



République Algérienne Démocratique Et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abbes Laghrou –Khenchela-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Memoire Présenté Pour l'obtention du Diplôme de MASTER

Filière : Biologie Moléculaire et Cellulaire

Option : Biochimie appliquée

Thème

**Etudes comparatives physico-chimiques et  
microbiologiques entre le lait cru de vache, de  
brebis et de chèvre**

Présenté par : **KOUACHI Fatima**

**ACHOUR Salima**

Soutenance le : **31/05/2016**

**Jury de soutenance**

**Président : Dr. FERCHA Azzedine**

**MCB Université Abess Laghrou- Khenchela-**

**Promoteur : Dr. BOUFENNARA Souhil**

**MCB Université Abess Laghrou- Khenchela-**

**Examineur: BOUTARFA Soumia**

**MAA Université Abess Laghrou- Khenchela-**

**Promotion 2015/2016**

*Laboratoire de recherche LNTA de l'institut de la nutrition et d'alimentation et technologies agroalimentaires (INATAA) -  
Constantine -*



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿وَاللَّائِمَاتِ لَكُمْ فِيهَا مِن مِّنَافِعٍ وَمِنْهَا

تَأْكُلُونَ﴾  
الاية 5 من سورة النحل



﴿وَلَئِن لَّمْ فِي اللَّائِمَاتِ لَعِبْرَةٌ لِّمَن يَتَذَكَّرُ لَهَا فَلَئِن لَّمْ يَنصُرُوا اللَّهَ وَرَسُولَهُ أَسْوَءُ بَآئِنًا يَصِفُونَ﴾  
نسقيكم مما في

بطونه من بين فرث ودم لبنا خالصا سائغا

للشائمين﴾  
الاية 66 من سورة النحل



## Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout puissant et philanthrope, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier notre encadreur Dr. BOUFENNERA Souhil, pour ses précieux conseils et ses directives. Son aide était essentielle afin de réaliser ce travail.

Nous envoyons nos vifs remerciements aux : Dr. BOUDJLEL A., directeur de l'institut INATAA et M<sup>me</sup> SEFARI A., responsable du laboratoire de la laiterie SAFILAIT, pour nous avoir acceptées et accueillies dans son laboratoire.

Nous adressons nos remerciements à M<sup>me</sup> BOUGHALLOUT H. (Co-encadreur), pour son aide et sa collaboration.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements aux membres de jury, Dr. FERCHA A. et BOUTARFA S. pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant de le rapporter.

Enfin, on remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction .....	01
<b>Synthèse bibliographique</b>	
I. Généralités sur le lait.....	02
I.1. Définition.....	02
I.1.1. Définition générale.....	02
I.1.2. Définition légale.....	02
I.2. Caractères organoleptique du lait.....	02
I.2.1. La couleur.....	02
I.2.2. L'odeur .....	02
I.2.3. La saveur.....	03
I.2.4. La viscosité .....	03
I.3. Caractéristiques physico-chimiques.....	03
I.3.1. Le pH du lait.....	03
I.3.2. L'acidité du lait .....	03
I.3.3. La densité .....	04
I.3.4. Point de congélation.....	04
I.3.5. Point d'ébullition.....	04
I.4. Composition chimique du lait.....	04
I.4.1. L'eau.....	04
I.4.2. Les glucides.....	05
I.4.3. Les protéines.....	05
I.4.3.1. Les caséines.....	05
I.4.3.2. Les protéines solubles.....	05
I.4.4. La matière grasse.....	06
I.4.4. La matière grasse.....	06
I.4.4.2. Lipides complexes.....	07
I.4.4.3. Stérols.....	07
I.4.5. Les minéraux .....	07
I.4.6. Les oligo-éléments.....	07
I.4.7. Les vitamines.....	07
I.4.7. 2. Vitamines liposolubles.....	08
I.5. La valeur nutritionnelle du lait.....	08
I.5.1. Source protéique .....	08
I.6. Facteurs influençant la variation de composition du lait.....	10
I.6.1. Facteurs intrinsèques.....	10
I.6.1.1. Facteurs génétiques.....	10
I.6.1.2. Stade de lactation.....	10
I.6.1.3. Age ou numéro de lactation.....	10
I.6.1.4. Etat sanitaire.....	10

I.6.2. Facteurs extrinsèques.....	11
I.6.2.1. Alimentation.....	11
I.6.2.2. Climat et saison.....	11
I.7. Les cellules somatiques du lait.....	11
I.8. Qualité microbiologique du lait.....	11
I.8.1. Microflore originelle du lait.....	12
I.8.2. Flore de contamination.....	12
I.8.3. Levures et moisissures.....	13
II. Comparaison entre le lait de vache et lait de brebis et de chèvre.....	13
II.1. Comparaison des caractéristiques organoleptiques.....	13
II.2. Comparaison des caractéristiques physico-chimiques.....	14
II.2.1. Le pH.....	14
II.2.2. L'acidité titrable.....	14
II.2.3. La densité.....	14
II.2.4. La viscosité.....	15
II.2.5. Point de congélation.....	15
II.3. Comparaison de la composition chimique.....	15
II.3.1. Eau.....	16
II.3.2. Matière azotée.....	16
II.3.2.1. Matière azotée protéique.....	16
II.3.2.2. Azote non protéique.....	18
II.3.3. Les glucides.....	19
II.3.3. Les glucides.....	20
II.3.5. Matière minérale.....	21
II.4. La valeur nutritionnelle des trois laits.....	22
II.4.1. Lait de vache.....	22
II.4.2. Le lait de chèvre.....	23
II.4.2. Le lait de chèvre.....	23
II.5. Microbiologie du lait.....	24
II.5.1. Flore totale.....	24
II.5.1.1. Flore originelle.....	24
II.5.1.2. Flore de contamination.....	24
II.5.1.2.1. Flore d'altération.....	24
II.5.1.2.2. Flore pathogène.....	25
II.5.2.3. Levures et les moisissures.....	27
<b>Partie expérimentale</b>	
<b>III. Matériel et méthodes.....</b>	<b>28</b>
III.1. Matériel.....	28
III.2. Méthodes.....	29
III.2.1. Prélèvement et échantillonnage.....	29
III.2.2. Analyses physicochimiques.....	30
III.2.2.1. Mesure de pH.....	30
III.2.2.2. Détermination de l'acidité titrable.....	30
III.2.2.3. Détermination de la densité et de la température.....	32

III.2.2.4. Mesure de la viscosité.....	33
III.2.2.5. Détermination de teneur en matière sèche totale (extrait sec total) (EST).....	34
III.2.2.6. Mesure la teneur en matière minérale .....	35
III.2.2.7. Détermination de la teneur en matière organique.....	35
III.2.2.8. Mesure de la teneur en matière sèche dégraissée.....	35
III.2.3. Analyse biochimique.....	36
III.2.3.1. Détermination de la teneur en lactose.....	36
III.2.3.1. Détermination de teneur en matière grasse du lait (Méthode de Gerber).....	37
III.2.3.2. Dosage des protéines par la méthode de Kjeldahl.....	38
III.2.4. Analyses microbiologiques de lait.....	39
III.2.4.1. Stérilisation du matériel et des milieux de culture.....	39
III.2.4.2. Préparation des suspensions de dilution.....	39
III.2.4.3. Ensemencement.....	39
III.2.4.3. Dénombrement.....	40
III.2.4.4.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile (FAMT) ou Flore « totale...	40
III.2.4.4.2. Dénombrement de la flore lactique.....	41
III.2.4.4.3. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux.....	42
III.2.4.4.4. Dénombrement des germes pathogènes.....	42
III.2.4.4.5. Recherche des levures et Moisissures.....	47
III.2.4. Méthodes statistiques.....	48
III.2.4.1. Analyse de la variance (ANOVA).....	48
IV.2. Étude de la corrélation (le coefficient de corrélation).....	48
<b>IV. Résultats et discussion.....</b>	<b>49</b>
IV.1. Analyse physico-chimique.....	49
IV.1.1. Mesure de pH.....	49
IV.1.2. L'acidité titrable.....	50
IV.1.3. La viscosité.....	51
IV.1.4. La densité.....	52
IV.1.5. Teneur en matière sèche.....	54
IV.1.6. Détermination de teneur en matière minérale.....	55
IV.2. Analyses biochimiques.....	56
IV.2.1. Teneur en lactose .....	56
IV.2.2. Teneur en matière grasse.....	57
IV.2.3. Teneur en protéines.....	58
IV.3. Analyses microbiologiques.....	60
IV.3.1. La flore mésophile aérobie totale.....	60
IV.3.2. La flore lactique.....	62
IV.3.3. Les coliformes.....	63
IV.3.4. Streptocoques fécaux .....	65
IV.3.5. Les germes pathogènes.....	66
IV.3.4. Levures et moisissures.....	68
Conclusion.....	69
Références bibliographiques.....	70
Annexes	

---

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Matériel de prélèvement et transport des échantillons.....	29
<b>Figure 2.</b> Mesure de pH du lait .....	30
<b>Figure 3.</b> Détermination de l'acidité.....	32
<b>Figure 4.</b> Mesure de densité .....	32
<b>Figure 5.</b> Mesure de la viscosité .....	33
<b>Figure 6.</b> Détermination de la matière sèche.....	35
<b>Figure 7.</b> Méthode de détermination de cendres.....	35
<b>Figure 8.</b> Détermination de la teneur en lactose par le spectrophotométrie .....	37
<b>Figure 9.</b> Détermination de la matière grasse par la méthode de Gerber.....	38
<b>Figure 10.</b> Détermination des protéines du lait par méthode de Kjeldhal.....	39
<b>Figure 11.</b> Préparation des suspensions de dilution décimale.....	40
<b>Figure 12.</b> Méthode de recherche de la flore totale.....	41
<b>Figure 13.</b> Méthode de recherche des bactéries lactiques.....	42
<b>Figure 14.</b> Méthode de recherche des coliformes totaux et fécaux.....	43
<b>Figure 15.</b> Méthode de recherche des Salmonelles.....	44
<b>Figure 16.</b> Méthode de recherche des Staphylococcus aureus.....	45
<b>Figure 17.</b> Méthode de recherche des Clostridium sulfite-réducteurs.....	46
<b>Figure 18.</b> Méthode de recherche des Streptocoques fécaux.....	47
<b>Figure 19.</b> Méthode de recherche des levures et moisissures.....	48
<b>Figure 20.</b> Histogramme représente les pH moyens de trois laits.....	50
<b>Figure 21.</b> Représentation graphique des valeurs des acidités moyennes.....	51
<b>Figure 22.</b> Représentation des valeurs de viscosité de trois laits.....	52

<b>Figure 23.</b> Représentation des densités moyennes des trois laits.....	53
<b>Figure 24.</b> Représentation des teneurs moyennes en matière sèche des trois laits.....	55
<b>Figure 26.</b> Représentation des teneurs en lactose de trois laits.....	56
<b>Figure 27.</b> Représentation des teneurs en matière grasse des trois laits.....	57
<b>Figure 28.</b> Représentation des teneurs en protéines pour les trois laits.....	58
<b>Figure 29.</b> Résultat de recherche de flore totale aérobie mésophile.....	62
<b>Figure 30.</b> Représentation de nombres de FTAM dans les trois laits.....	62
<b>Figure 31.</b> Résultat de recherche de la flore lactique sur milieu MRS. ....	63
<b>Figure 32.</b> Représentation ombre de flore lactique dans les trois laits. ....	63
<b>Figure 33.</b> Résultat de recherche des coliformes sur milieu VRBG. ....	64
<b>Figure 34.</b> Représentation de nombre des coliformes totaux dans les trois laits.....	64
<b>Figure 35.</b> Représentation de nombre des coliformes fécaux dans les trois laits.....	65
<b>Figure 36.</b> Résultat de recherche des Staphylocoques sur milieu Chapman.....	66
<b>Figure 37.</b> Représentation de nombre des Staphylocoques dans les trois laits.....	67
<b>Figure 38.</b> Résultat de recherche des clostridies dans les trois laits.....	68
<b>Figure 39.</b> Moisissures observé dans le lait de vache.....	68

<b>Tableau 1.</b> Caractéristiques organoleptiques du lait de vache, lait de brebis et celui de chèvre (Cristiane et Joffin, 1889 ; FAO, 1990 ; Alves De Oliveira, 2006).....	14
<b>Tableau 2.</b> Principales paramètres physico-chimiques du lait cru de brebis et celui de vache (Luquet, 1985 et FAO, 1998).....	15
<b>Tableau 3.</b> Composition moyenne du lait de vache, du lait de brebis et de chèvre (g/l) (Alais et al., 2008 ; Le berre, 1999 ; Debry, 2001).....	16
<b>Tableau 4.</b> Composition moyenne de protéines du lait de vache, de brebis et de chèvre (g/l) (Pelligrini et al., 1994 ; FAO, 1998).....	17
<b>Tableau 5.</b> Concentrations en vitamines du lait de vache, de brebis et celui de chèvre (mg/l) (FAO, 1998 ; Le berre, 1999; FAO, 2002).....	19
<b>Tableau 6.</b> Composition minérale du lait de vache, de brebis et de vache (mg/l) (De La Fuente et al., 1997 ; Jeantet et al., 2007 ).....	22
<b>Tableau 7.</b> Résultats de mesure de pH du lait de brebis, de vache et de chèvre.....	49
<b>Tableau 8.</b> Résultats de détermination l'acidité titrable pour les trois laits (en°D).....	50
<b>Tableau 9.</b> Résultats de mesure de la viscosité du lait ovin, bovin et caprin (en cp).....	51
<b>Tableau 10.</b> Résultats de mesure densité pour les trois laits (g/cm <sup>3</sup> ).....	52
<b>Tableau 11.</b> Résultats des teneurs moyennes en matière sèche du lait de trois espèces (g/l).....	54
<b>Tableau 12.</b> Résultats de teneur en cendres pour les laits des trois espèces (en g/l).....	55
<b>Tableau 13.</b> Résultats de teneur en lactose pour les trois laits (g/l).....	56
<b>Tableau 14.</b> Résultats de teneur en matière grasse des trois laits (g/l).....	57
<b>Tableau 15.</b> Résultats des teneurs en protéines des trois laits (g/l).....	58
<b>Tableau16.</b> Analyse de la variance des résultats des paramètres physicochimiques et biochimique.....	69
<b>Tableau 17.</b> Résultats des analyses microbiologiques du lait cru de vache, brebis et chèvre (UFC/ml).....	60

---

## Liste des abréviations

<b>AFNOR</b>	Association Française de Normalisation
<b>AG</b>	Acide Gras
<b>AGCM</b>	Acides Gras à Courte et Moyenne chaîne
<b>ASPC</b>	Agence de la Santé Publique du Canada
<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>°D</b>	Degré Dornic
<b>Cp</b>	Centi poise
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization of the United Nation (Organisation des Nations pour l'Alimentation et l'Agriculture)
<b>HDL</b>	Lipoprotéine de Haute Densité
<b>MG</b>	Matière grasse
<b>MM</b>	Matière minérale
<b>MS</b>	Matière sèche
<b>pH</b>	Potentiel hydrogène
<b>TB</b>	Taux Butyreux
<b>TP</b>	Taux Protéique
<b>UFC</b>	Unité Formant Colonies

## Résumé

L'objectif de notre travail est consacré à la réalisation d'une étude comparative entre différents laits crus, collectés à partir de trois espèces animales (vaches, brebis et chèvre). Les paramètres de comparaison choisis sont d'ordre physico-chimique et microbiologique.

Les échantillons de lait cru sont constitués de petits mélanges (3 à 5 femelles choisies) issus des vaches de la race pie noire, des brebis de la race Ouled Djellal et des chèvres de la race *Arbia sahrawia*. Trois fermes de la région de Zoui et M'Toussa, de la wilaya de Khenchela ont été sélectionnées.

Les analyses de cette étude ont été effectuées au niveau de l'institut de nutrition et d'alimentation et technologies agroalimentaires de Constantine (INATAA) et le laboratoire de laiterie SAFILAIT de Ain Smara.

Les paramètres d'analyses physico-chimiques choisis sont: la mesure de pH, détermination de l'acidité titrable, la densité, la viscosité et la détermination à la fois de l'extrait sec total et les cendres sulfuriques.

