saponification sont relativement proches, 63,11 mg et 65,91 mg.

Tableau 23: L'indice de saponification du beurre des deux régions.

	Zemoura Relizane		Ain Nouissy Mostaganem		Effet facteur
	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Alimentation
Indice de saponification (mg/g)	21,03±0,02	49,08±0,01	63,11±0,02	65,91±0,03	P <0.05

Chaque valeur est la moyenne de 3 échantillons (n=3) suivie de l'écart type

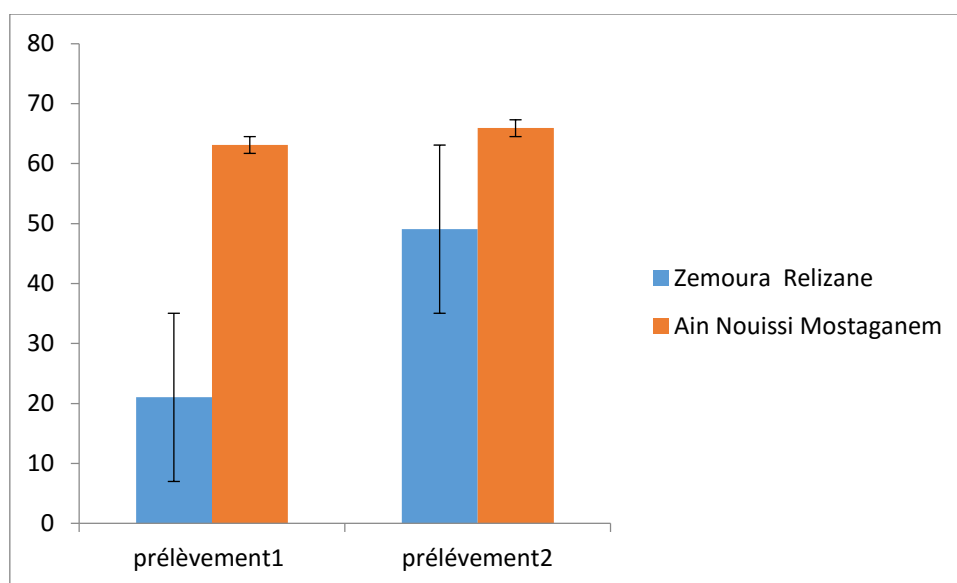


Figure 22: Indice de saponification du beurre des deux régions (Mg/g)

III.2.4 Indice de peroxyde

L'analyse de variance a montré que le système d'alimentation et la durée de conservation portent un effet hautement significatif ($P < 0.01$) sur l'évolution de l'indice de peroxyde du beurre des deux régions.

Suite aux prélèvements issus des deux régions (Zemoura et Ain Nouissy) nous avons constaté une augmentation de l'indice de peroxyde selon la durée de conservation du jour 0 au jour 21.

Pour la région de Zemoura, l'indice de peroxyde varie de 10.66 μg à 29.3 μg au prélèvement 1 et pour le prélèvement 2 il varie de 4.00 μg à 29.3 μg . Au prélèvement 1, il varie de 13.3 μg à 34.6 μg et au prélèvement 2 de 16.0 μg à 25.33 μg dans la région d'Ain Nouissy, comme indiqué au tableau 24.

A noter que l'indice de peroxyde des prélèvements de la région de Zemoura est nettement supérieur (74.97%) à celui des prélèvements de la région d'Ain Nouissy 49.19%

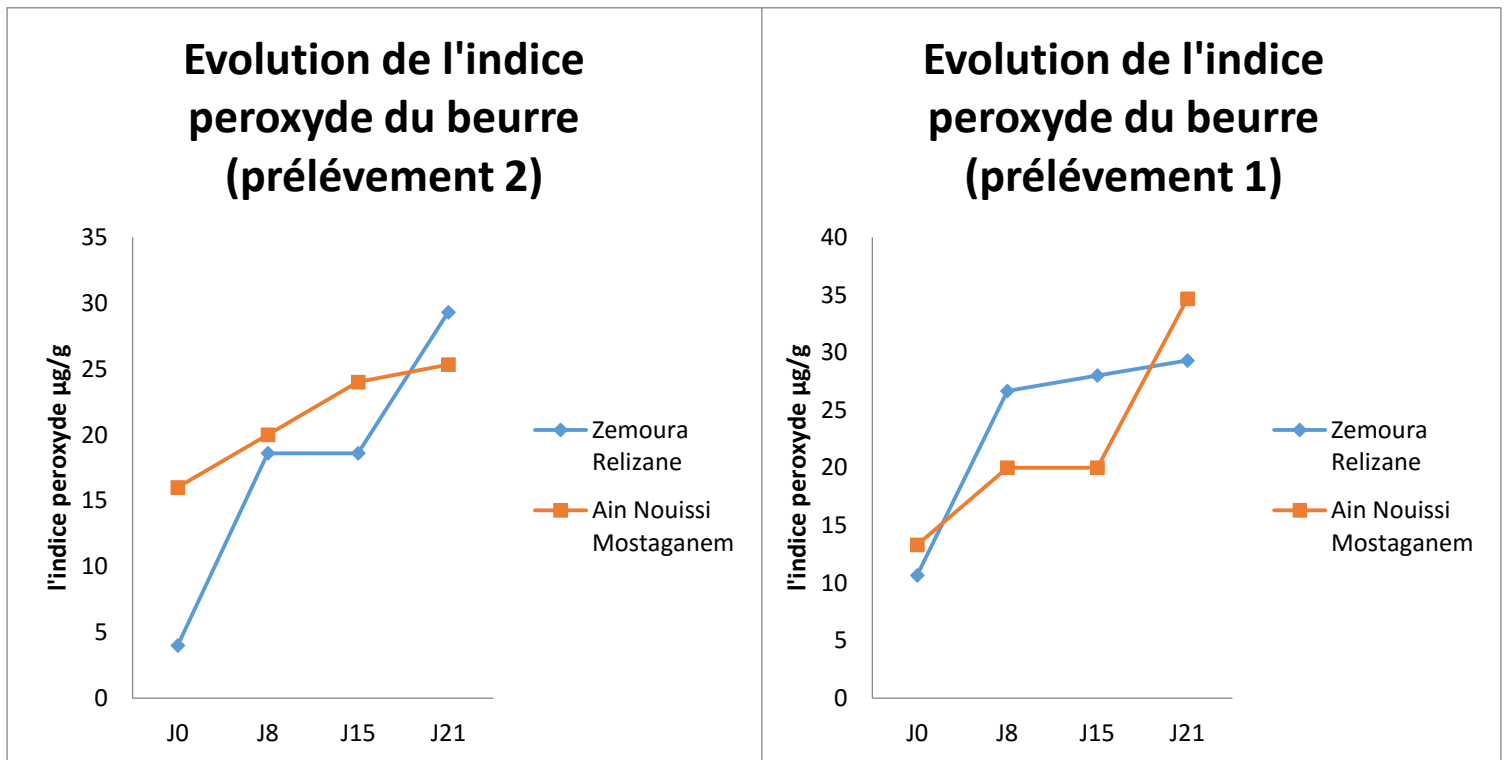


Figure 23: Evolution de l'indice de peroxyde des deux régions.