Les analyses biochimiques ont porté sur la détermination des teneurs en protéines, matière grasse et en lactose.

Les analyses microbiologiques ont été consacrées au dénombrement à la fois de la flore totale, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, et les streptocoques fécaux, ainsi que les germes pathogènes: *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* et *Clostridium*.

Les résultats obtenus pour les paramètres physico-chimique montrent une richesse particulière du lait de brebis et de la chèvre en matière sèche (174,66 g/l, 134,16g/, respectivement).

Pour la matière grasse et les protéines, nous avons enregistré des teneurs élevées dans le lait de brebis (68 g/l et 50,51 g/l, respectivement), contre 41,66 g/l et 35,65g/l pour les chèvres et 34,33g/l et 27,75g/l pour le lait de vache.

Les analyses microbiologiques ont révélé une présence des staphylocoques dans les trois types de laits avec une absence totale des germes pathogènes.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent, pour le lait de chèvre et le lait de brebis, une bonne qualité nutritionnelle, très appréciable et nettement supérieure à celle du lait de vache.

**Mots clés:** lait cru, vache, brebis, chèvre, analyses physicochimiques, analyses microbiologiques.

## **Abstract**

The objective of this work is to realize a comparative study between different raw milk collected from three animal species (cows, sheep and goat). The selected comparison parameters are physicochemical and microbiological.

Samples of raw milk mixtures consist of small (3 to 5 females) on raw milk, collecting from cows (pie noire race), sheep breed (Ouled Djellal race ) and goats (shawia Arbia race). Three farms in the region Zoui and M'Toussa, in the wilaya of Khenchela were selected.

The analyzes were conducted at the Institute of Nutrition and Food and food technology Constantine (INATAA) and the laboratory of dairy SAFILAIT Ain Smara.

Selected physico-chemical analysis parameters are: pH measurement, determination of acidity, density, viscosity and determining of total solids and sulfuric ash. Biochemical analyzes included the determination of protein, fat and lactose were determined.

The microbiological analyzes were devoted to the enumeration of the total flora, total coliforms, faecal coliforms and faecal streptococci, as well as pathogens. Salmonella spp, Staphylococcus aureus and Clostridium.

The results obtained for physico-chemical parameters show a particularly rich sheep's milk and goat dry matter (174.66 g/l, 134,16 g/l, respectively).

For fat and protein results, we recorded high levels in sheep milk (68 g l and 50.51 g/ l, respectively), against 41.66 g/l and 35,65g /l for goats and 34,33g /l and 27,75g/l for cow's milk.

Microbiological analyzes revealed the presence of staphylococci in the three types of milk and absence of pathogens.

The results of this study show that goat milk and sheep's milk have good nutritional quality, very substantial and significantly higher than that of cow milk.

**Keywords:** milk, cow, sheep, goat, physicochemical and microbiological analyzes.

## ملخص

الهدف من عملنا هذا اجراء دراسة مقارنة بين حليب البقر، حليب الغنم و حليب الماعز من الناحية الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية.

العينات التي تم تحليلها عبارة عن مزيج من الحليب الطازج (3 الى 5 إناث) مأخوذة من أبقار من السلالة السوداء، أغنام سلالة أولاد جلال وماعز من السلالة العربية الصحراوية مختارة من ثلاث مزارع من منطقتي زوي و متوسة، في ولاية خنشلة.

أجريت التحاليل في معهد التغذية والتغذي وتكنولوجيا الأغذية ومخبر ملبنة صافيلي بعين السمارة في مدينة قسنطينة.

التحاليل الفيزيوكيميائية خصت قياس درجة الحموضة، وتحديد الحموضة، الكثافة، اللزوجة وتحديد المادة الصلبة والرماد الكبريتي.

كما شملت التحاليل البيوكيميائية تحديد كمية كل من البروتينات والدهون واللاكتوز.

اما الميكروبيولوجية فقد اقتصر على تحليلات كلا من مجموع القولونيات، بكتيريا القولون البرازية والبكتريا العقدية البرازية بالإضافة الى بعض مسببات الأمراض: السالمونيلا، المكورات العنقودية الذهبية وكلوستريديوم.

اظهرت نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية ان حليب الأغنام والماعز غنية بالمادة الجافة (174,66 غ / لتر و 134,16 غ / لتر على التوالي).

بالنسبة للدهون والبروتينات، سجلنا في حليب الغنم (68 غ/ لتر و 50.51 غ / لتر، على التوالي) مقابل 41,66 غ/ لتر و 35,65 غ / لتر في حليب الماعز و 34,33 غ / لتر، 27,75 غ / لتر في حليب البقر.

كشفت التحاليل الميكروبيولوجية وجود المكورات العنقودية في أنواع الحليب الثلاثة مع غياب مسببات الأمراض.

من خلال النتائج التي توصلنا اليها في هذه الدراسة، يمكن القول ان القيمة الغذائية لحليب الغنم و حليب الماعز تفوق بكثير قيمة حليب البقر.

**الكلمات المفتاحية:** الحليب الطازج ،التحاليل الفيزيائية الكيميائية، والتحليلات الميكروبيولوجية.

## Introduction

Le lait est l'aliment de base pour l'homme car il fournit une matrice facilement accessible, riche en une grande variété de nutriments essentiels : des minéraux, des vitamines et des protéines faciles à digérer. Il est par conséquent essentiel à l'ensemble des fonctions du corps (Steijns, 2008).

La vache assure de loin la plus grande part de la production laitière mondiale (83 %). La production du lait de chèvre et de brebis viennent très loin derrière celle du lait de vache (2% pour le lait de chèvre et 1% pour le lait de brebis) (Planèteoscope, 2012).

En Algérie, les besoins en lait et en produit laitiers sont supérieurs à la production nationale, pour cela, il est indispensable de diversifier les ressources du lait pour réduire l'importation de poudre du lait.

La production du lait cru se heurte au problème de contamination au niveau des fermes, le long du circuit de la production jusqu'à l'arrivée du lait à la laiterie. Une évaluation de la qualité hygiénique du lait permet de rechercher la microflore naturelle et des microorganismes de contaminations extra-mammaires éventuelles.

Ce travail s'intéresse à la comparaison entre les propriétés physicochimiques du lait cru de vaches, brebis et de chèvre par la détermination de quelques paramètres physicochimiques (pH, acidité, densité, viscosité et teneur en matière sèche) et biochimiques (teneur en lactose, matière grasse et protéines), et en fin l'appréciation de la valeur nutritionnelle et l'intérêt technologique de chaque lait.

Cette étude concernera aussi l'évaluation de la qualité microbiologique des trois laits par le dénombrement des germes témoins de défaut d'hygiène: flore totale, flore coliformes totaux, coliformes fécaux, et streptocoques fécaux, ainsi que les germes pathogènes : *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* et *Clostridium*.

L'analyse statistique s'intéresse à l'application de test d'analyse de la variance (ANOVA) pour comparer les moyennes des paramètres physicochimiques et des composants des trois laits étudiés et relever les corrélations entre eux.

# **Synthèse bibliographique**

## **I. Généralités sur le lait**

### **I.1. Définition**

#### **I.1.1. Définition générale**

Le lait est un liquide alimentaire, opaque, blanc et mat. Il est légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre, à l'odeur peu marquée et au goût douceâtre. Il est sécrété après parturition par la glande mammaire des animaux mammifères femelles, pour nourrir leurs nouveaux nés (**Marcel, 2002**).

#### **I.1.2. Définition légale**

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

### **I.2. Caractères organoleptique du lait**

#### **I.2.1. La couleur**

Le lait, de couleur blanc mat est due en grande partie à la matière grasse et aux pigments de carotène. Cette couleur peut être expliquée également par le fait que le lait contient deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient qui est identique en composition de la lumière blanche (**Fredot, 2005**).

#### **I.2.2. L'odeur**

L'odeur du lait est caractéristique grâce à son contenu en matière grasse qui fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (**Vierling, 2003**).

### **I.2.3. La saveur**

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

Le goût de rance, lié à la lipolyse apparaît après de fortes agitations (transport, homogénéisation,...) et après un long refroidissement (**Ghourbal, 1992**).

### **I.2.4. La viscosité**

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait du faite que la viscosité est liée aux propriétés rhéologiques et à la perception de la qualité par le consommateur (**Rheotest, 2010**).

## **I .3. Caractéristiques physico-chimiques**

### **I.3.1. Le pH du lait**

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium ( $H_3O^+$ ) et donc une diminution du pH, car :  $pH = \log 1/ [H_3O^+]$  (**CIPC lait, 2011**).

Le pH n'est pas une valeur constante. Il peut varier au cours du cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Cependant, l'amplitude des variations est faible dans une même espèce (**Gaucher, 2007**).

### **I.3.2. L'acidité du lait**

L'acidité titrable indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. C'est la raison pour laquelle on distingue l'acidité naturelle, celle qui caractérise le lait frais, d'une acidité développée issue de la transformation du lactose en acide lactique par divers microorganismes (**CIPC lait, 2011**).

L'acidité du lait exprimée en pourcentage d'acide lactique peut varier de 0,10 à 0,30%. La majeure partie des laits possède une acidité de 0,14 à 0,17% (**Gonfa et al., 2001**).

L'acidité du lait peut aussi être exprimée en « degré Dornic » (avec  $1^{\circ}\text{D} = 0.1 \text{ g}$ ) (**Vignola, 2002**).

### **I.3.3. La densité**

Cette valeur correspond au rapport de la masse d'un volume de lait à une température donnée sur celle du même volume d'eau à la même température. Elle varie dans le même sens que la richesse en matière sèche du lait (**Wattiaux, 1997**).

### **I.3.4. Point de congélation**

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait (**Mathieu, 1999**).

### **I.3.5. Point d'ébullition**

Le point d'ébullition est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit  $100.5^{\circ}\text{C}$  (**Amiot et al., 2002**).

## **I.4. Composition chimique du lait**

Le lait est une boisson particulière. C'est un aliment complet ou presque complet qui contient des protéines, des glucides, des minéraux ainsi que des vitamines (**Cayot et Lorient, 1998**).

### **I.4.1. L'eau**

L'eau est le constituant principal du lait. La proportion des autres constituants varie selon les espèces. C'est de loin le composé le plus abondant : 902 g par litre. En elle, sont dispersés tous les autres constituants du lait et tous ceux de sa matière sèche (**Mathieu, 1999**). 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 (**Mahaut et al., 2000**).

## **I.4.2. Les glucides**

Le lactose est le sucre le plus important du lait car il constitue environ 40% de matière sèche. D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité comme le glucose et le galactose qui proviennent de l'hydrolyse de lactose (**Carole, 2002**).

## **I.4.3. Les protéines**

### **I.4.3.1. Les caséines**

Les caséines représentent 82% des protéines du lait (**Debry *et al.*, 2001**). Il existe 4 types de caséines qui peuvent se regrouper sous forme de micelles : les caséines  $\alpha_1$  (protéines les plus abondantes dans le lait car représentent environ 40% des protéines), les caséines  $\alpha_2$ , les caséines  $\beta$  et les caséines  $\gamma$  (**Wal, 2001**).

### **I.4.3.2. Les protéines solubles**

Les principales protéines de sérum du lait sont la bêta-lactoglobuline et l'alpha-lactalbumine. Les autres protéines du sérum sont les immunoglobulines, le sérum albumine bovine et la lactoferrine (**FAO, 1998**).

- **La lactoglobuline**

La  $\beta$ -lactoglobuline (BLG) est la protéine principale du lactosérum, elle y est présente à 55% (**Wal, 2001 ; Lebeuf *et al.*, 2002 ; Bougle et Bouain, 2004**).

Une partie de cette protéine est hydrophobe. Sa structure tertiaire a la capacité de fixer la vitamine A et certains acides gras (**Lebeuf *et al.*, 2002**). 22% des protéines du sérum sont constitués de l' $\alpha$ -lactalbumine (ALA), une petite protéine composée d'acides aminés et d'un cation  $\text{Ca}^{++}$ . Cette protéine a une partie hydrophobe qui semble être le site de fixation de la galacto-tranfêrase (**Debry *et al.*, 2001**).

- **L'albumine sérique**

Généralement appelée «Sérum Albumine Bovine (SAB), elle représente 7% des protéines du sérum. Contrairement à la  $\beta$ -lactoglobuline et l' $\alpha$ -lactalbumine directement synthétisées dans les glandes mammaires, cette protéine fait partie de celles provenant du

sang (**Wal, 1998**). La sérum albumine bovine, tout comme la  $\beta$ -lactoglobuline, possède la capacité de fixer des acides gras qui la protégeraient des dénaturations thermiques mais a aussi la capacité de transporter des hormones et des métabolites physiologiques ou encore des médicaments (**Cayot et Lorient, 1998**).

- **Les immunoglobulines**

Ces protéines, jouant un rôle d'anticorps, constituent environ 13% des protéines du lactosérum. Elles sont transférées du sang au lait au niveau des cellules des glandes mammaires (**Debry *et al.*, 2001; Lebeuf *et al.*, 2002 et Wal, 2001**).

- **La lactoferrine**

Cette protéine porteuse de fer représente 4% des protéines du sérum (**Lebeuf *et al.*, 2002**).

#### **I.4.3.3. Les enzymes**

Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Ces enzymes sont élaborées par cellules du lait (leucocytes, bactéries). Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes: les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases (**Vignola, 2002**).

#### **I.4.4. La matière grasse**

Les lipides du lait se trouvent sous forme des globules gras. Leurs taux moyens précisés dans la littérature (35 g/litre). Les graisses sont dispersées dans le lait sous forme de globules sphériques au nombre de 1,5 à 4,6 par litre (**FAO, 1995**). La composition lipidique du lait regroupe deux entités: les lipides simples (les glycérides) et les lipides complexes (phospholipides).

##### **I.4.4.1. Lipides simples**

Les lipides simples sont essentiellement constitués de triglycérides (98 % de la matière grasse) avec, en faibles quantités, des stérides et des cérébrosides ou cérides (**Alais et Linden, 1994**).

#### **I.4.4.2. Lipides complexes**

Ces lipides sont complexés avec du phosphore et/ou de l'azote. Les plus importants sont les phospholipides, qui ne représentent que 1 % de la matière grasse (de 0,3 à 0,5 g/litre), mais jouent le rôle de constituant du globule gras et de stabilisant de l'émulsion (FAO, 1995).

#### **I.4.4.3. Stérols**

Les stérols sont présents à l'état libre (plus de 80 %) ou estérifiés par des acides gras. Ils représentent de 0,3 à 0,4 % de la matière grasse totale du lait (environ 0,1 g/litre). Le cholestérol en est le constituant majeur (70 mg/litre). Son taux n'accuse pas de variation saisonnière (FAO, 1995).

#### **I.4.5. Les minéraux**

Le lait est riche en calcium et en phosphore. 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). Les ions calcium, phosphore, magnésium et soufre existent dans les deux fractions (Mathieu, 1998).

#### **I.4.6. Les oligo-éléments**

Le lait est un aliment pauvre en oligo-élément. Ces derniers se trouvent sous forme inorganique. C'est le cas notamment du cuivre et de manganèse qui s'avèrent très liés aux groupements phosphates de la caséine.

#### **I.4.7. Les vitamines**

Toutes les vitamines connues sont présentes dans le lait. Les diverses techniques de traitement du lait peuvent en modifier sensiblement les taux, surtout pour la vitamine C.

##### **I.4.7. 1. Vitamines hydrosolubles**

Ces vitamines se trouvent dans le colostrum à des taux transitoirement deux fois plus élevés que dans le lait mature avant d'atteindre des taux stables. On trouve la vitamine B<sub>1</sub>, vitamine B<sub>2</sub>, vitamine B<sub>6</sub> et vitamine B<sub>12</sub> (Berger, 1988).

#### **I.4.7. 2. Vitamines liposolubles**

Les taux de vitamines A, D, E et K du lait dépendent de nombreux facteurs. Le lait contient beaucoup de vitamine A lorsque la nourriture des animaux est riche en herbes fraîches (fourrage vert) et en carotène. De ce fait, il contient en été une fois et demie à deux fois plus de carotène et de rétinol qu'en hiver (**Florence, 2010**).