Indice de peroxy de ($\mu\text{g/g}$)	Zemoura Relizane								Ain Nouissy Mostaganem								Effet facteur	
	Prélèvement 1				Prélèvement 2				Prélèvement 1				Prélèvement 2				Alimentation	Durée de conservation
	J0	J8	J15	J21	J0	J8	J15	J21	J0	J8	J15	J21	J0	J8	J15	J21		
	10.66	26.66	28.00	29.3	4.00	18.60	18.66	29.3	13.3	20.0	20.0	34.6	16.0	20.0	24.0	25.33	P <0.01	P <0.01
	\pm 2.30	\pm 6.11	\pm 4.00	\pm 4.6	\pm 2.02	\pm 2.30	\pm 2.30	\pm 2.03	\pm 2.30	\pm 4.00	\pm 2.6	6 \pm 2.30	\pm 4.00	\pm 4.00	\pm 4.00	\pm 4.61		

Chaque valeur est la moyenne de 3 échantillons (n=3) suivie de l'écart type

Tableau 24: Evolution de l'indice de peroxyde du beurre de lait vache des deux régions selon le facteur d'alimentation et la durée de conservation.

III.2.5 Indice d'acide

Le facteur système alimentaire et la durée de conservation présente un effet hautement significatif $P < 0.01$ sur l'évolution de l'indice d'acide du beurre des deux régions.

On note dans la région de Zemoura un indice d'acide évoluant de 0.93mg à 1.26mg au prélèvement 1 et un indice de 0.83 mg à 0.98 mg au prélèvement 2 selon les jours de conservation de J0 à J21, comme indiqué au tableau 25.

Pour une durée de conservation du jour J0 au jour J21 l'indice d'acide varie de 0.72 mg à 1.4 mg au prélèvement 1 et de 0.65mg à 0.74mg au prélèvement 2 de la région d'Ain Nouissy.

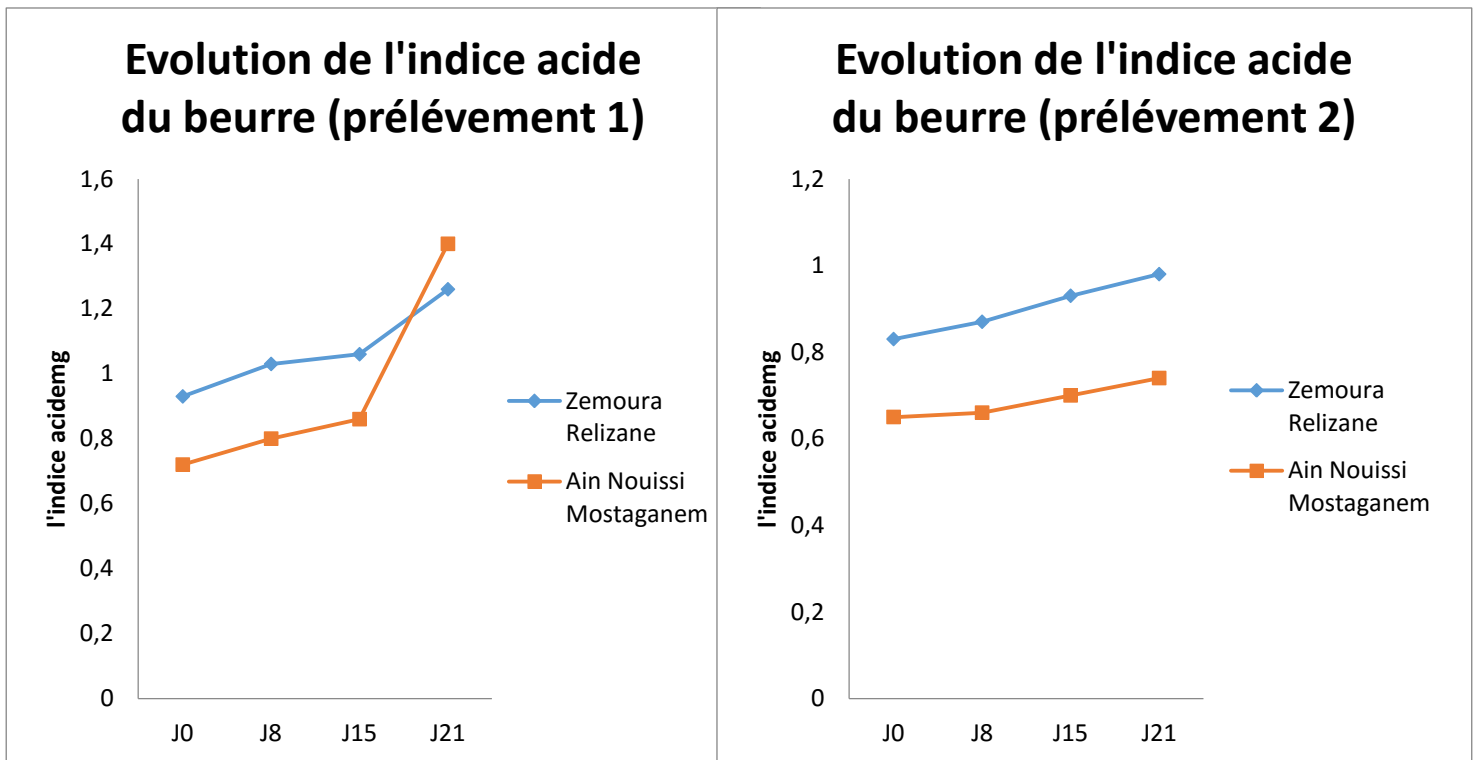


Figure 24: Evolution de l'indice d'acide des deux régions.

Indice acide (mg/g)	Zemoura Relizane								Ain Nouissy Mostaganem								Effet facteur	
	Prélèvement 1				Prélèvement 2				Prélèvement 1				Prélèvement 2				Alimentation	Durée de conservation
	J0	J8	J15	J21	J0	J8	J15	J21	J0	J8	J15	J21	J0	J8	J15	J21		
	0.93	1.035	1.064	1.26	0.83	0.87	0.93	0.98	0.72	0.80	0.86	1.4	0.65	0.66	0.7	0.74	P <0.01	P <0.01
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±		
	0.051	0.018	0.006	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.04	0.01	0.06	0.05	0.03	0.06	0.05	0.03		

Chaque valeur est la moyenne de 3 échantillons (n=3) suivie de l'écart type

Tableau 25: Evolution de l'indice d'acide du beurre de lait vache des deux régions selon le facteur d'alimentation et la durée de conservation.

III.2.6 Degré de peroxydation lipidique du beurre

Les résultats sont représentés dans le Tableau 6 dont le MDA est exprimé en μg par Kg de matière humide. Le degré de la peroxydation des lipides de la viande, est estimé par la quantité du malonaldéhyde (MDA) mesurée dans le beurre de chaque région.

L'analyse de variance des teneurs en malondialdéhyde (MDA) a montré que les deux facteurs (système d'alimentation et la durée de conservation) ont un effet hautement significatif ($P < 0,01$) sur le taux de MDA produit.

Nous avons constaté une augmentation significative de ce paramètre selon des durées de conservation du jour 0 au jour 21.

Pour la région de Zemoura, le degré de peroxydation lipidique varie de 0.11 mg à 0.53mg au prélèvement 1 ce qui démontre une évolution approximative de 5 fois et pour le prélèvement 2 il varie de 0.13 mg à 0.75mg donc une évolution d'a peu près de 7 fois. Au prélèvement 1 il varie de 0.12 mg à 0.73 mg et au prélèvement 2 de 0.13 à 0.75 dans la région d'Ain Nouissy, ce qui donne une évolution de 6 fois pour les deux comme indiqué au tableau 26.

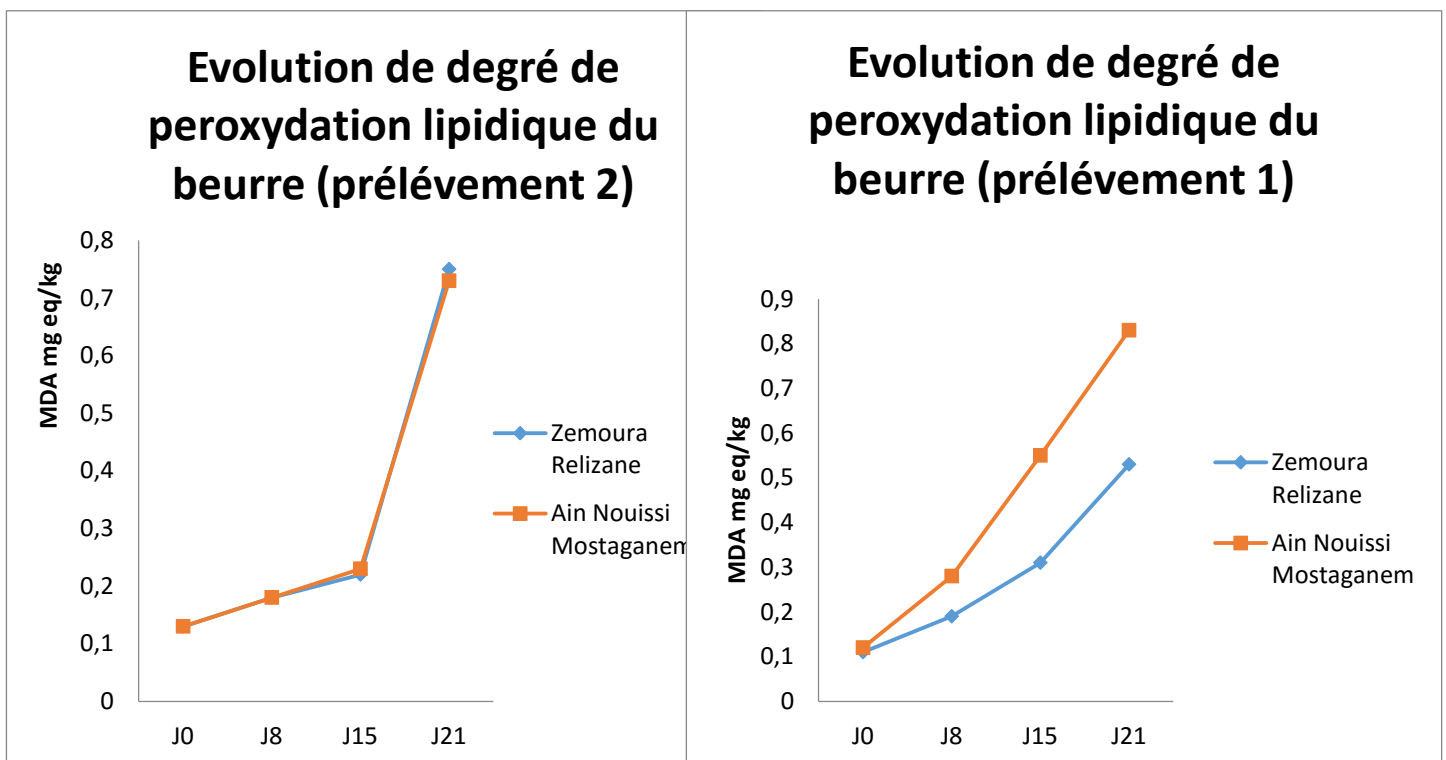


Figure 25: Evolution de degré de peroxydation lipidique des deux régions.

	Zemoura Relizane								Ain Nouissy Mostaganem								Effet facteur	
	Prélèvement 1				Prélèvement 2				Prélèvement 1				Prélèvement 2				alimentation	Duré de conservatio n
	J0	J8	J15	J21	J0	J8	J15	J21	J0	J8	J15	J21	J0	J8	J15	J21		
MDA (mg eq/kg)	0.11 ± 0.02	0.19 ± 0.08	0.31 ± 0.08	0.53 ± 0.08	0.13 ± 0.02	0.18 ± 0.03	0.22 ± 0.13	0.75 ± 0.05	0.12 ± 0.02	0.28 ± 0.03	0.55 ± 0.04	0.83 ± 0.08	0.13 ± 0.07	0.18 ± 0.05	0.23 ± 0.02	0.73 ± 0.54	P <0.05	P <0.01

Chaque valeur est la moyenne de 3 échantillons (n=3) suivie de l'écart type

Tableau 26: Evolution de degré de peroxydation lipidique du beurre de lait vache des deux régions selon le facteur d'alimentation et la duré de conservation.

IV. Résultats d'analyses organoleptiques du beurre

Les panelistes ont jugé les échantillons du beurre selon ; l'apparence extérieure, la texture, le gout et l'odeur. Les fiches de dégustation permettent de porter un jugement qualitatif sur le beurre, enfin un classement de préférence est effectué par les dégustateurs.

Selon les résultats obtenus, les panélistes ont suggéré que le beurre de la région de Relizane possède une coloration homogène (35%) et une couleur blanche (60%). Pour la texture 40% des dégustateurs ont noté que le produit présente une certaine hétérogénéité et qu'il est sableux (30%) et facile a tartiné (65%). En ce qui concerne le gout et l'odeur la majorité des dégustateurs 80% ont jugé que le beurre présente une odeur et un gout agréable peu prononcée (35%).

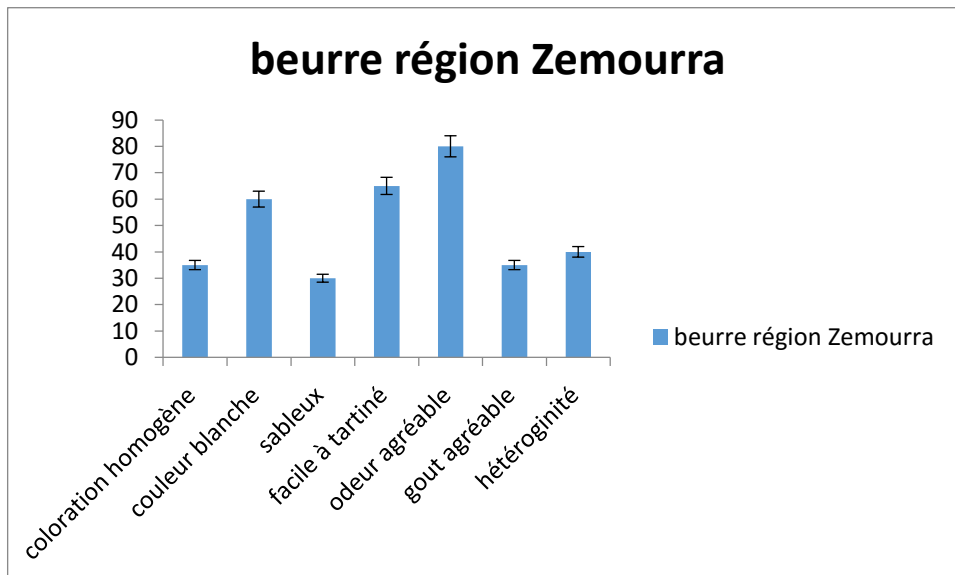


Figure 26: Résultats d'analyses organoleptiques du beurre de la région de Zemoura en pourcentage.