#### **I.5. La valeur nutritionnelle du lait**

Il existe des effets positifs de la consommation de lait sur la santé.

##### **I.5.1. Source protéique**

Le lait, par sa large consommation, peut être considéré comme une source importante de protéines d'origine animale.

Au niveau biologique, les protéines du lait ont la même valeur que celle des viandes et une valeur supérieure à celle des végétaux (**FAO, 1998**).

##### **I.5.2. Source des acides gras**

Le lait contient des acides gras tels les acides gras oméga-3, reconnus pour leurs effets bénéfiques pour la santé. Ces acides gras sont toutefois présents en petite quantité. (**Santé CANADA, 2005**).

##### **I.5.3. Source de minéraux et vitamines**

- **Calcium**

Le lait est une excellente source de calcium. Ce minéral est de loin le plus abondant dans le corps. Le calcium est majoritairement entreposé dans les os, dont il fait partie intégrante. Il contribue à la formation des os et des dents, ainsi qu'au maintien de leur santé. Le calcium joue aussi un rôle essentiel dans la coagulation du sang, le maintien de la pression sanguine et la contraction des muscles, notamment celles du cœur (**AL-Delaimy et Rimm, 2003**).

- **Phosphore**

Le lait est une excellente source de phosphore. Le phosphore est le deuxième minéral le plus abondant dans l'organisme après le calcium. Il joue un rôle essentiel dans la formation et le maintien de la santé des os et des dents. De plus, il participe entre autres à la croissance et à la régénérescence des tissus et aide à maintenir le pH du sang à la normale et est l'un des constituants des membranes cellulaires (**Barba et Troiano, 2005**).

- **Acide pantothénique (Vitamine B<sub>5</sub>)**

Le lait est une bonne source d'acide pantothénique. Il fait partie d'un coenzyme clé dans l'utilisation de l'énergie des aliments que nous consommons. Il participe aussi à plusieurs étapes de la synthèse des hormones stéroïdiennes, des neurotransmetteurs et de l'hémoglobine (**FAO, 1998**).

- **Vitamine B<sub>12</sub>**

Le lait est une excellente source de vitamine B<sub>12</sub>. Cette vitamine combinée avec l'acide folique (vitamine B<sub>9</sub>) fabrique des globules rouges dans le sang. Elle participe aussi à l'entretien des cellules nerveuses et des cellules fabriquant le tissu osseux (**FAO, 1995**).

- **Vitamine D**

La vitamine D est étroitement liée à la santé des os et des dents, en rendant disponibles le calcium et le phosphore dans le sang, entre autres pour la croissance de la structure osseuse. La vitamine D joue aussi un rôle prépondérant dans la croissance des cellules, dont les cellules du système immunitaire. À noter que la vitamine D est ajoutée au lait (**Feskanich et al., 2003**).

- **Vitamine A**

Le lait écrémé est une bonne source de vitamine A. La vitamine A est l'une des vitamines les plus polyvalentes, jouant un rôle dans plusieurs fonctions de l'organisme. Cette vitamine favorise entre autres la croissance des os et des dents. Elle maintient la peau en santé et protège contre les infections. De plus, elle joue un rôle antioxydant et favorise une bonne vision (**Kalkwar et al., 2003**).

## **I.6. Facteurs influençant la variation de composition du lait**

La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs **(Stoll, 2003)**.

Ces principaux facteurs de variation sont soit intrinsèques liés à l'animal, soit extrinsèques liés au milieu et à la conduite d'élevage **(Wolter, 1988)**.

### **I.6.1. Facteurs intrinsèques**

#### **1.6.1.1. Facteurs génétiques**

Il existe des variabilités de composition entre les espèces. Il existe ainsi une variabilité génétique intra-race. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques **(Pougheon et Goursaud, 2001)**.

#### **1.6.1.2. Stade de lactation**

Au cours de lactation, les quantités de matière grasse, de matières azotées et de caséines évoluent de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite. Les taux de matière grasse et de matières azotées, élevés au début de lactation, diminuent au cours du premier mois et se maintiennent un niveau minimal pendant le deuxième mois. Ils amorcent ensuite une remontée jusqu'au tarissement **(Meyer et Denis, 1999)**.

#### **1.6.1.3. Age ou numéro de lactation**

L'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. On observe une diminution du taux butyreux de 1% et du taux protéique de 0.6% **(Pougheon et Goursaud, 2001)**.

#### **1.6.1.4. Etat sanitaire**

Lors d'infection, il y a un appel leucocytaire important qui se caractérise par une augmentation de comptage cellulaire induisant des modifications considérables dans la composition du lait **(Badinand, 1994)**.

Les mammites sont à l'origine d'une modification des composants du lait avec pour conséquence, une altération de l'aptitude à la coagulation du lait **(Toureau *et al.*, 2004)**.

## **I.6.2. Facteurs extrinsèques**

### **I.6.2.1. Alimentation**

L'alimentation joue un rôle important ; elle peut agir sur les taux de matière grasse et de protéines. En effet, le taux protéique varie dans le même sens que les apports énergétiques, il peut aussi être amélioré par des apports spécifiques en acides aminés (lysine et méthionine). Le taux butyreux dépend à la fois de la part d'aliment concentré dans la ration, de son mode de présentation et de distribution (**Coulon et Hoden, 1991**).

Avec un apport de fourrages à volonté un niveau d'apports azotés conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du TB. Elle est due à une perturbation de fermentation ruminale, mais elle influence la composition en AG de la matière grasse du lait (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

### **I.6.2.2. Climat et saison**

La production laitière est maximale au mois de juin et minimale en décembre. A l'inverse, les taux butyreux et protéique du lait sont les plus faibles en été et les plus élevés en hiver (**Coulon et al., 1991**).

## **I.7. Les cellules somatiques du lait**

Le lait contient une certaine quantité de cellules, en plus de ses différents composants (eau, lactose, gras, protéines, minéraux et vitamines). Les deux grands types de cellules somatiques rencontrés sont les cellules épithéliales et les leucocytes. Les cellules épithéliales sont des cellules qui tapissent normalement l'intérieur du pis et qui se sont détachées des alvéoles, alors que les leucocytes ou les globules blancs sont des cellules du système immunitaire (**Schukken et al., 2003**).

## **I.8. Qualité microbiologique du lait**

Le lait renferme une flore microbienne naturelle. Pour certaines, il constitue un bon milieu de culture, ce qui leur permet de s'y développer. Pour d'autres germes banals ou pathogènes, il n'est qu'un véhicule accidentel.

### **I.8.1. Microflore originelle du lait**

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

Les bactéries lactiques fait partie de la flore normale du lait et se caractérise par son aptitude à fermenter le lactose avec production d'acide lactique et donc, abaissement du pH. Parmi les bactéries lactiques ayant comme habitat le lait, le genre *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Aerococcus* (Conte, 2008).

### **I.8.2. Flore de contamination**

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

Ces contaminations par divers microorganismes peuvent provenir de l'environnement: entérobactéries, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *microcoques*, *corynébactéries*, *Bacillus*, par l'intermédiaire du matériel de traite et de stockage du lait, par le sol, l'herbe ou la litière (Rodolakis, 2009).

Des contaminations d'origine fécale peuvent entraîner la présence de *Clostridium*, d'entérobactéries coliformes et, éventuellement, d'entérobactéries pathogènes: *Salmonella*, *Yersinia*. Ceci explique l'importance d'un contrôle rigoureux du lait (Leyral et Vierling, 2007).

D'autres microorganismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade. Il peut s'agir d'agents de mammites *Streptococcus pyogenes*, *Corynebactérium pyogènes* et *staphylocoques*. Il peut s'agir aussi de germes d'infection générale qui peuvent passer dans le lait en cas de maladies du pis: *Salmonella*; *Brucella*, et exceptionnellement *Listeria monocytogenes*; *Mycobacterium bovis* et *tuberculosis*; et quelques virus (FAO, 1995).

### **I.8.3. Levures et moisissures**

Etant souvent présentes dans le lait, les levures s'y manifestent rarement (**FAO, 1998**). Peu d'entre elles sont capables de fermenter le lactose. Certaines sont utilisées dans la production de laits fermentés (comme le kéfir et le koumis).

## **II. Comparaison entre le lait de vache et lait de brebis et de chèvre**

### **II.1. Comparaison des caractéristiques organoleptiques**

Le caractère organoleptique du lait correspond aux sensations qu'il procure aux différents consommateurs (odeur, saveur). Elles sont très difficiles à définir et à analyser (**Ghourbal, 1992**).

Le lait de vache se présente comme un liquide blanc opaque, parfois un peu jaunâtre selon sa teneur en  $\beta$ -carotènes. Son odeur est discrète et son goût légèrement sucré (**Alves De Oliveira, 2006**).

Le lait de brebis possède une couleur blanche nacrée ou porcelaine et présente une opacité blanche plus marquée que celle du lait de vache.

Le lait de chèvre fraîchement trait possède une saveur plutôt neutre. Le beurre du lait de chèvre ne contient pas de  $\beta$  carotène, ce qui lui confère une couleur blanche, il a une odeur dite caprique (**Luquet, 1985**).

Le tableau 1. résume les principales caractéristiques organoleptiques du lait cru de ces trois espèces.

**Tableau 1.** Caractéristiques organoleptiques du lait de vache, lait de brebis et celui de chèvre (FAO, 1990 ; Alves De Oliveira, 2006)

Espèce	Brebis	Chèvre	Vache
Caractère			
Couleur	Blanc nacré	Blanchâtre mâte	blanche à jaunâtre (selon sa concentration en $\beta$ -carotènes)
Odeur	Odeur suint discrète	Assez neutre (dite caprique)	Odeur discrète
Saveur	Agréable (varie en fonction de type d'alimentation et degré de chauffage)	goût légèrement sucré	goût légèrement sucré
Consistance	Aspect homogène		

## II.2. Comparaison des caractéristiques physico-chimiques

### II.2.1. Le pH

Le pH du lait frais de vache est compris entre 6,5 et 6,75 (à 20°C) : il est donc très légèrement acide (Luquet, 1985 ; Wattiaux, 1997 ; Belitz et Grosch, 1999).

Pour un lait ovin frais, le pH se caractérise par des valeurs allant de 6,51 à 6,85 avec une moyenne située autour 6,65 (Assenat, 1985 ; Haenlein et Wandorff, 2006).

Le lait de chèvre se caractérise par des valeurs variées entre 6,45 et 6,9 avec une moyenne de 6,7, il est donc peu différent de lait de vache (Lejaouen *et al.*, 1990).

### II.2.2. L'acidité titrable

L'acidité du lait frais de brebis varie entre 18 et 25°D, elle est supérieure à celle de lait de vache et de chèvre estimée à 15-18°D, 14-23°D respectivement (Croguennec *et al.*, 2008).

### II.2.3. La densité

La densité du lait de brebis, à la température de 20°C, est généralement comprise entre 1,035 et 1,037 (Rouissi *et al.*, 2006). Par contre, ce paramètre a des valeurs plus faibles pour le lait de vache (Amiot *et al.*, 2002).

Pour le lait de chèvre, la densité est relativement stable et inférieure à celle de lait de vache (**Luquet, 1985**).

#### II.2.4. La viscosité

La viscosité du lait de brebis est plus élevée que celle du lait de vache et de chèvre (**Park et al., 2007**).

#### II.2.5. Point de congélation

Pour le lait de vache, elle varie entre  $-0,55$  et  $-0,51^{\circ}\text{C}$ , selon les conditions zootechniques. Si elle tend vers  $0^{\circ}\text{C}$ , cela peut permettre de détecter une adjonction d'eau, ou mouillage (**Luquet, 1985 ; Wattiaux, 1997**).

Les caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre sont presque les mêmes que celles du lait de vache (**FAO, 1998**).

Le tableau ci-après présente les valeurs des paramètres physico-chimiques pour les trois laits.

**Tableau 2.** Principales paramètres physico-chimiques du lait cru de brebis et celui de vache (**Luquet, 1985 et FAO, 1998**).

Espèce	Vache	Brebis	Chèvre
Paramètre			
pH	6,5 - 6,75	6,51 - 6,85	6,45-6,66
Acidité titrable ( $^{\circ}\text{D}$ )	15-18	18 - 25	14-23
Densité ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	1,028-1,035	1,035 - 1,037	1,028-1,035
Viscosité (cP)	2,0-2,2	1,8-1,9	2,86-3,93
Point de congélation ( $^{\circ}\text{C}$ )	$-0,51$ à $-0,55$	$-0,56$ à $-0,86$	$-0,55$ à $-0,58$

#### II.3. Comparaison de la composition chimique

Les compositions du lait sont variables en fonction de race animale, alimentation, état de santé de l'animal et période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite (**Roudaut et Lefrancq, 2005**).

Le tableau ci-dessous résume la composition moyenne de lait de brebis, vache et celle du lait de chèvre.

**Tableau 3.** Composition moyenne du lait de vache, du lait de brebis et de chèvre (g/l)  
(Alais *et al.*, 2008 ; Leberre, 1999 ; Debry, 2001 ).

Nutriment	Vache	Brebis	Chèvre
Eau	905	860	900
Protéines	34	57	34.1
Matières grasses	37	75	42
Lactose	49	47	48
Minéraux	9	11	10-12
Vitamines	Traces	Traces	Traces

### II.3.1. Eau

L'eau est le principal composé du lait, il représente environ 9/10 du lait, les autres éléments constituent la matière sèche totale, qui est plus importante dans le lait de brebis que celui de vache et de chèvre (**Vignola, 2002**). Pour le lait de chèvre, son taux est légèrement inférieur à celui du lait de vache (**Desjeux, 1993**).

### II.3.2. Matière azotée

#### II. 3.2.1. Matière azotée protéique

Les protéines du lait de vache sont composées de 80 % de caséine, une protéine susceptible de coaguler en milieu acide ou sous l'action de la présure. Les protéines solubles représentent environ 20% des protéines totales du lait de vache. Elles sont surtout la lactalbumine et la lactoglobuline, protéines solubles de haute valeur nutritive (**Jeantet et al., 2007**).

La  $\beta$ -lactoglobuline bovine constitue (50-55%) des protéines de lactosérum. La deuxième protéine soluble (20-25%) du lait bovin est, par ordre d'importance, l' $\alpha$ -

lactalbumine, cette protéine est partie intégrante de l'enzyme de synthèse du lactose (FAO, 1998).

Le lait de brebis est plus riche en protéines que les laits de vache et de chèvre (Cayot et Lorient, 1998). En particulier, les caséines qui présentent 83 % de protéines. La caséine forme des micelles chargées de phosphore et de calcium de caractéristiques physico-chimiques semblables à celles du lait de vache, mais de dimensions légèrement supérieures (Park et al., 2007 ; Potocnik et al., 2011). Ces différences impriment à ces laits des caractéristiques différentes de coagulation: le lait de brebis et de chèvre coagulent plus vite et donne un coagulum plus ferme que le lait de vache. C'est pourquoi il est très utilisé en fromagerie.

La richesse du lait de brebis en protéines sériques est surtout marquée par une teneur élevée de la  $\beta$ -lactoglobuline et des immunoglobulines (FAO, 1990).

Le tableau 4. présente la composition en protéines pour les trois laits.

**Tableau 4.** Composition moyenne de protéines du lait de vache, de brebis et de chèvre (g/l) (Pelligrini et al., 1994 ; FAO, 1998)

Espèce	Vache	Brebis	Chèvre
Protéine			
<b>Caséines</b>	<b>26,0</b>	<b>44,6</b>	<b>26,0</b>
Caséine $\alpha$	12	21	5
Caséine $\beta$	9	16,1	15,9
Caséine K	3,5	4,5	5,3
Caséine $\gamma$	1,5	3,0	4,7
<b>Protéines solubles</b>	<b>6,0</b>	<b>13,8</b>	<b>8,1</b>
$\alpha$ -lactoglobuline	1,5	0,5	2,0
$\beta$ -lactoglobuline	2,7	6,5	4,4
Protéose-Peptone	0,3	0,005	0,6
Albumine sérique	0,8	1,7	0,6
Immunoglobulines	0,7	5,2	0,5

- **Enzymes**

Ce sont des protéines existant dans le lait, de façon bien plus mineure par leur quantité, mais elles jouent des rôles importants (**Aimutis, 2004**)

La lactoperoxydase est l'enzyme la plus abondante du lait de vache, elle agit contre les bactéries. La xanthine oxydase contribue comme la lactoperoxydase, au rancissement du lait. On trouve aussi le lysozyme qui a une action bactéricide (0,25 mg/l) ; la lactoperoxydase ; la lipase ; la protéase et la phosphatase alcaline (**FAO, 1998**).

Le lait de brebis possède des quantités d'enzymes plus basses pour nombre d'entre eux par rapport au lait de vache (**Haenlein et Wendorff, 2006**).

### **II.3.2.2. Azote non protéique**

L'azote non protéique du lait de vache comprend de l'urée (composé principal de cette fraction azotée : 0,25 g/l) ; de la créatine et de la créatinine ; des acides aminés libres ; des vitamines et des nucléotides (**FAO, 1998**).

L'azote non protéique du lait de brebis, qui constitue 6 à 8 % de l'azote total, est distribué un peu différemment de celui du lait de vache: plus d'urée et d'acide urique et moins d'acides aminés libres.

Dans le lait de chèvre, la fraction d'azote non protéique (en particulier l'urée) représente une proportion plus élevée que dans le lait de vache (**Masle et Morgan, 2001**).

- **Vitamines**

Le lait contient d'une part des vitamines liposolubles (vitamines A, D, E) qui sont généralement fixées à la surface des globules de gras et d'autre part des vitamines hydrosolubles (vitamine C et vitamines B) diversement complexées avec des protéines ou d'autres groupements (**Leclercq, 1999**).

Le lait de brebis est plus riche en vitamines que le lait de vache et de chèvre, sauf en ce qui concerne la vitamine E. Les laits de chèvre et de brebis sont riches en vitamines B, et plus spécialement en vitamine PP (**Raynal et al., 2008**).

Le tableau ci-après représente les concentrations moyennes de différentes vitamines du lait de trois espèces.

**Tableau 5.** Concentrations en vitamines du lait de vache, de brebis et celui de chèvre (mg/l) (FAO, 1998 ; Leberre, 1999; FAO, 2002)

Vitamines	Espèce	Vache	Brebis	Chèvre
Vitamines hydrosolubles				
B1 (thiamine)		0.42	0.85	0,41
B2 (riboflavine)		1,72	3,3	1,38
B3(PP)		0,9	4,2	2
B6 (pyridoxine)		0,48	0,8	0,6
B12 (cobalamine)		0,0045	0.006	0,0008
Acide nicotinique		0,92	4.28	3,28
Acide folique		0,053	0.006	0.006
C (acide ascorbique)		18	47.0	4,2
Vitamines liposolubles				
A		0,37	0.83	0,24
D (cholécalférol)		0,008	0,018	0,0011
E (tocophérol)		1,1	1.6	1,8

### II.3.3. Les glucides

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

Le lactose présent à 97 % du lait de vache est et les 3 % (1,0 à 1,6 g/L) restant sont des oligosides libres ou combinés aux protéines (**Luquet, 1985**).

La teneur en lactose du lait de brebis est soit inférieure ou égale à celle du lait de vache (**Chilliard et Sauvante, 1987**).

Le lait de chèvre est moins riche en lactose que le lait de vache avec une variation entre 44 et 47g/l (**Roudj et al., 2005**). C'est le constituant le plus stable du lait de chèvre au cours de lactation (**Lopez et al., 1999**).

#### **II.3.4. Matière grasse**

Le lait de vache contient en moyenne 35 à 45 g/L de lipides. Ces lipides représentent environ 3 à 7 % du lait de vache à la traite, avec 98 à 98,5% de lipides simples et 1% de lipides complexes polaires (**Alais et Linden, 1994**).

Cette matière grasse est constituée de plus de 400 acides gras dont une majorité de saturés particulièrement bien digérés pour ceux à chaînes courtes (**Galantier et Bernard, 2005**).

Le lait de brebis est très riche en matière grasse, cette dernière varie en fonction de plusieurs facteurs ; Certains sont liés à l'alimentation, d'autres sont d'ordre non nutritionnel (génétiques, état sanitaires, saison...) (**Gargouri, 2005 ; Lock et al., 2005**).

La matière grasse du lait de brebis et de chèvre est plus digestible que celle du lait de vache, du fait que la taille des globules qui est inférieure à celle du lait de vache, respectivement : 1,99, 1,99 et 3,53  $\mu\text{m}$  (**Wolff et Fabien, 1998 ; Park et al., 2007**), mais bien plus nombreux que dans le lait de vache (**Raynal et al., 2008**).

L'absence de la  $\beta$ -carotène dans la matière grasse du lait de brebis et de chèvre, contribue à la blancheur du lait (**Huebner, 2012**).

La matière grasse du lait de brebis et de chèvre est constituée essentiellement de triglycérides (98%). Les diglycérides, monoglycérides et les acides gras libres sont présents en faible quantité, mais leur proportion est augmentée en cas de lipolyse (**Jeantet et al., 2007**).

Le lait ovin et caprin se caractérisent par la présence acide gras à courte et moyenne chaîne (C4-C10) (**Castro et al., 2009 ; Biondi et al., 2008**). Ces acides gras confèrent au lait un caractère organoleptique spécifique qui se caractérise par une rancidité plus élevée que celui de la vache (**Clark, 2009**).

Dans les laits de vache, de chèvre et de brebis, les phospholipides représentent environ 0,8 % des lipides totaux (**Park et al., 2007**).

### II.3.5. Matière minérale

Les minéraux du lait sont très divers. Certains sont en concentration plus importante, de l'ordre du gramme par litre : ce sont le calcium (minéral d'importance majeure dans le lait), le phosphore, le magnésium, le sodium, le potassium et le chlore. D'autres sont présents à raison de moins d'un milligramme : il s'agit du fer, du zinc, de l'iode, du cuivre, du molybdène, du sélénium et du fluor **(Leclercq, 1999)**.

Parmi les minéraux du lait de vache, l'iode, qui occupe une place fondamentale, dont la carence a souvent été crainte chez l'enfant **(Gauthier, 2004)**. 8% de l'iode plasmatique de vache est passé dans le lait. La mamelle concentre activement l'iode du sang **(Chabanas, 2005)**.

Le lait de brebis est deux fois plus minéralisé que celui de vache, il est nettement plus riche en calcium et en phosphore que le lait de vache et celui de chèvre. La minéralisation dans le lait de chèvre est plus importante que celle du lait de vache, avec une teneur plus élevée en chlore **(FAO, 1990)**.

Le lait de chèvre est plus riche en Potassium et Calcium que le lait de vache **(Guezziak, 1997)**.

L'ensemble de la composition minérale du lait de vache, brebis et de chèvre est donné dans le tableau 6.

**Tableau 6.** Composition minérale du lait de vache, de brebis et de chèvre (mg/l)  
(De La Fuente et al., 1997 ; Jeantet *et al.*, 2007 )

Espèce	Vache	Brebis	Chèvre
Eléments minéraux			
Minéraux majeurs			
Calcium	1043-1283	2156	1350
Phosphate inorganique	1805-2185	1456	1000
Magnésium	97-146	193	180
Citrate	1323-2079	/	/
Sodium	391-644	450	400
Potassium	1212-1681	1250	1800
Chlorure	772-1207	1,21	2,20
Oligo-éléments			
Fer	0,2-0,5	0.2 – 1.5	0,1
Cuivre	0,02-0,04	0.3 –1.76	0,4
Zinc	3 – 6	1 –10	3,20
Manganèse	0,01-0,03	0,07	0,06
Iode	0,01-0,3	/	/

## II.4. La valeur nutritionnelle des trois laits

### II.4.1. Lait de vache

La lactoferrine bovine est nettement plus saturée en fer que la lactoferrine humaine (environ 30% contre 5%) et ce fer lié est peu biodisponible pour l'absorption digestive tant chez l'enfant que chez l'adulte (FAO, 1998).

Le lait de vache est une principale source des acides gras. Certains de ces acides gras possèdent des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles spécifiques comme l'acide myristique (C14:0). Ce dernier possède une bonne absorption et biodisponibilité au sein de

l'organisme. Il joue un rôle fonctionnel majeur au sein de la cellule par acylation (myristoylation) de certaines protéines. La myristoylation peut induire un ciblage subcellulaire spécifique d'une protéine, influencer la conformation, la stabilisation et les interactions des protéines, faciliter leur insertion dans la membrane cellulaire, ou encore activer l'enzyme delta-4 désaturase jouant un rôle dans la biosynthèse des sphingolipides. L'acide myristique augmente aussi chez l'homme le taux d'HDL-cholestérol (**Legrand, 2005**).

#### **II.4.2. Le lait de chèvre**

Le lait de chèvre présente des teneurs intéressantes pour de nombreux nutriments, excepté pour la vitamine B12 et l'acide folique, pour lesquels il est recommandé une supplémentation du lait pour les nourrissons. Il présente des avantages par rapport au lait de vache du fait de sa plus grande digestibilité (en particulier de la matière grasse et des protéines), de sa meilleure capacité tampon (utile en cas d'ulcère de l'estomac), et de la plus grande disponibilité de ses nutriments comme le fer). Il est ainsi recommandé en médecine et nutrition humaine (**Park et al., 2007**).

Des études ont montré que d'une manière générale le lait de chèvre est moins allergisant que le lait de vache (**Haenlein, 2004**). Sur la base des caractéristiques biologiques, nutritionnelles et métaboliques, le lait de chèvre peut être un excellent aliment naturel dans les cas du syndrome de malabsorption (**Lopez-Aliaga et al, 2010**).

La taille des globules gras et le contenu en AGCM du lait de chèvre sont considérés comme ayant un effet bénéfique sur l'assimilation des graisses et l'approvisionnement en énergie chez les enfants souffrant de malnutrition (**Raynal et al., 2008**). C'est pourquoi, le lait de chèvre a été parfois employé dans le traitement de certaines maladies métaboliques (**Ceballos et al., 2009**).

#### **II.4.3. Le lait de brebis**

Le lait de brebis a toujours été considéré comme un lait ayant des caractéristiques nutritionnelles/santé spécifiques et, dans certains cas, comme étant un produit plus noble que les autres (**Luquet et al, 1985**). Il est décrit comme étant une excellente source en nutriments pour l'alimentation humaine, avec une meilleure performance que le lait de vache pour apporter les acides aminés essentiels. Il apporte aussi des quantités appréciables

de calcium, phosphore et riboflavine, et les acides gras souhaitées en quantité et en qualité. Il est aussi mieux accepté pour remplacer le lait de vache en cas d'allergie à ce dernier (Chilliard, 1997).

## **II.5. Microbiologie du lait**

### **II.5.1. Flore totale**

La recherche de flore totale d'un lait cru constitue la base de la qualité (Pirisi *et al*, 2007) et est un bon indicateur de conditions de collecte et de stockage de lait.

#### **II.5.1.1. Flore originelle**

Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (Guiraud, 2003).

Le genre *Lactococcus* joue un rôle de conservateur dans le lait. En effet, des espèces comme *Lactococcus lactis* et *Lactococcus cremoris* produisent respectivement la « nisine » et la « diplococcine », antibiotiques inhibant les bactéries non lactiques d'où leur intérêt technologique. Il leur est également reconnu le rôle d'agent initiateur de l'acidification en laiterie. Ce rôle est surtout reconnu à *Streptococcus thermophilus* en laiterie industrielle mais également à *Streptococcus lactis* pour le caillage naturel (Dieng, 2001).

#### **II.5.1.2. Flore de contamination**

##### **II.5.1.2.1. Flore d'altération**

Les sources de contaminations du lait par des bactéries mésophiles sont nombreuses. On peut notamment mentionner une contamination du pis et des équipements de traite par de la terre et de la poussière, et donc un non-respect des règles d'hygiène et des procédures de lavage. Un bris dans la chaîne de froid et une conservation prolongée du lait cru peut accroître la quantité de bactéries mésophiles. Par contre, la microflore indigène du lait, c'est-à-dire les microorganismes provenant directement du pis, est principalement mésophile et ne devrait pas dépasser  $5 \times 10^3$  UFC/ml (Lamontagne *et al*, 2002).

➤ **Les coliformes**

*Escherichia coli* est actuellement l'indicateur de coliformes et donc de salubrité. Sa présence permet de soupçonner une contamination du lait avec de l'eau polluée, des matières fécales, du fumier ou de la matière en décomposition. La détection d'*E.coli* permet de soupçonner la présence de microorganismes d'origine fécale dont certains sont pathogènes (Davidson *et al.*, 2004).

Pour le lait cru de brebis, des concentrations moyennes de coliformes de l'ordre de  $3 \times 10^3$  UFC/ml ont été rapportées (Gardini ., 2006). Pour le lait de vache, contenait moins de 50 UFC/ml (Elmoslemany *et al.*, 2008).

➤ **Les Streptocoques**

Les Streptocoques sont des témoins de contamination fécale, entraînent très souvent une très forte protéolyse (Vignola, 2002).

#### II.5.1.2.2. Flore pathogène

La présence de microorganismes pathogène dans le lait peut avoir trois sources : l'animal, l'environnement et l'homme. Elle présente un danger pour la santé de consommateur (Vignola, 2002).

➤ **Staphylocoques**

La présence de staphylocoques (*Staphylococcus aureus* notamment) dans le lait cru témoigne de l'existence de mammites (Alais, 1984).

Les stahylocoques sont, normalement, retrouvée dans le nez et sur la peau des humains et des mammifères (Prescott *et al.*, 2003).

Chez l'animal et plus particulièrement chez la vache, il est présent sur la peau de la mamelle et des trayons et a, donc, toute la possibilité de coloniser des blessures de trayons et l'intérieur de la mamelle. On qualifie les staphylocoques de germes pathogènes à réservoir mammaire puisque les quartiers infectés, les plaies, les gerçures sont les principaux réservoirs et les germes sont transférés dans les trayons sains à l'occasion de la traite (Fatet, 2004).

Ce microorganisme peut intoxiquer l'humain de deux façons : soit par la multiplication bactérienne au niveau intestinal, soit par l'empoisonnement causé par les toxines produites par le microorganisme (ASPC, 2001).

➤ **Salmonelles**

Les Salmonella sont la première cause de toxi-infection alimentaire. Le lait et les produits laitiers sont rarement responsables de cas de salmonelloses, car le lait cru est assez peu fréquemment contaminé par les Salmonelles, cette contamination est alors le plus souvent d'origine externe (Vlaemynck, 1994).

➤ **Listeria**

*Listeria monocytogenes* peut être considérée comme un agent pathogène alimentaire, car elle est très résistante aux conditions difficiles (température, pH...) et surtout elle est capable de se développer aux températures de réfrigération des aliments (Larpen, 1995).

➤ **Brucella**

Brucella sont des bactéries pathogènes responsables de la brucellose, maladie connue également sous les noms de « fièvre de Malte ». Du fait de la fréquence et de la gravité des cas humains contractés directement ou indirectement à partir de l'animal, la brucellose est considérée comme une zoonose majeure. Le lait et les produits laitiers d'origine bovine, ovine ou caprine sont les plus fréquemment incriminés (Tchakamian *et al.*, 1996).

➤ **Mycobacterium**

Ces bactéries sont des agents de la tuberculose humaine. Les bacilles tuberculeux se transmettent à l'homme par voie digestive en raison des lésions mammaires qui entraînent le passage de bacilles dans le lait. Dans ce cas, l'infection de l'homme se fait par la consommation de lait ou de beurre (Decoster, 2006)

## II.5.1.2.3. Levures et les moisissures

La caractérisation des levures dans les laits a été réalisée plus particulièrement sur des laits de vache et de chèvre. Une quinzaine d'espèces différentes ont été isolées. Les genres *Candida*, *Cryptococcus*, sont communs aux deux espèces laitières. Certaines espèces sont détectées dans les deux types de laits (*Candida parapsilosis*, *Candidazeylanoides*, *Cryptococcus curvatus*) mais avec des prévalences différentes selon les espèces laitières **(Cocolin et al., 2002 ; Fadda et al., 2010)**. Les niveaux de levures et moisissures rencontrés dans les laits sont faibles, bien souvent inférieurs à 100 ufc.ml<sup>-1</sup>, mais avec une grande variabilité en fonction des élevages **(Torkar et Vengust, 2008)**.