Pour le beurre de la région de Mostaganem 45% des panélistes considèrent que l'échantillon possède un aspect poreux, la majorité, (95%) ce sont mis d'accord que ce dernier présente une couleur jaune par rapport au beurre de la région de Zemoura. A propos de la texture, les dégustateurs ont jugé le beurre comme étant homogène, facile à tartiner et ferme avec un pourcentage de 60%, 70%, et 50%, respectivement. Pour le gout et l'odeur 65% des dégustateurs ont noté que le beurre est rance par rapport au beurre de zemoura qui possède une odeur et un gout agréable.

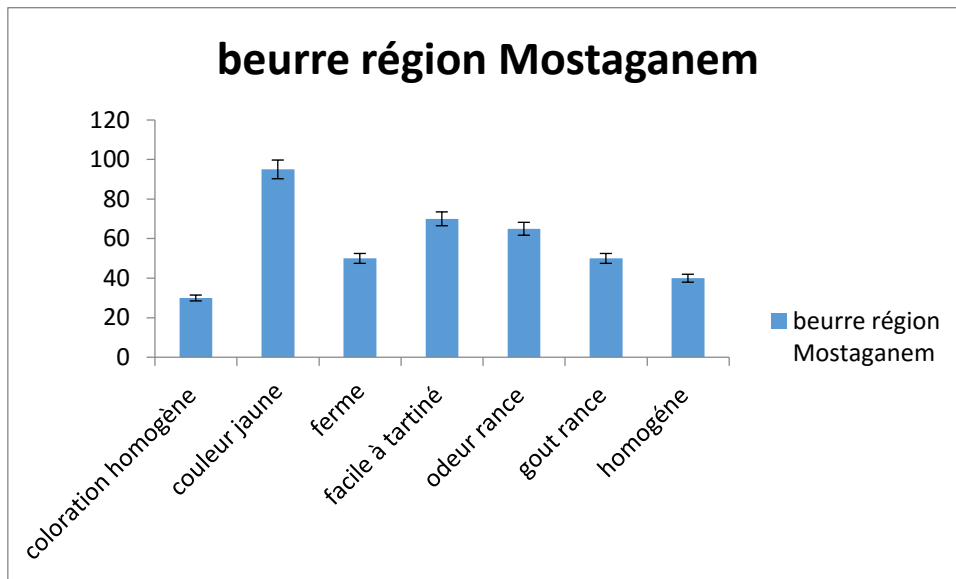


Figure 27: Résultats d’analyses organoleptiques du beurre de la région de Mostaganem en pourcentage.

En ce qui concerne le beurre industriel les panels ont constaté que ce dernier présente une coloration crème (40%) tandis que 100% ont noté qu’il est homogène. La majorité 80%, 90% suggérèrent que le beurre industriel est facile a tartiner et est ferme. Pour le gout et l’odeur la plus part des panels ont noté que le beurre présente un gout et une odeur de noisette avec 60%, 45% respectivement

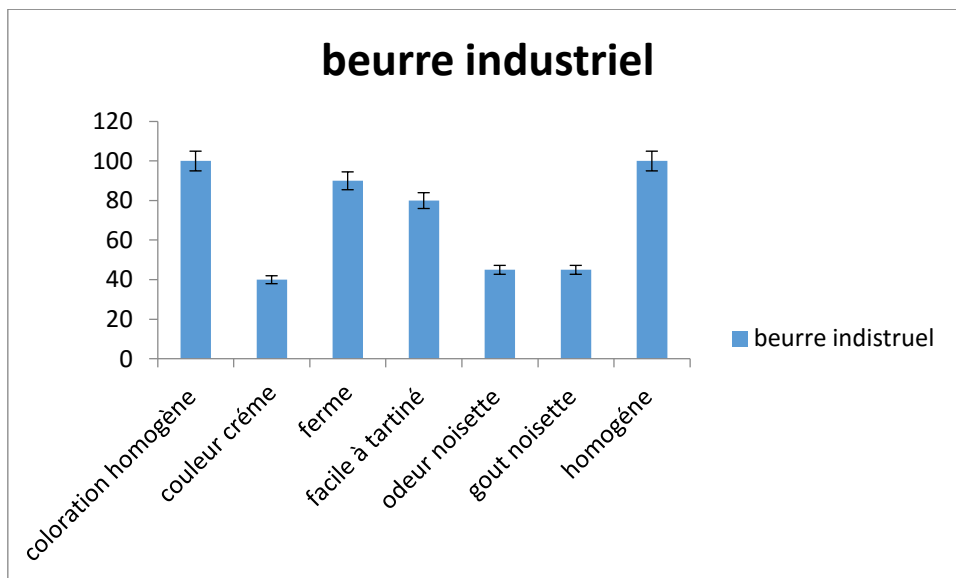


Figure 28: Résultats d’analyses organoleptiques du beurre industriel en pourcentage.

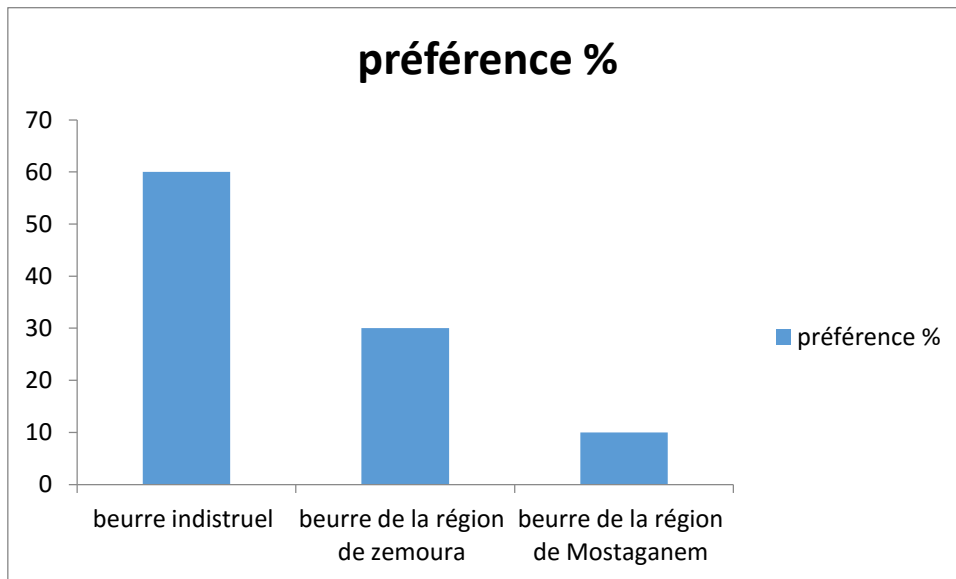


Figure 29: Les préférences des consommateurs en pourcentage.