Certaines espèces de levures comme *Geotrichum candidum*, *Kluyveromyces spp.*, *Candida spp.*, sont considérées comme des microflores d'intérêt technologique en transformation fromagère **(Pottier et al., 2008)**.

Les moisissures se retrouvent fréquemment dans les laits, mais leur niveau moyen ne dépasse pas 10 ufc.ml<sup>-1</sup> **(Michel et al., 2001 ; Torkar et Vengust, 2008)**.

# **Partie**

# **expérimentale**

### III. Matériels et méthodes

Les échantillons de lait cru analysés sont issus des vaches de la race pie noire, des brebis de la race Ouled Djellal et des chèvres de la race *Arbia sahwawia*. Trois fermes différentes ont été choisies de la région de Zoui et M'Toussa de la wilaya de Khenchela. Pour chaque ferme deux prélèvements de lait cru sont effectués à partir de 3 à 5 femelles. En fin, 3 échantillons sont constitués, notés : E1, E2 et E3. Les échantillons sont mélangés et transportés vers le laboratoire.

Les analyses sont effectuées au niveau de laboratoire de recherche de la nutrition et de la technologie alimentaire (LNTA) au niveau de l'institut de la nutrition et d'alimentation et technologies agroalimentaires de Constantine (INATAA) et dans le laboratoire de laiterie SAFILAIT de Ain-Smara de Constantine.

#### III.1. Matériel

##### a-Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques

➤ **Verreries usuelles** (Erlenmeyers, béchers, fioles, pipettes graduées, tube à essais, Entonnoirs,...etc.) ;

➤ **Appareillages**

- Agitateur magnétique (KERN) ;
- Balance électronique (KERN) ;
- Densimètres (Mettler Toledo) ;
- pH-mètre (HANAA) ;
- Réfrigérateur (Brandt) ;
- Viscosimètre (HAAKE Viscotesters®).

➤ **Produits et Réactifs**

- Acides (acide borique et acide sulfurique) ;
- Alcools (éthanol et Alcool amylique) ;
- Colorant (Phénophtaléine) ;
- Eau distillée, eau oxygénée et eau phénolée ;
- Sels (chlorure de sodium, sulfite de sodium et sel de cuivre) ;
- Solution de soude (0.1N et 10N).

##### b-Matériel utilisé pour les analyses microbiologiques

➤ **Verreries usuelles** (béchers, boîtes de pétri stériles, erlenmeyers, fioles, lames, lamelles, micropipettes, pipettes, pasteur, spatule tube à essai ...) ;

➤ **Appareillages**

- Agitateur magnétique chauffant (KERN) ;
- Autoclave (Tuttnauer) ;
- Bain marie (Mammert) ;
- Balance analytique (KERN) ;
- Bec Bunsen (Lab-Heating);
- Compteur de colonies (Funk. GERAER) ;
- Etuve (Memmert) ;
- Four pasteur (Mammert) ;
- Réfrigérateur (Raylan).

➤ **Produits et réactifs**

- Alcools (éthanol) ;
- Alune de fer ;
- Csolorant (rouge de méthyle) ;
- Eau distillée, Eau physiologique et Eau peptone ;
- Milieux de culture : PCA, Rothe, MRS, Chapman, VRBG, eau peptonée tamponnée Sabouraud ; Eva-Litsky, Viande-Foi, bouillon de sélénite de Sodium Cystéine et bouillon de Giolitti Gantani ;
- Sels (chlorure de sodium, sulfite de sodium).

### III.2. Méthodes

#### III.2.1. Prélèvement et échantillonnage

Les échantillons du lait sont prélevés d'une manière manuelle, aseptiquement (lavage des trayons a l'eau savonneuse puis désinfection avec l'alcool à 70°) dans des flacons étiquetés et stériles en verre de 250 ml, puis transportés à l'obscurité dans une glacière à 6°C au laboratoire où ils sont homogénéisés et réparties en 3 échantillons, selon les points de prélèvement : E1, E2 et E3 puis conservés dans le réfrigérateur à 4°C (Fig. 1).



**Fig. 1-** Matériel de prélèvement et transport des échantillons.

### III.2.2. Analyses physicochimiques

#### III.2.2.1. Mesure de pH

Le pH d'un lait peut déterminer au pH-mètre (**Journal Officiel, 1992**)

##### Principe

Les mesures de pH effectuées sur les échantillons sont basées sur une méthode potentiométrique dans le principe repose sur une mesure de la différence potentielle entre une électrode dite de mesure et une autre de différence (**Carol, 2002**).

##### Mode opératoire

Le pH-mètre est étalonné avec les solutions tampon (4 et 7). L'électrode de l'appareil est immergée dans un bécher remplis du lait. Cette opération suivie et répétée 3 fois, avec rinçage de l'électrode de l'appareil entre chaque mesure (Fig. 2).

##### Lecture

La valeur de pH caractérisant l'échantillon analysé, est lue directement sur l'appareil de pH-mètre après 5 min (Fig. 2).



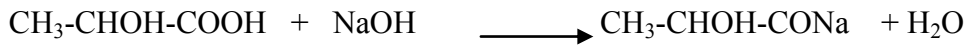
**Fig. 2-** Mesure de pH du lait

#### III.2.2.2. Détermination de l'acidité titrable

Le dosage est effectué par neutralisation de 10 ml de lait avec de la soude N/9 En présence de phénolphtaléine (**Balla, 2011**).

##### Principe

Le titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur se déroule selon réaction suivante :



Acide lactique                      Soude                      Lactate de soude

### Mode opératoire

Un volume de 10 ml du lait est versé dans un bécher de 100 ml, en présence de 0,1 ml de phénolphtaléine à 1% dans l'alcool à 95%. La soude Dornic (0.1N) est rajoutée jusqu'au virage au rose ; facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait. La coloration rose doit persister au moins 10 secondes (**Amiot *et al.*, 2002**).

### Lecture

Lecture de la chute burette ou du volume de NaOH (0,1N).

### Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en degré Dornic ou en pourcentage de l'acide lactique (**AFNOR ,1993**), 1 degré Dornic °D correspondant à 0,1g (décigramme) d'acide lactique par litre de lait.

Pour calculer l'acidité, il faut déterminer la concentration massique  $C_0$  en g/l ; c'est à dire la masse d'acide lactique contenu dans un litre du lait, en utilisant la formule suivante :

$$C_0 = \frac{C_1 \times V_{\text{éq}} \times M_{\text{ac}}}{V}$$

D'où

$C_1$  est la concentration d'hydroxyde de sodium (soude) :  $C_1 = 0,1$  mol/L

$V_{\text{éq}}$  le volume équivalent, en ml, d'hydroxyde de sodium déterminé précédemment

$M_{\text{ac}}$  est la masse molaire de la molécule d'acide lactique :  $M_{\text{ac}} = 90$ g/mol

$V_0$  est le volume de lait :  $V_0 = 10$  ml

D'où, L'acidité en degré Dornic est donnée par la formule suivante :

$$D^\circ = V_1 \times 10$$

$D^\circ$  : L'acidité dornique.

$V_1$  : est le volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium 0.1 N nécessaire.



**Fig. 3-** Détermination de l'acidité titrable du lait.

### III.2.2. 3. Détermination de la densité et de la température

La densité est déterminée à l'aide d'un thermodensimètre (Fig.4) sur un lait maintenu au repos. Lorsqu'il se stabilise, une lecture directe fournit le résultat (Soud, 2011).

#### Principe

La densité est le rapport des masses d'un volume de lait et d'un même volume d'eau à 20° C. Cette masse résulte des diverses densités des constituants du lait : eau, matière grasse, protéines et sucres (Mathieu ,1998). .

#### Mode opératoire

La tige de thermodensimètre est introduite dans une éprouvette de 10 ml contenant du lait homogénéisé, l'appareil est maintenu dans l'axe de l'éprouvette (verticalement), après l'aspiration la valeur de densité et la température sont affichées directement sur l'appareil après 30 secondes à une minute.



**Fig. 4-** Mesure de densité.

### III.2.2. 4. Mesure de la viscosité

La viscosité a été mesurée à l'aide du viscosimètre de type HAAKE Viscotesters® (Thermo, 2013) (Fig.5). Toutes les mesures furent effectuées à la température de 20° C.

#### Principe

Un mobile de mesure animé d'un mouvement de rotation constant et plongé dans la substance à analyser, la résistance à la rotation opposé par la substance traduit sa viscosité. Cette dernière tend généralement à diminuer lorsque la température augmente (Thermo, 2013).

#### Mode opératoire

Un volume suffisant du lait est versé dans un récipient quelconque ou dans le godet de mesure. Le corps tournant est suspendu et plongé dans ce lait jusqu'à la marque.

L'appareil est enclenché et maintenu horizontalement ou avec le statif ; le viscotester se trouve dans sa disposition correcte si le point d'orientation sous la touche montre à l'index (Fig.5).

#### Lecture et expression des résultats

La valeur mesurée est affichée directement sur l'appareil en dPas. Une conversions sont effectuées pour déduire les valeurs de viscosité en cP (centiPoise) comme suivant : **1dP (dézipascalseconde) = 10 cP.**



Fig. 5 - Mesure de la viscosité du lait.

### III.2.2.5. Détermination de teneur en matière sèche totale (extrait sec total) (EST)

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la présente norme (AFNOR, 1980).

#### Principe

Dessiccation par évaporation d'une certaine quantité de lait et pesage du résidu.

#### Mode opératoire

Dans des capsules préalablement tarées, 5 ml de lait est introduit à l'aide d'une pipette jaugée et placée dans une étuve réglée à 105°C pendant 3 heures. Ensuite les capsules sont mises dans un dessiccateur, puis pesées (Fig. 6).

#### Expression des résultats

La matière sèche exprimée en grammes par litre de lait est égale à :

$$EST = (M_1 - M_0) \times 1000 / V$$

$M_0$  : la masse en grammes de la capsule vide.

$M_1$  : la masse en grammes de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement.

$V$  : est le volume en millilitres de la prise d'essai.



Fig. 6- Détermination de la matière sèche.

### III.2.2.6. Détermination teneur en matière minérale

La détermination de la teneur en matière minérale est effectuée par l'incinération des résidus secs du lait (Lecoq, 1965).

#### Mode d'opérateur

Un volume de 10 ml de lait est mis dans un creuset séché et taré préalablement et est placée dans le four à moufle à une température de 500°C pendant 4 heures. Après dessiccation, les creusets refroidis sont pesés (Fig. 7).

### Expression des résultats

La matière minérale est exprimée en grammes par litre de lait est égale à :

$$MM=(Y-X) \times 1000 /V$$

**MM** : Matière minérale

**X** : est la masse en grammes du creuset vide et séché avant 'étuvage.

**Y** : est la masse en grammes du creuset et du résidu après incinération.

**V** : est le volume en millilitres de la prise d'essai.



**Fig. 7-** Méthode de détermination de cendres

#### III.2.2.7. Détermination de teneur en matière organique

La détermination de la teneur en matière organique est effectuée selon la méthode décrite par (**Lecoq, 1965**). Elle déterminée à partir des résultats de la matière sèche et minérale par la formule suivante :

$$MO = MST-MM$$

**MO** : matière organique.

**MST** : matière sec totale.

**MM** matière minérale.

#### III.2.2.8. Mesure de la teneur en matière sèche dégraissée

La matière sèche dégraissée est obtenue par différence entre la matière sèche totale et la matière grasse.

Les laits normaux contiennent habituellement de 90 à 95 g de matière sèche non grasse (**AFNOR, 1993**). Cette dernière est calculée comme suivant :

$$E. S. D = E.S. T-MG$$

**ESD** : extrait sec dégraissée.

**EST** : extrait sec total.

**MG** : matière grasse.

### III.2.3. Analyse biochimique

#### III.2.3.1. Détermination de la teneur en lactose

La teneur en lactose est déterminée par spectrophotométrie (AFNOR, 1993).

##### Principe

Cette méthode consiste en une attaque du lait par l'acide sulfurique, l'addition d'une eau phénolée permet de mesurer l'absorbance de lactose (AFNOR, 1993).

##### Mode opératoire

1 ml de lait ,1 ml d'eau phénolée et 5 ml d'acide sulfurique sont homogénéisés mécaniquement avec un vortex (Cadillac) puis porté cinq minutes à ébullition. L'absorbance est lue à 490 nm contre un témoin préparé avec de l'eau distillée (Fig.8). Une courbe étalon est réalisée à partir d'une solution mère 1 g/l de lactose (Annexe 1).

##### Lecture

La valeur d'absorbance de lactose affichée directement sur le spectrophotomètre, La concentration de lactose (en g/l) est déterminée à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage.



**Fig. 8-** Détermination de la teneur en lactose par méthode spectrophotométrique.

### III.2.3.1. Détermination de la teneur en matière grasse du lait (par la Méthode acido-butyrique de Gerber)

Le dosage de la matière grasse doit être commencé le plus tôt possible. La méthode employée pour la détermination de la matière grasse est celle acido-butyrométrique de Gerber qui est valable seulement pour les laits frais (AFNOR 1993).

#### Principe

Cette méthode consiste en une attaque du lait par l'acide sulfurique. Les constituants du lait autres que la matière grasse sont dissous par l'acide sulfurique. Et grâce à la force centrifuge et en présence d'une petite quantité d'alcool amylique ( $C_5H_{11}OH$ ) qui dissout la matière grasse, cette dernière se sépare et monte au sommet du butyromètre (AFNOR, 2001).

#### Mode opératoire

10 ml d'acide sulfurique, 11 ml de et 1 ml d'alcool amylique sont introduits dans un butyromètre ; ce dernier est bouché à l'aide des bouchons secs et agité pour mélanger le lait, l'acide, et l'alcool afin de favoriser l'attaque acide.

Les butyromètres sont introduits dans la centrifugeuse (1000 à 1200 tr/min) avant leur refroidissement en équilibrant celle-ci. Cette dernière pendant 3 minutes (Fig.9).

#### Lecture

La lecture se fait rapidement sur l'échelle du butyromètre (Le résultat est obtenu par différence des niveaux atteints par la couche visible de la matière grasse): chaque centimètre dans l'échelle correspond à 10 grammes de matière grasse par litre de lait.



Fig. 9- Détermination de la matière grasse par la méthode de Gerber.

### III.2.3.2. Dosage des protéines par la méthode de Kjeldahl

Le but de cette manipulation est de déterminer l'azote total du lait que l'on affecte ensuite d'un facteur de 6,39 pour avoir la teneur en protéine du lait (AFNOR, 1993).

#### Principe

Les composés organiques contenant l'azote chauffés, en présence de l'acide sulfurique concentré et d'un catalyseur, sont décomposés. Ils se minéralisent et libèrent quantitativement du sulfate d'ammonium. Ce dernier est recueilli dans une quantité connue d'une solution titrée d'acide borique et dosé en retour à l'aide d'une solution titrée de l'acide sulfurique la quantité en excès de  $H_3BO_3$  (AFNOR, 1993).

#### Mode opératoire

##### a. Minéralisation

Un mélange de 5 ml de lait, 15 ml d'acide sulfurique à 95 % de pureté est introduit dans un Matras. En présence d'un catalyseur avec un chauffage à feu vif pendant 30 minutes, lorsque le mélange devient limpide bleuté ou verdâtre très clair (Fig. 10).

##### b. Distillation

L'azote organique du lait va être minéralisé à l'état de sulfate d'ammonium. L'ammoniac est déplacé en présence de la soude et va être distillé pour être recueilli dans une solution d'acide borique et titré en retour par l'acide sulfurique, en présence d'un indicateur coloré qui est le rouge de méthyle, jusqu'à coloration jaune (Fig. 10).



**Fig. 10-** Détermination des protéines du lait par méthode de Kjeldhal.

### III.2.4. Analyse microbiologique de lait

L'objectif assigné à cette partie du travail vise à évaluer et comparer la qualité microbiologique (dénombrement des bactéries lactiques de contamination), du lait de vache, brebis et chèvre.

#### III.2.4.1. Stérilisation du matériel et des milieux de culture

Tout le matériel est stérilisé par la chaleur sèche dans un four Pasteur (à 180°C pendant 1 heure). Alors que les milieux de culture sont stérilisés par la chaleur humide c'est-à-dire à l'autoclave (à 120°C pendant 20 minutes).

Toute opération doit être faite à proximité du bec bunsen, afin d'assurer les conditions d'asepsie.

#### III.2.4.2. Préparation des suspensions de dilution

A partir du lait (solution mère), des suspensions de dilution décimales sont préparées dans l'eau physiologique de  $10^{-1}$  jusqu'à  $10^{-5}$  (Fig. 11).

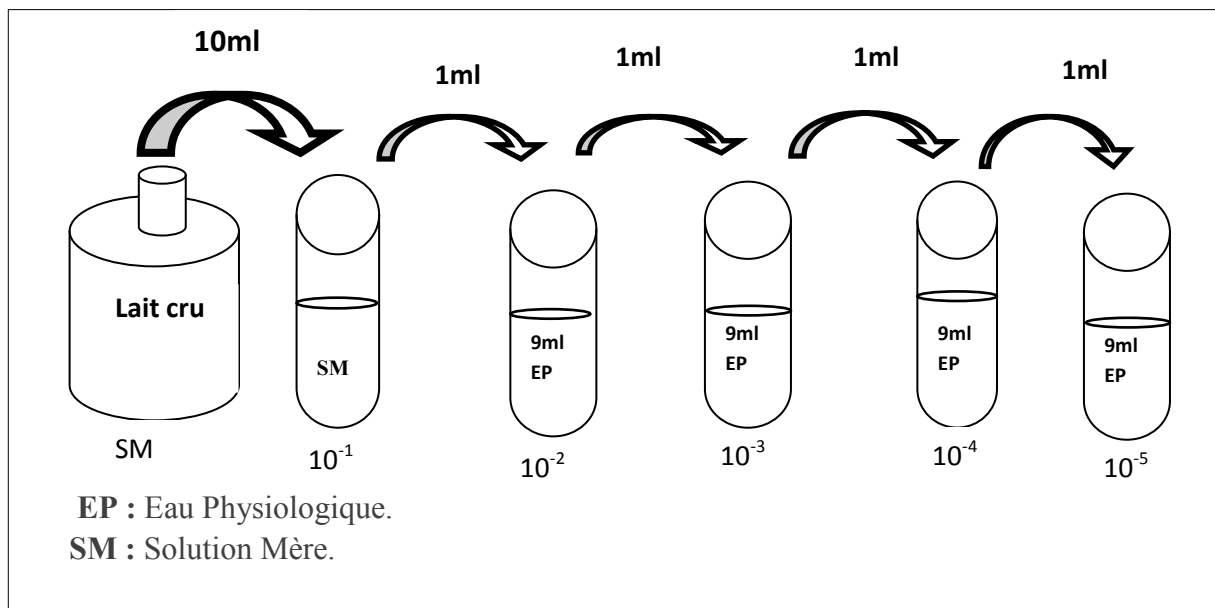


Fig. 11- Préparation des suspensions de dilution décimale.

#### III.2.4.3. Ensemencement

Les milieux de culture sont fondus (préalablement préparée et autoclavée à 120°C pendant 20 minutes) puis refroidis à 45°C et mis aseptiquement dans les boîtes de Pétri contenant 1ml du lait pur et les suspensions dilués. Des mouvements circulaires se font

pour permettre à l'incluse de se mélanger à la Géluse, puis laissées ensuite refroidir sur un plan parfaitement horizontal (il faut marquer sur chaque boîte: le type de lait, sa dilution, la date, le germe recherché).

### III.2.4.3. Dénombrement

L'isolement et le dénombrement des différents germes recherchés ont été effectués suivant les normes algériennes (**journal officiel, 1998**).

La lecture s'effectue par un compteur des colonies, le nombre trouvé est multiplié par l'inverse de sa dilution et en fin résultat est obtenu par le calcul des moyennes arithmétiques des colonies entre les différentes dilutions.

#### III.2.4.4.1. Dénombrement de la flore aérobique mésophile (FAMT) ou Flore « totale »

La flore totale correspond au dénombrement des germes totaux mésophile. Leur isolement est effectué sur le milieu gélosé PCA (Plate Count Agar) (**Guiraud, 2003**). L'ensemencement est réalisé en profondeur dans la masse (Fig. 12).

Les FTAM sont incubées couvercle en bas à 30°C pendant 24 à 48 heures (**Guiraud, 2003**).

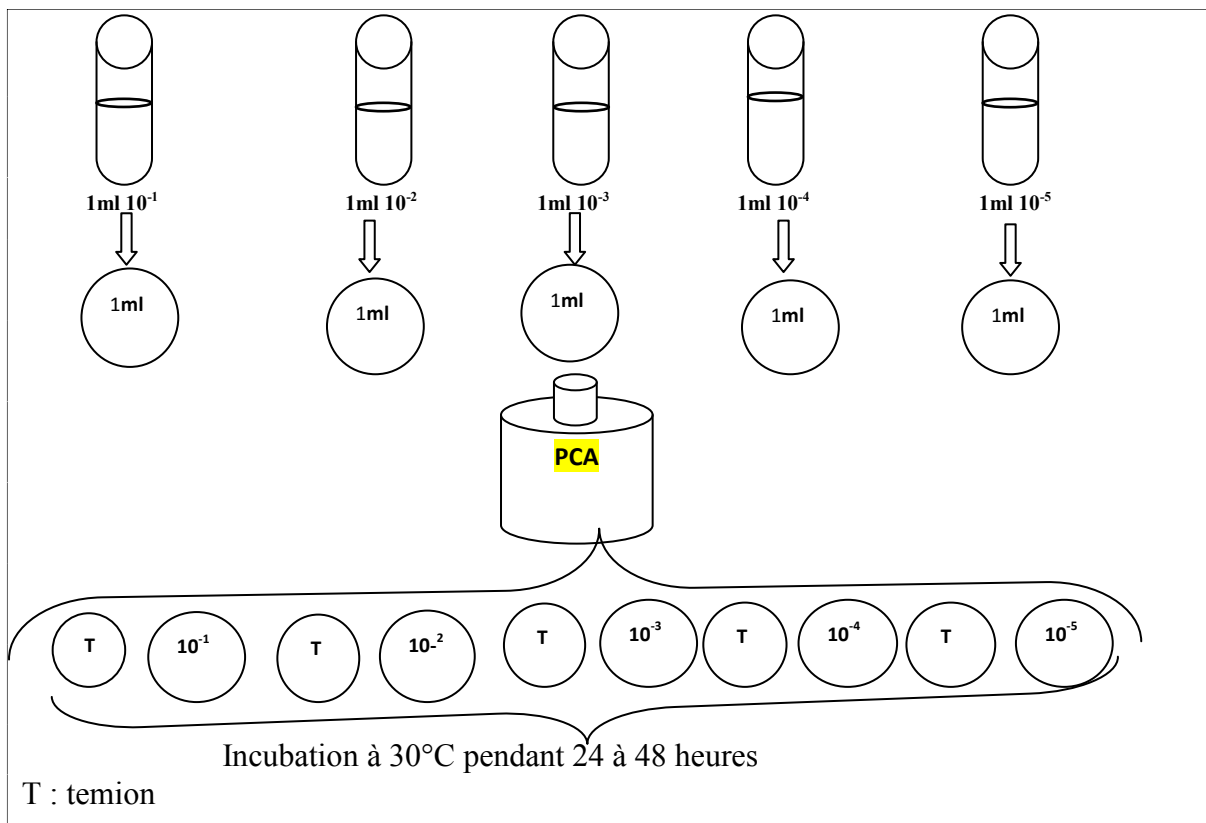


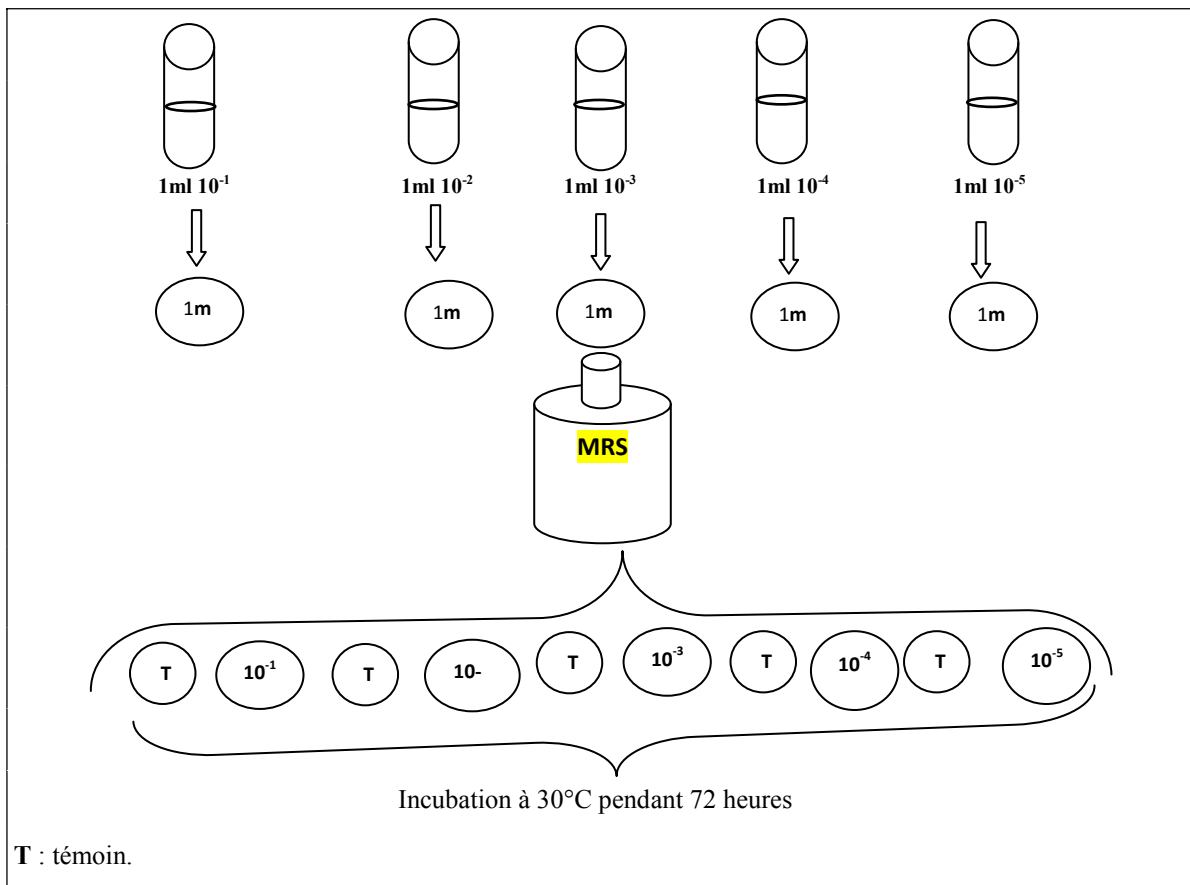
Fig. 12- Méthode de recherche de la flore totale.

Les colonies examinées sont des germes totaux apparaissent sous différentes tailles et formes (Guiraud, 2003)

### III.2.4.4.2. Dénombrement de la flore lactique

Le milieu de culture et dénombrement des bactéries lactiques est Man Rogosa et Sharpe (MRS) (Marchal et al., 1982 ; Guiraud, 1997). L'ensemencement est réalisé en profondeur dans la masse (fig. 13) (Larpent, 1997).

L'incubation a lieu à 30°C, pendant 72h (Marchal *et al.*, 1982).



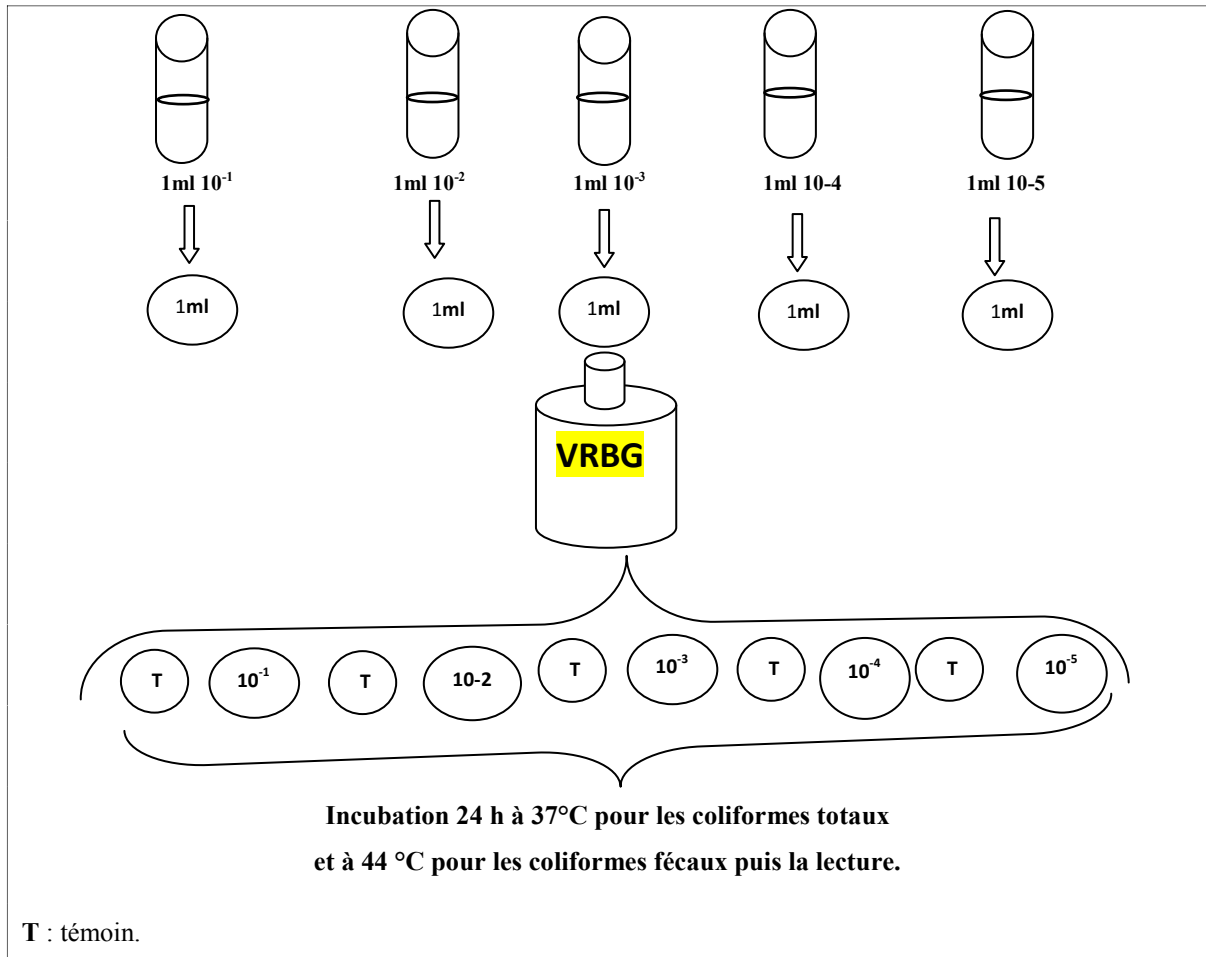
**Fig. 13-** Méthode de recherche des bactéries lactiques.

### III.2.4.4.3. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux

Les coliformes fécaux se distinguent des coliformes totaux par leur température de prolifération qui est de 44° C (Lapied et Petransxiene, 1981). L'ensemencement est réalisé en profondeur dans la masse (figure 14).

Les coliformes sont dénombrés sur milieu VRBG (gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre), après une incubation de 24 à 48 heures à 30°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux.