La figure 29 montres les préférences des 20 panélistes, dont 60% entre eux ont apprécié le beurre industriel pour ces qualités sensorielles tandis que 30% ont préférés le beurre de la région de Zemoura, contre 10% ont choisi le beurre de la région de Mostaganem.

V. Discussion

V.1 Influence de système alimentation sur les paramètres de lait cru

Les valeurs moyennes enregistrées pour l'acidité (17.66°D et 20.66°D) dans la région de Zemoura VS (19°D et 19.33°D) pour la région d'Ain Nouissy du lait sont supérieures à celle d'**Aboutayab, (2005)** dont l'acidité varie de 16°D à 18°D.

Les valeurs moyennes enregistrée de pH (6.83 à 6.64) pour les deux régions sont comparable à celle de **Sharma, 2006 ; Kailasapathy et al, 2011** qui sont de 6,6 et 6,8 à 20°C.

Selon **Mathieu (1998)**, le pH du lait cru varie de 6.5 à 6.8. Sa mesure renseigne sur l'état de fraîcheur du lait (**Luquet, 1985**).

Le pH et l'acidité dépendent des conditions hygiéniques lors de la traite, de la microflore microbienne et de son activité (**Amiot et al, 2010**).

Selon **Mathieu 1998**, les variations de pH et l'acidité sont liées au climat, au stade de lactation, à la disponibilité alimentaire, à l'apport hydrique, à l'état de santé des vaches et aux conditions de la traite.

Selon **Labioui, (2009)** le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et de son activité métabolique.

En ce qui concerne la moyenne de l'extrait sec total du lait (EST), elle est comparable à celles rapportées par plusieurs auteurs (10,5 – 14,5%) (**Vignola et al, 2002 ; Chandan et al, 2006 ; Kailasapathy et al, 2008**). La variation de l'extrait sec totale et due probablement à la composition du lait en macronutriments (protéines, lipides.) Elle peut être influencée par plusieurs facteurs tels que le stade de lactation, l'alimentation, le numéro de vêlage.

Les valeurs enregistrées qui varie de (2.10 à 1.05%) pour la matière grasse du lait des deux régions sont inférieures à celles rapportées par **Amiot et al (2010)**, (2,5 à 5%).

La différence qui existent entre nos valeurs et celles citées par d'autres auteurs peut être due à des variations liées au climat, la race au stade de lactation, à la disponibilité alimentaire, et aux conditions de la traite et de transport comme cela a été justifié par **Walstra et al (1999)**, **Chandan et al (2008)** et **Kailasapathy et al (2011)**.

Selon certains auteurs, il ressort que la teneur en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite et ces deux taux ont tendance à diminuer au cours des lactations successives (**Meyer et Denis, 1999**).

En ce qui concerne la moyenne de la matière minérale, elle est inférieure à celle rapportée par le journal officiel (0.7% à 0.75) (**JORA n°069 du 27-10-1993**).

La composition du lait en minéraux varie est soumise aux variations des saisons à l'alimentation et l'état de santé des vaches (**Amiot et al, 2002**).

V.2 Influence des systèmes alimentaire et la durée de conservation sur les paramètres du beurre traditionnel

La teneur en matières sèches pour les échantillons du beurre des deux régions varie de 80.63% à 74.66%, nos résultats sont comparables à celle de **LATRECHE, 2016** dont la matière sèche est de 74.87%.

Les valeurs enregistrées pour la quantité d'eau du beurre varient de 19.37% à 25.34%. Selon **El-Marrakchi et al (1986) ; Lahsaoui, (2009)**, la différence des paramètres physicochimiques du beurre cru fabriqué par la méthode traditionnelle peut être liée, à la qualité physicochimique et à l'activité microbienne de lait cru utilisé pour leur fabrication et aussi à la méthode de fabrication traditionnelle.

La moyenne enregistrée pour l'indice de saponification montre que le beurre de la région de Mostaganem (63,11mg et 65,91mg) est plus saponifiable par rapport aux échantillons du beurre de la région de Relizane (21,03mg et 49,08 mg), cette variabilité entre les deux peut être due à la composition chimique des produits en acide gras à longue chaîne mais peut être à richesse en calcium.

Un indice de saponification faible correspond à des acides gras comportant une chaîne de Carbone plus longue, cet indice permet de caractériser un acide gras en fonction de la longueur de sa chaîne.

Les valeurs trouvées pour l'indice de peroxyde montrent que le beurre de la région de Zemoura est un produit peu oxydé. En comparant les deux échantillons, nous remarquons, cependant, que le beurre de la région de Mostaganem serait plus susceptible à la peroxydation que le beurre de Zemoura. Cette faible peroxydation s'explique par les conditions de conservation du produit : entreposage à l'abri de l'air et de la lumière, aussi on indique que les régimes alimentaires possèdent un effet d'antioxydant. Puisque l'autoxydation des acides gras insaturés (RH) procède une ensemble de réactions en chaîne aux quelles participent surtout les radicaux libres dans la matière grasse fraîche.

L'acidité renseigne sur le niveau de la lipolyse dans le produit, elle constitue un critère de qualité pour le beurre. L'intensité de l'hydrolyse de la matière grasse, exprimée en indice d'acide, est plus élevée d'un échantillon à l'autre. Cette augmentation est le témoin d'une forte lipolyse. En effet, au cours de l'évolution de la matière grasse en fonction de la durée de conservation, les acides gras à courte chaîne sont plus facilement libérés et l'acide butyrique est préférentiellement hydrolysé (**El-Marrakchi A et al, 1986**).

En ce qui concerne le degré de peroxydation lipidique, les résultats montrent que le taux en (MDA) est potentiellement lié à la teneur en lipides dans chaque échantillon, ils dépendent de la teneur de la matière grasse plus la quantité de matière grasse est importante plus le produit est vulnérable à l'oxydation. Le beurre de la région de Mostaganem semble être plus oxydé c'est probablement due à la composition en AGPI ou la carence en antioxydant naturel comme le tocophérol, caroténoïde.

Selon (**Hesieh et Kinsella, 1989**) Les facteurs qui influencent l'oxydation des lipides sont nombreux. Il s'agit d'une part de facteurs intrinsèques tels que la composition en résidus d'acides gras des lipides (nombre et position d'insaturations), la présence de pro-oxydant (Ions métalliques, hèmes, enzymes) ou d'antioxydant naturels (tocophérol, caroténoïde). D'autre part des facteurs extrinsèques sont la température, la lumière, la pression partielle en oxygène, l'activité de l'eau.

L'oxydation des lipides a évolué a cours la période du stockage cette évolution et probablement du a la dégradation des lipides c qui cause une augmentation de la teneur des peroxyde et malonaldéhyde.

V.3 Influence de système alimentation sur les paramètres organoleptique du beurre

MARTIN et COULON (1995) ont montré que, des différences de caractéristiques organoleptiques des produits laitiers pouvaient être associées à des natures différentes de fourrage (foins ou pâtures).

MONNET *et al* (2000) ont mis en évidence des associations entre des typologies floristiques des pâturages et les caractéristiques organoleptiques des fromages.

L'effet de l'utilisation de l'ensilage de maïs dans la ration a été testé dans des travaux qui ont comparé des fromages ou des beurres obtenus avec du lait de vaches nourries exclusivement avec de l'ensilage de maïs ou avec des rations à base d'herbe utilisée sous forme de pâturage (**HURTAUD *et al*, 2002**), de foin (**VERDIER *et al*, 1995 ; HURTAUD *et al*, 2002**) ou d'ensilage (**VERDIER *et al*, 1995 ; HOUSSIN *et al*, 2002 ; HURTAUD *et al*, 2004**).

(**HURTAUD *et al*, 2002**) ont montré que l'ensilage de maïs a conduit à des fromages ou des beurres plus blancs, plus fermes et globalement moins appréciés.

(**PRACHE *et al*, 2002**) ont montré que les caroténoïdes trouvés dans l'herbe joue un rôle comme un antioxydant et qu'ils sont responsable de la coloration jaune des produits laitiers.

(**COUVREUR *et al*, 2006**) ont noté que les beurres ont également été moins humides et une décroissance linéaire de la dureté, de la fermeté en bouche et de la saveur rance du beurre a été mise en évidence lorsque de l'herbe verte représentait 0, 30, 60 et 100% d'une ration à base d'ensilage de maïs.

CARPINO *et al* (2004) ont montré, en conditions de pâturage méditerranéen, qu'il suffisait de 3 kg d'herbe verte (15% de la ration) ingérés en plus d'une ration complète (à base d'ensilage de maïs, de foin et de concentrés) pour que les fromages ou le beurre soient plus jaunes, moins fermes, avec des odeurs plus "herbacées" et "florales".

Conclusion

Le lait et les produits laitiers notamment le beurre, reste des produits alimentaires très attractifs de par ses apports nutritionnels et organoleptiques. Ces produits sont influencés par la nature des apports alimentaires.

Le but de cette expérimentation était d'étudier l'impact des systèmes alimentaires des vaches sur les propriétés nutritionnelles et microbiologiques du lait prélevé dans deux régions (Zemoura et Ain Nouissy) d'une part et sur les qualités nutritionnelles, sensorielles et la conservation du beurre fabriqué traditionnellement d'autre part.

Les analyses réalisées sur le lait (prélevé à Zemoura et Ain Nouissy) et sur le beurre fabriqué à partir de ce lait permet d'évaluer les différences entre les deux lots.

L'analyse microbiologique du lait a montré que le lait de la région d'Ain Nouissy présente une charge microbienne importante qui dépasse les normes par rapport au lait de la région de Zemoura.

L'analyse de l'acidité du lait a démontré que le système alimentaire ne présente aucun effet significatif ($P > 0.05$). En effet, le lait des deux régions présente une acidité comprise entre 17.66 °D à 20.66°D.

Ainsi, l'analyse de la composition biochimique du lait des deux régions nous révèle que le lait de la région de Zemoura et d'Ain Nouissy est caractérisé par leurs teneurs différentes en lipides. En effet, les lipides totaux apparaissent dans des proportions relativement élevées dans les prélèvements du lait de la région de Zemoura (1.73% à 2.10%) à celle de la région d'Ain Nouissy (1.05% à 1.37%) ce qui explique l'impact de l'alimentation sur la teneur des lipides des deux régions.

Le taux de saponification apparaît plus ou moins dans le beurre de la région de Zemoura 49.08 mg/g contrairement à ceux d'Ain Nouissy (65.91 mg/g), ce qu'explique l'impact de l'alimentation sur l'indice de saponification du beurre des deux régions.

Le beurre fabriqué était conservé à 4°C pendant 21 jours (J0 à J21), dans cette période, une évolution progressive de l'oxydation des lipides est notée au cours de la période de stockage.

La durée de conservation et l'alimentation présentent un effet hautement significatif ($p < 0.01$) sur l'indice de peroxyde, l'indice d'acide et le degré de peroxydation lipidique du beurre des deux régions.

Le beurre de la région d'Ain Nouissy semble être le plus sensible à l'oxydation lipidique par rapport au beurre de la région de Zemoura.

L'indice d'acide apparaît moins élevé dans le beurre de la région de Zemoura (20.74%) contrairement au beurre de la région d'Ain Nouissy (26.45%).

L'alimentation influe sur les propriétés sensorielles du beurre des deux régions. En effet le beurre issu d'une alimentation à base de fourrage vert présente une couleur jaune et une odeur et un goût de rance alors que le beurre issu de l'alimentation du concentré présente une coloration blanche et une odeur et un goût agréable et c'était le plus accepté par les panelistes.

Les résultats confirment l'impact de l'alimentation et la durée de conservation sur la qualité nutritionnelle et sensorielle du beurre, ce qui confirme l'importance des systèmes alimentaires sur la qualité du lait et les produits laitiers.

Toutefois, ce genre d'étude s'avère insuffisant s'il n'est pas parachevé par d'autres études plus basées sur d'autres systèmes d'alimentation et sur les facteurs qui influent sur la qualité nutritionnelle du lait et ses dérivés tel que l'âge, le stade de lactation et le numéro de vêlage afin d'améliorer la qualité et la production laitière dans l'Algérie.

Référence bibliographique

A

AFNOR (1980) : Lait est produit laitiers : méthodes d'analyses. Recueil des normes françaises, 1^{ère} édition, Lait, 80, 503-515.

AGABRIEL, G., COULON, J.B., MARTY, G., CHENEAU, N., 1990. Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache Etude dans des exploitations du Puy-de-Dôme. INRA Prod, Anim., 3(3),137-150.

ALAIS C. (1975). Science du lait. Principe des techniques laitières. Edition Sepaie, Paris

AMIOT J., PAUL P., FOURNIER S., REBEUF Y., SIMPSON R. 2010. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. Dans : VINGOLE C.L. *Science et technologie du lait, transformation du lait*, n°1, p. 1-73.

ANGERS P. 2010. Beurre et fractions de matière grasse laitière. Dans : VIGNOLA C.L. *Science et Technologie du Lait*. Fondation de technologie laitière, Presses internationales polytechnique : Québec, p. 323-347.

ATHAMENA S., CHALGHEM I., KASSAH-LAOUAR A., LAROUÏ S., KHEBRI S., 2010. Activité anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum* L. *Lebanese Science Journal*. Vol 11 (1):72p.

B

BENKERROUM N., TAMIME A.Y. 2004. Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Iben, jben and smen) to small industrial scale. *Journal of Food Microbiol*, vol. 21, p. 399-413.

BERCHE, P. ; LOUIS, G.J. ; SIMONET, M. (1988). Bactériologie, les bactéries des infections humaines. Edition Flammarion. Médecine. Science paris, p.567 et p.594.

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

BLOIS M S., 1958. Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature*. (181) : 1199-1200.

BOCQUIER, E., 1985 IN COULON ET AL., 1991. Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse). *INRA Prod, Anim.*, 4(3).219-228.

BOUGANDOURA N., BENDIMERAD N., 2013. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technologie*. (9): 15p.

BOUTONNIER J.L. 2007. Matière grasse laitière – crème et beurre standard. Villefranchede-Rouergue, France : Techniques de l'ingénieur, p. 1-16.

BOURGEOIS, C.M., MESCLE, J.F. ET ZUCA, J. (1996). Lait et les produits laitiers non fermentés, Microbiologie alimentaires. Tome 1, aspect micro biologique de la sécurité et de la qualité des aliments.