La culture est fait par comptage des colonies rouges sous forme des bâtonnets, à Gram négatif, aéro-anaérobis facultatifs, non sporulés. **(Guiraud et Galzy, 1980).**



**Fig. 14-**Méthode de recherche des coliformes totaux et fécaux.

#### III.2.4.4.4. Dénombrement des germes pathogènes

##### a. Salmonelles

La salmonellose se rencontre dans tous les pays. Elle occupe la première place dans l'étiologie des toxi-infections alimentaires **(Prescott *et al.*, 2003).**

La recherche des Salmonelles est réalisée en trois étapes :

➤ **Pré-enrichissement**

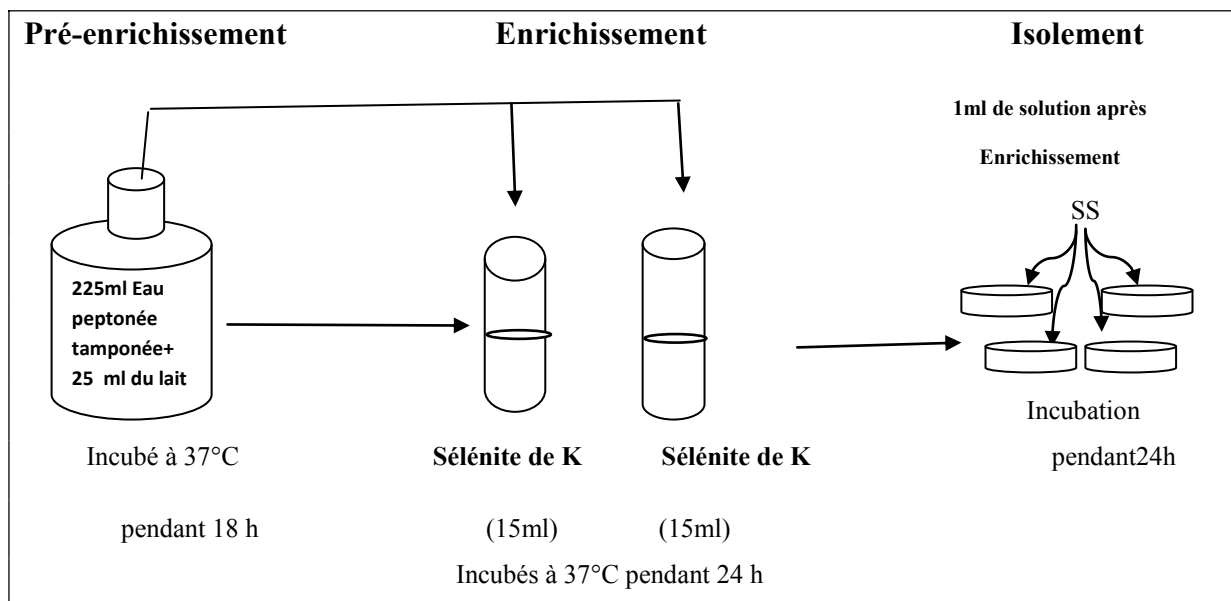
Un volume de 25 ml de lait est versé dans un flacon stérile contenant 225 ml d'eau peptonée tamponnée puis une incubation est réalisée à 37°C pendant 18 heures (Fig. 15).

➤ **Enrichissement**

L'enrichissement est effectué sur le milieu sélectif Sélénite de potassium à raison de 1 ml de solution de pré-enrichissement par deux tubes de milieu sélénite de potassium (Guiraud, 2003). Les tubes seront incubés à 37°C pendant 24 heures (Fig. 15).

➤ **Isolement**

Chaque tube fera l'objet d'un isolement sur deux boîtes contenant le milieu S-S. Toutes les boîtes ensemencées seront incubées à 37°C pendant 24 heures (Beerns et Luquet, 1987) (Fig. 15).



**Fig. 15-**Méthode de recherche des Salmonelles.

La lecture se fait par comptage des colonies rouges : lactose + à centre noir : H<sub>2</sub>S +, ou des colonies incolores et transparentes de petite taille : lactose-. Sous forme de bacilles à Gram négatifs, mobiles pour la plupart (ciliature péritriche) mais certaines sont immobiles.

### b. *Staphylococcus aureus*

L'ensemencement s'effectue sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de Pétri et bien séchées (Guiraud, 2003) (Fig. 16).

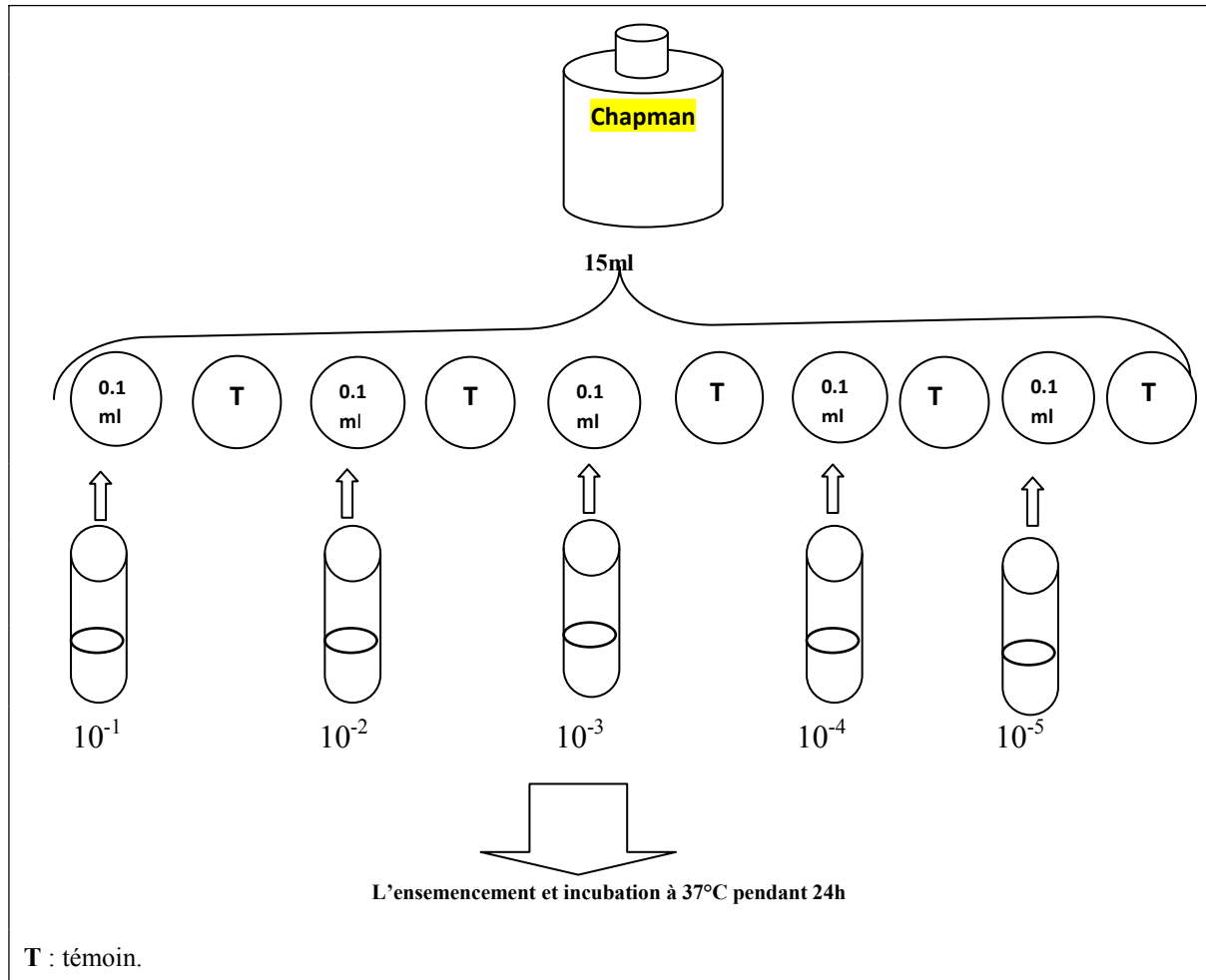


Fig. 16- Méthode de recherche des *Staphylococcus aureus*.

- **Enrichissements**

Un volume de 10ml de lait est introduit dans un flacon de 90 ml de bouillon de Giolitti Gantani, d'un autre coté dans trois de 9ml du même milieu avec 1ml de chaque dilution. Les tubes et le flacon sont placés en anaérobiose et incubés à 37°C pendant 48 heures.

A partir des tubes présentant un noircissement ou une couleur grisâtre, des frottis sont effectués en vue d'une coloration de Gram, mais pour l'étape d'isolement et pour plus de sûreté tous les tubes seront pris en considération (Guiraud, 2003).

- **Isolement**

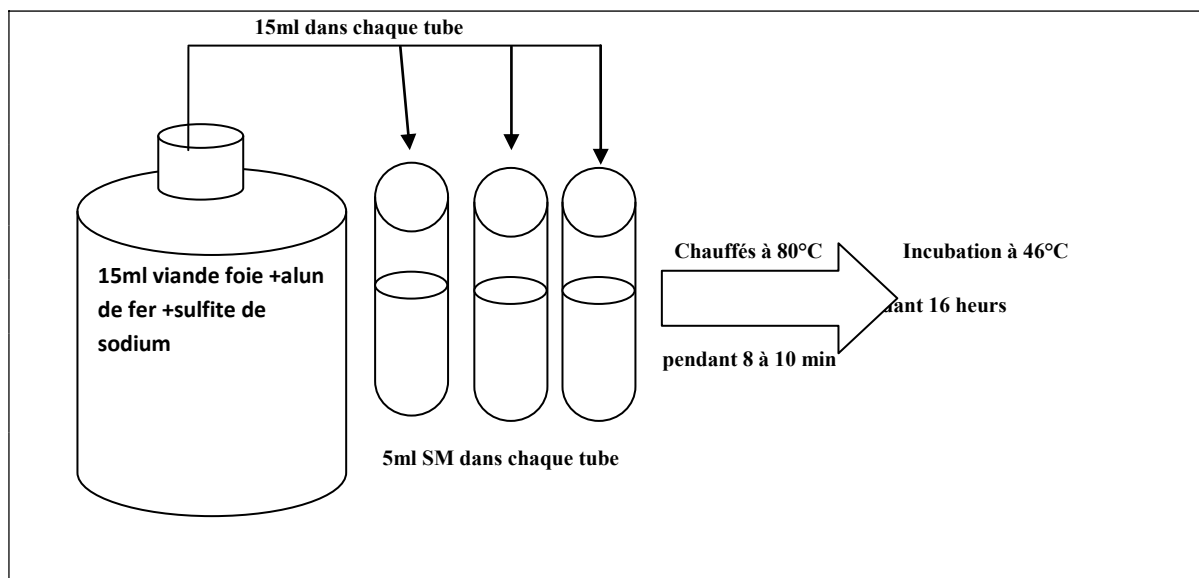
A partir des trois tubes et du flacon préalablement homogénéisés, on réalise des ensemencements en stries sur Gélose Chapman, puis en incubé à 37°C pendant 24 heures (Guiraud, 2003).

### c. Clostridium sulfito-réducteurs

L'espèce Clostridium sulfito-réductrice a l'aptitude à sporuler, est le signe d'une contamination fécale ancienne (Guiraud, 1998).

Dans des tubes contenant chacun 5 ml de lait seront soumis d'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes afin d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées, puis refroidis, nous ajoutons le milieu préparé à partir de 15 ml de gélose Viande Foie, d'alun de fer et de sulfite de sodium dans chaque tube (Fig.17).

En fin les tubes sont laissés solidifier sur pailleasse pendant 30 minutes. Ils seront ensuite incubés à 46°C pendant 16 heures (Beerns et Luquet, 1987).



**Fig. 17-** Méthode de recherche des Clostridium sulfito-réducteurs.

La lecture est précédée à la numération des colonies entourées d'un halo noir sous forme des bacilles gram positifs anaérobies souvent sporulés, anaérobies strict pour la plupart, mobiles en général par l'intermédiaire de flagelles péritriches (ISO, 2003).

#### d. Recherche des Streptocoques fécaux

Dans les laits et produits laitiers, les Streptocoques du groupe D ou Streptocoques fécaux sont recherchés et dénombrés en milieu liquide par la technique du NPP (nombre le plus probable) (**Guiraud, 1998**).

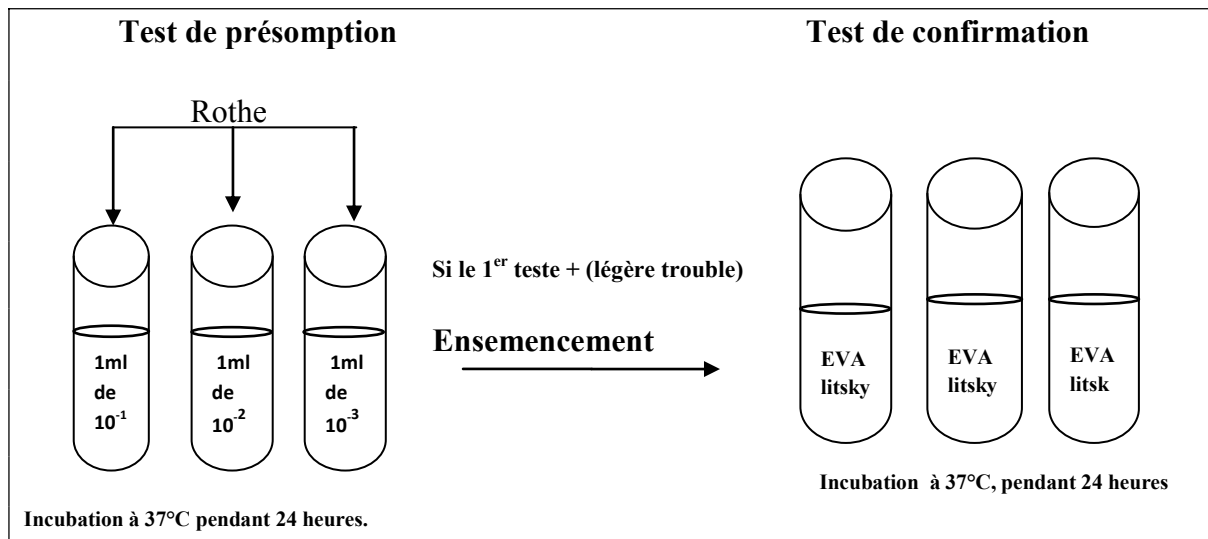
Leur recherche utilise un milieu de présomption de Rothe et un autre de confirmation de l'Eva Litsky en cas d'obtention d'un résultat positif dans le premier test.

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir:

- Le test de présomption: réservé à la recherche des Streptocoques sur milieu de Rothe;
- Le test de confirmation: réservé à la confirmation proprement dite sur milieu EVA, des tubes trouvés positifs au niveau des tests de présomption.

##### Test de présomption

A partir des dilutions décimales de  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , nous portons aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée (figure 18). Nous mélangeons énergiquement le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 heures.