BOURAOUI R., LAHMAR M., MAJDOUB A., DJEMALI M., BELYEA, R., 2002. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Anim. Res.*, 51, 479–491.

BROUTIN, C. ; DIEDHIOU, Y et DIENG, M. (2005). Maitrise de la qualité dans la transformation laitière. Guide de bonne pratique d'hygiène. Fédération nationale des acteurs de filière lait du Sénégal. Fédération des éleveurs indépendants et transformation laitiers du Sénégal. Version validée lors de l'atelier national du 15 novembre 2005, p.105.

C

CARPINO S., HORNE J, MELILLI C., LICITRA G., BARBANO D.M., VANSOEST P.J. (2004) : "Contribution of native pasture to the sensory properties of Ragusano cheese", *J. dairy sci.*, 87, 308-315.

CHANDAN R.C., KILARA A. 2011. Dairy Ingredients for Food Processing. USA : WILEY-BLACKWELL, p. 387-421.

CHANDAN R.C., KILARA A., SHAH N. P. 2008. Dairy Processing & Quality Assurance, USA : Wiley-Blackwell, p. 95.

CHANDAN R.C et KILARA A. et al., (2011). Microbiological aspect of Dairy ingredients. *Dairy Ingredients for food Processing*. Ed . Black well publishing Ltd. Pp. 59-102

CHARRON G. (1986). Les produits laitiers Vol1 les bases de la production. Edition Tec

CHYE, F.Y, ABDULAH, A. and AYOB, M.K. (2004). Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. *Food Microbiol*, 21 : p.535 et p.541.

CNIEL. (2006). Produit laitier. Maison de lait.(Cité dans le mémoire ayant pour thème : Etude physico-chimique du produit laitier traditionnel du sud algérien « jben » Recherche du pouvoir antimicrobien des bactéries lactiques. En vue de l'obtention du diplôme de master en biologie option microbiologie. Université Abdou Bekr Belkaid de Tlemcen Soutenu le : 08/070/2013).

CODEX ALIMENTARIUS, Codex Stan A-6-1978, révisé 1-1999, amendé 2001.

COSSUT J., DEFRENNE B., DESMEDT C., FERROUL S., GARNET S., ROELSTRAETE L., VANUXEEM M., VIDAL D., HUMBERT S. (2002). Les Corps Gras : Entre Tradition et Modernité. Projet réalisé dans le cadre du DESS QUALIMAPA (Gestion de la Qualité Nutritionnelle et Marketing des Produits Alimentaires). Institut Agro-Alimentaire de Lille, Université des Sciences et Technologies de Lille, Institut d'Administration des Entreprises de Lille (2002) : 11, 12, 14, 64, 110. et Doc. 347p.

COULON J-B., CHILLIARD Y. ET REMOND B. (1991). Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques. INRA Prod. Anim., 4 (3).pp: 219-228.

COUVREUR S., HURTAUD C., LOPEZ C., DELABY L., PEYRAUD J.L. (2006) : "The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition and butter properties", *J. dairy sci.*, 89, 1956-1969.

D

DEFORGES J., DERENS E., ROSSET R. et SERRAND M. (1999). Maitrise de la chaîne du froid des produits laitiers réfrigérés. Edition Cemagref Tec et Doc, Paris.

DUBREUIL L., 2000. Système de ventilation d'été. Ministère d'agriculture des pêcheries et de l'alimentation. Québec., <http://www.agr.gouv.qc.ca>.

E

EDIMA H.C., 2007. *Carnobacterium maltaromaticum*: caractéristiques physiologiques et potentialités en technologie fromagère. Thèse de Doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine. 57-66.

ELMARRAKCHI, A., BERRADA, M., CHAHBOUN, M., BENBOUHOUCHE, M., (1986). Etude chimique du smen marocain. Département d'Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale (HIDAOA), Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202-Rabat-Instituts, Maroc. Section de Technologie alimentaire du même Institut. *Le Lait*, 66 (2) 117-120.

F

FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO alimentation et nutrition n° 28.

FAVIER J.C (1985). Composition du lait de vaches- laits de consommation.

FRANWORTH E. et MAINVILLE I. (2010). Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique. Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe.

FREDOT E. 2005. Connaissance des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Paris: TEC & DOC, Lavoisier, p. 295-304.

G

GOT, R les enzymes du lait, ann nutr alim, 1997, 25 : A291- A311.

GUEGUEN et JOURNET. (1961). Le lait, nutrition et santé. Debry G ,2006. ED : tec. Et doc. Lavoisier Paris. 566 p.

GUINOT THOMAS P. AMMOURY M. ET LAURENT F. (1995). Effects of storage conditions on the composition of raw milk. International Dairy Journal N° 5. p: 211-223.

GUIRAUD J.P. 2003. Microbiologie alimentaire. Technique et ingénierie, Paris : Dunod, série Agro-alimentaire, p. 387-433.

GUIRAUD J.P., 1998. Microbiologie alimentaire. 1e Ed., Dunod. Paris. 136-144.

H

HŚIEH, R.J ET KINSELLA J.E., 1989. Lipoxigenase Generation of Specific Volatile Flavor Carbonyl Compounds in Fish Tissue. Journal of agricultural and food chemistry. 37 : 276-286.

HOUSSIN B., FORET A., CHENAIS F. (2002) : “effect of winter diet (corn vs. grass silage) of dairy cows on the organoleptic quality of butter and camembert cheese”, *grassland sci. in europe*, 572-573.

HURTAUD C., BERTHELOT D., DELABY L., PEYRAUD J.L. (2004) : “Winter feeding systems and dairy cows breed have an impact on Camembert and Pont L’evêque PDO cheeses in Normandy”, *grassland sci. in europe*, 8, 1145-1147.

HURTAUD C., DELABY L., PEYRAUD J.L. (2002a) : “evolution of milk composition and butter properties during the transition between winter-feeding and pasture”, *grassland sci. in europe*, 7, 574-575.

HURTAUD C., DELABY L., PEYRAUD J.L. (2002b) : “The nature of the conserved forage affects milk composition and butter properties”, *grassland science in europe*, 7, 576-577

JURTAUD C., GOUDEDRANCHE H., DELABY L., CAMIER-CAUDRON B., PEYRAUD J.-L. (2002C) : “effet de la nature du régime hivernal sur la qualité du beurre et de l'emmental”, *renc. rech. Ruminants*, 9, 369.

J

JARRIGE R., JOURNET M., 1959. Influence des facteurs alimentaires et climatiques sur la teneur en matières grasses du lait. *Ann. Nut. Alim.*, 13, 233-277.

JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCKM P., BRULE G. 2008. Science des aliments: tome 2, technologie des produits alimentaires. Paris : Tec & Doc, Lavoisier, p. 58- 59.

JENSEN R., (1995) Handbook of milk composition-General description of milks, Academic Press, Inc:3 (919 pages)

JOFFIN, C et JOFFIN, J.N. (1999). Microbiologie alimentaire 5^{ème} éd. Collection Biologie Technique : p.211.

JORA n° 32 du 23 mai 2004. Arrêté du 27 mars 2004 rendant obligatoire une méthode de dénombrement des organismes microbiens pour le lait fermenté.

K

KAILASAPATHY K. 2011 . Chemical Composition, Physical and Functional Properties of Milk and Milk Ingredients, Dans : CHANDAN R.C., KILARA A., SHAHN P. Dairy Processing and Quality Assurance, Wiley -Blackwell, Ames, p. 75 – 103.

KEOGH M.K. 2006. Advanced Dairy Chemistry, Chemistry and technology of better and milk fat spreads. 3emeEdition. Cork, Ireland: Springer Science, University College, Vol. 2 p. 333-355.

KIRAT. (2007). Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovins- cas de la wilaya de Jijel en Algérie. Montpellier (France) : CIHEAM- IAMM. p. 13.

KORNACKI J.L., FLOWERS R.S., ROBERT L., BRADLEY J.R. 2001. Microbiology of butter and related products. Dans: MARTH E.H., STEELE J.L. Applied dairy Microbiol, 2eme édition, revised and expanded, p.128.

L

LABIOUI H., LAAROUSI E., BENZAKOUR A., EL YACHIOUI M., BERNY E. ET OUHSSINE M. (2009). Étude physico-chimique et Microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2009, 148. p: 7-16.

LAHSAOUI S., 2009. Etude du procédé de fabrication d'un produit laitier traditionnel algérien (Kilila). Thèse de doctorat d'état : Département d'Agronomie : Université de Batna. Algérie.

LATRECHE Bilal et al, « Caractérisation des bactéries lactiques isolées du beurre cru, évaluation de leurs aptitudes technologiques et leur utilisation dans la fabrication de la crème sure », mémoire de magister, université des frères mentouri constantine, 2016.

LARPENT J.P, LARPENT G. M. (1997). Mémento technique de microbiologie, 3^{ème} éd. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. P.39 et p.42.

LEBRES A.D., HAMZA A. 2002. Cours national d'Hygiène et de microbiologie des aliments «Microbiologie des laits et produits laitiers. Institut Pasteur d'Algérie.

LE QUELLEC, J. L., TREAL, C., RUIZ, J. M., 2006. Maisons du Sahara: habiter le désert, éd. Hazan, Paris, p.180.

LERYAL. G. & VIERLING F, (2007). Microbiologie et toxicologie des aliments

LEVEAU J.Y. ET BOUIX M., 1993. Microbiologie industrielle : les microorganismes d'intérêt industriel. Tec & Doc, Lavoisier. Paris. 85-87.

LEYRAL G. ET VIERLING É. (2007). Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4^e édition Biosciences et techniques. 87p.

LINDEN, G. les enzymes in CEPIL. LE lait matiere premiere de l'industrie laitiere, CEPIL-INRA, paris, 1987, 121-127

LUQUET F. M. (1985). Laits et produits laitiers - Vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie. Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris.

M

MAATAOUI B S., HMYENE A., HILALI S., 2006. Activités anti-radicalaires d'extraits de jus de fruits du figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*). *Lebanese Science Journal*. (1):3-8.

MAHAUT M., JEANTET R., BRULÉ G. 2000. Les produits laitiers. LONDRESPARIS- NEW YORK : Lavoisier, Tec & Doc.

MARTIN B., COULON, J.B. (1995) : “Facteurs de production du lait et caractéristiques des fromages. II. Influence des caractéristiques des laits de troupeaux et des pratiques fromagères sur les caractéristiques du reblochon de Savoie fermier”, *lait*, 75, 133-149.

MATHIEU J. (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris.

MAURICE, Y. (1998). Analyse industrielle de la laiterie Shola : points critiques et facteurs de risques sanitaires. Rapport CIRAD-EMVT n^o 96057, septembre 1996, Montpellier, France, p.43

MEDDOUR A., YAHIA M., BENKIKI N., AYACHI A., 2013. Étude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du capparispinosa l. *Lebanese Science Journal*. Vol 14 (1): 52p.

MEYER C. et DENIS J.P.(1999). Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition Quae. CTA, presses agronomique de Gembloux. (Cité dans le mémoire ayant pour le thème : qualité microbiologique du lait cru destinier à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérien. En vue de l'obtention du diplôme magister en science alimentaires. Option : biotechnologie alimentaire Université Mentouri de Constantine le 2011-2012).

MITTAINE, J. (1980). Les laits autres que le lait de vache.

MOLYNEUX P., SONGKLANAKARIN J., 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *SciencesTechnology* .Vol 26 (2) : 211-219.

MONNET J.-C., BÉRODIÈRE F., BADOT P.M. (2000) : “Characterization and localization of a cheese georegion using edaphic criteria (Jura Mountains, France)”, *J. dairy sci.*, 83, 1692-1704.

PAUL A. 2010, beurre et fractions de matière grasse laitière, Dans: VINGOLE C.L. *Science et Technologie du lait*, presses polytechnique, n°5, p. 323-347.

PETERS, R., CHAPIN, L.T., EMERY, R.S., TUCKER, H.A., 1981. Milk yield, feed intake, prolactin, growth hormone and glucocorticoid response of cows to supplemental light. *J. Dairy Sci.*, 64, 1671-1678.

PHILLIP, S C.J.C., SCHOFIELD, D S.A., 1989. The effect of supplementary light on the production and behaviour of dairy cows. *Anim. Prod.*, 48, 293-303.

POPOVICI C., SAYKOVA I., TYLKOWSKI B., 2009. Evaluation de l'activité antioxydante des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel*.

PRACHE S., PRIOLO A., TOURNADRE A., JAILLER R., DUBROUCQ H., MICOL D., MARTIN B. (2002) : "Traceability of grass-feeding by quantifying the signature of carotenoid pigments in herbivores meat, milk and cheese", *grassland sci. in europe*, 7, 592-593.

R

RAINARD P. et RIOLLET C. (2006). Innate immunity of the bovine mammary gland. *Veterinary Research*, 37 ; p.369 et p.400.

ROSEC J.P ET GUIRAUD J.P (2004). *Pratique des normes en microbiologie alimentaire*. Edition AFNOR. 95p.

S

SHARMA R. 2006. *Chemical and Microbiological Analysis of Milk and Milk Products*. Bhopal, Madhya Pradesh (India), p. 10- 170.

SINGLETON V L., ROSSI J A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Technology and Viticulture*. (16) : 144-153.

STOLL W, (2003), *Vaches laitières – l'alimentation influence la composition du lait*, vol 9.

V

VERDIER I., COULON J.B., PRADEL P., BERDAGUÉ J.L. (1995) : "effect of forage type and cow breed on the characteristics of matured Saint-Nectaire cheeses", *lait*, 75, 523-533.

VIERLING E. 2003. Chapitre X les corps gras. Dans: *Aliments et boissons : Filières et produits*, 3ème édition : Doin, p.191, 192.

VIGNOLA C.L. 2002. Science et technologie du lait-transformation du lait, Canada : Presses internationales poly techniques, p. 444-460.

VILAIN A.C (2010), Qu'est que le lait ? , Revue française d'allergologie, 50 : p.124 et p.127.

W

WALSTRA, P. (1978), The milk fat globule natural and synthetic, XX International Dairy Congress, Paris, International Dairy Federation, Brussels, 75 5T, p.1 et p.18.

WALSTRA P., GEURTS T.J., NOOMEN A., JELLEMA A., VAN BOEKEL M.A.J.S. 1999. Dairy technology, principles of milk properties and processes. Food science and technology. New York-Basel: Marcel Dekker Inc, p. 325-515.