**Fig.18-** Méthode de recherche des Streptocoques fécaux.

##### Test de confirmation

Chaque tube de Rothe présente un résultat positif lors du test de présomption, fera l'objet d'un inoculum dans un tube de milieu EVA Lytski (Fig18)

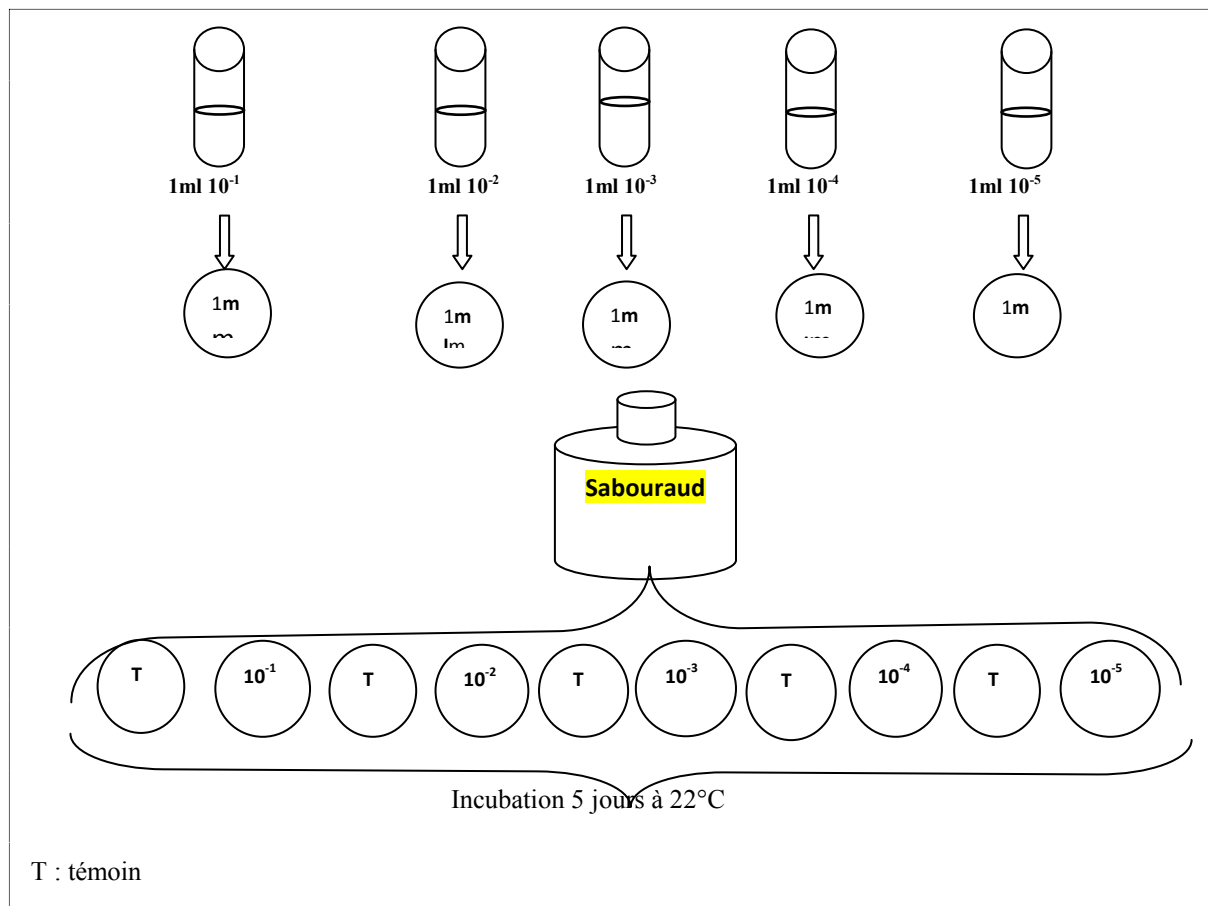
L'incubation se fait à 37°C, pendant 24 heures (**Beerns et Luquet, 1987**).

L'apparition d'un léger trouble et/ou la formation d'un dépôt violet dans le fond du tube indique la présence de streptocoques fécaux. Lorsque la pastille violette se dépose, le trouble du milieu peut devenir de très faible intensité. La numération se fait en utilisant la méthode du « nombre le plus probable ».

#### III.2.4.4.5. Recherche des levures et moisissures

Les levures et les moisissures Sont dénombrées sur le milieu Sabouraud glucosé à 4 % et bas incubé 5 jours à 22°C (**Guiraud, 2003**).

Le milieu de culture Sabouraud est mis aseptiquement dans les boîtes de Pétri avec 1ml du lait pur et le lait dilué (Fig. 19).



**Fig. 19-** Méthode de recherche des levures et moisissures.

La lecture se fait par comptage des colonies jaunes bien individualisées et sporulés pour les moisissures et des colonies d'aspect blanc mat et de diamètre 1-2 mm pour les levures (**Guiraud, 2003**).

### III.2.4. Méthodes statistiques

Quels que soient les modes de collecte ou d'analyse, les données quantitatives que produites devaient répondre à des exigences statistiques rigoureuses en vue de leur validation.

#### III.2.4.1. Analyse de la variance (ANOVA)

L'analyse de la variance est une méthode statistique fondamentale qui vise à comparer des moyennes sur plusieurs échantillons et de se prononcer sur une différence ou une similarité entre ces moyennes. Il s'agit d'apprécier l'effet de variables qualitatives sur une variable numérique et revient dans le cas de l'ANOVA à un facteur, à comparer plusieurs moyennes d'échantillons gaussiens (**Saporta 2006**).

Le principe est celui de la décomposition de la variance (intra-classe et interclasse) par le calcul de la somme des carrés des écarts par rapport à la moyenne/nombre de degrés de liberté = SCE/ddl (ceci lorsque le nombre d'individus composant l'échantillon est réduit).

L'ANOVA utilise le mécanisme du F de Fisher non pas pour comparer deux variances d'échantillons mais comparer les deux composantes d'une même variance.

### IV.2. Étude de la corrélation (le coefficient de corrélation)

La corrélation est une méthode statistique qui caractérise l'existence ou l'absence d'une relation entre deux échantillons ou deux variables quantitatives. La corrélation peut être positive quand les deux variables varient dans le même sens et avec une intensité similaire. Si les deux variables varient dans deux sens opposés avec une intensité similaire, la corrélation est dite négative. Cette est exprimée par coefficient (r) qui varie entre (-1) et (+1) ; l'intensité de la relation sera donc d'autant plus forte que la valeur du coefficient est proche de (+1) ou de (-1) et d'autant plus faible qu'elle est proche de 0 (**Zarrouk, 2012**).

Les calculs de l'écart type et de l'ANOVA ainsi que les coefficients de corrélation, que nous avons utilisée dans ce travail, sont réalisés à l'aide d'Excel 2010.

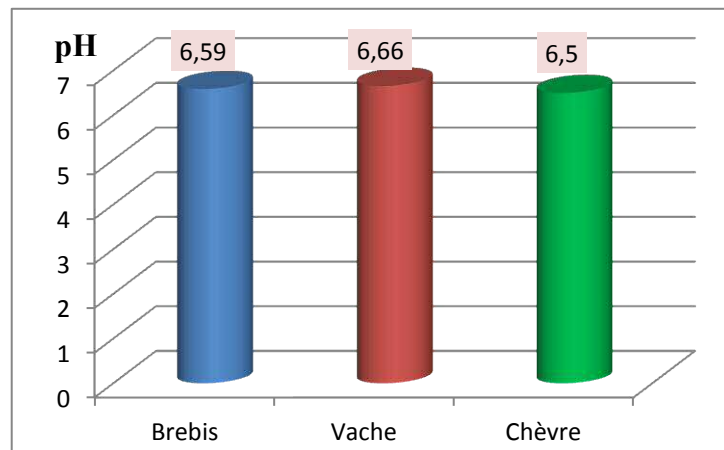
**IV. Résultats et discussion**

**IV.1. Analyse physico-chimique**

**IV.1.1. Mesure de pH**

**Tableau 7.** Résultats de mesure de pH du lait de brebis, de vache et de chèvre.

Echantillons	E.1	E.2	E.3	Moyenne	Ecart-type
Espèce					
Brebis	6,57	6,6	6,62	6,59	0,022
Vache	6,65	6,68	6,66	6,66	0,017
Chèvre	6,49	6,56	6,46	6,5	0,05



**Fig. 20-** Histogramme représente les pH moyens de trois laits.

D’après le tableau 6, les trois laits ont des pH voisins à la neutralité, avec une valeur moyenne  $6,66 \pm 0,022$  pour le lait de vache. Cette valeur est légèrement supérieure à celles du lait de brebis et de lait de chèvre qui sont respectivement :  $6,59 \pm 0,017$  et  $6,50 \pm 0,05$ .

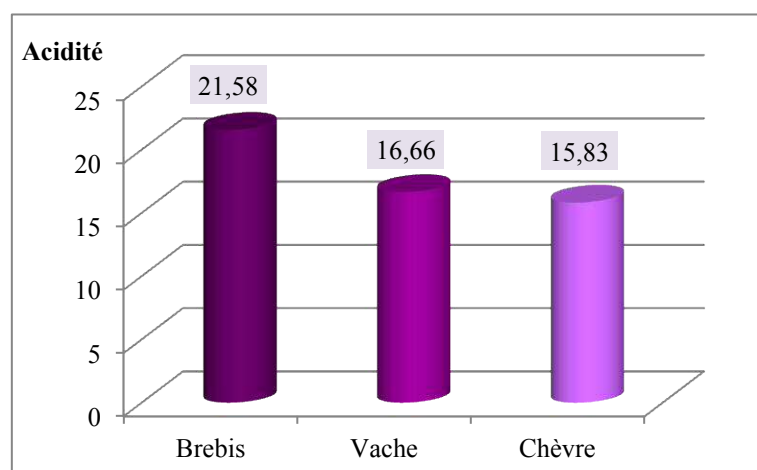
Ces résultats sont situés à l’intervalle du pH du lait frais relevé par **Gaucher et al, 2007**( 6,4 à 6,8). Ces valeurs sont proches à celles montrées par **Haenlein et al, 2006 ; Park et al., 2007** , ces derniers ont trouvé que le pH du lait de brebis se caractérise par des valeurs allant entre 6,51 et 6,85, avec de moyenne un moyenne de 6,65 différent peu de pH moyen du lait bovin et caprin qui sont de 6,65 à 6,71 et 6,5 à 6,80 respectivement.

Selon **Gaucher et al, 2007**, la variation de pH est la conséquence de la présence de la caséine et des anions phosphoriques et citriques, principalement.

#### IV.1.2. L'acidité titrable

**Tableau 8.** Résultats de détermination l'acidité titrable pour les trois laits (en °D).

Echantillons	E.1	E.2	E.3	Moyenne	Ecart-type
Espèce					
Brebis	20	22,5	22,25	21,58	1,37
Vache	15,5	17,75	16,75	16,66	1,12
Chèvre	14,5	17,25	15,75	15,83	1,37



**Fig. 21-** Représentation graphique des valeurs des acidités moyennes.

La présente étude a relevé des valeurs de l'acidité titrable du lait ovin situées entre 20°D et 22,5°D avec une moyenne de 21,58°D, tandis que le lait bovin et caprin ont des acidités inférieures à celle du lait de brebis : 15 à 18°D et 14 à 18°D respectivement. Ces valeurs sont relatives à l'acidité naturelle car, la détermination des acidités est effectuée immédiatement à l'arrivée du lait au laboratoire.

Les résultats de ce travail sont en concordance à ceux montrés par **Jandal, (1996)**, ce dernier estime des valeurs de l'acidité du lait de brebis oscillent entre 22 et 25 °D, elle est plus élevée que celle du lait bovin et caprin (15 – 18°D et 14 à 23°D respectivement).

Selon **Mathieu, 1998** l'acidité d'un lait frais de brebis se situe entre 18 et 22°D, elle est supérieure à celle du lait de vache estimée 15 à 17°D, ces valeurs sont proches aux résultats de cette étude.

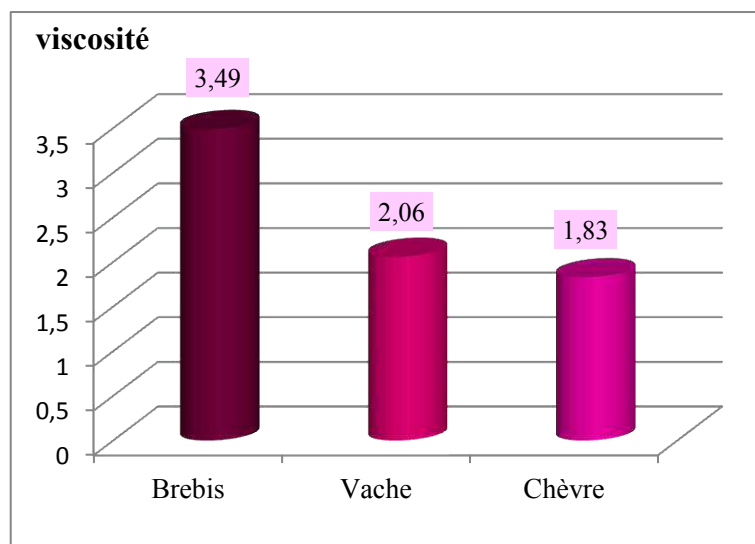
Selon **Dabry, 2001**, l'acidité titrable est évolue en fonction de l'évolution de la teneur en protéines du lait et évolue selon certains auteurs selon la saison.

Dans ce contexte, il y a une forte corrélation positive entre l'acidité et la teneur en protéine ( $r=0,962$  ;  $p>0,1$ ) pour le lait de brebis, ( $r=0,967$  ;  $p>0,1$ ) et ( $r=0,991$ ,  $p<0,1$ ) pour le lait de chèvre.

#### IV .1.3. La viscosité

**Tableau 9.** Résultats de mesure de la viscosité du lait ovin, bovin et caprin (en cp).

Echantillons	E.1	E.2	E.3	Moyenne	Ecart-type
Espèce					
Brebis	3,05	3,85	3,45	3,45	0,4
Vache	1,8	2,15	2,3	2,08	0,25
Chèvre	1,7	1,9	1,8	1,8	0,1



**Fig. 22-** Représentation des valeurs de viscosité de trois laits.

D'après le tableau 8, la viscosité moyenne du lait de brebis est de  $3,45 \pm 0,4$ , plus élevée que celle du lait de vache et de chèvre :  $2,08 \pm 0,25$  cp et  $1,8 \pm 0,1$  cp. Ces résultats sont en accord aux données bibliographiques.

Selon **Park et al., (2007)**, la viscosité est inversement proportionnelle à la température. La viscosité du lait de brebis est plus élevée que celle du lait de vache et du lait de chèvre.

**Assenat, (1985)** montre que la viscosité du lait de brebis est plus élevée que celle du lait de vache et de chèvre, cette caractéristique est liée à sa richesse en matière sèche.

Selon **Rheotest, (2010)**. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait.

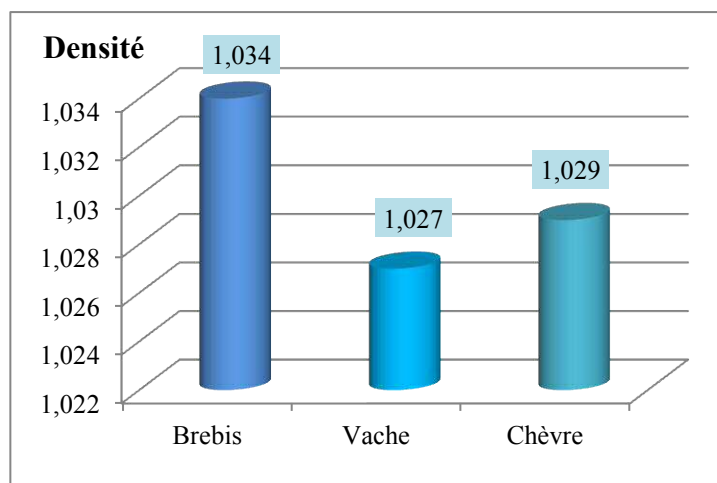
La viscosité est fortement et positivement corrélée à la teneur en matière sèche dans le lait de brebis ( $r=0,995$  ;  $p<0,1$ ) et le lait de chèvre ( $r=0,993$  ;  $p<0,1$ ), tandis que la viscosité la matière sèche du lait de vache sont faiblement corrélée ( $r=0,53$  ;  $p>0,1$ ).

Il existe aussi une forte corrélation positive entre la viscosité et la matière grasse pour les trois laits ( $r=0,988$  ;  $p<0,1$ ) pour le lait ovin, ( $r=0,787$  ;  $p>0,1$ ) pour lait bovin et ( $r=0,999$  ;  $p<0,001$ ) pour le lait caprin.

#### IV.1.4. La densité

**Tableau 10.** Résultats de mesure densité pour les trois laits ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

Echantillons	E.1	E.2	E.3	Moyenne	Ecart-type
Espèce					
Brebis	1,032	1,038	1,033	1,034	0,003
Vache	1,027	1,033	1,03	1,027	0,003
Chèvre	1,026	1,032	1,031	1,029	0,003



**Fig. 23-** Représentation des densités moyennes des trois laits.

A travers cette étude, les valeurs de densité trouvées sont comprises entre 1,03 et 1,038 pour le lait de brebis, ces valeurs sont proches à celles rapportées par **Rouissi *et al.*, (2006)**, (1,035 -1,037). Ce paramètre est plus faible pour le lait de vache étudié, 1,026 à 1,034, proche à celui estimé par **Amiot, (2008)** (entre 1,028 et 1,035).

Pour le lait caprin de cette étude, l'amplitude de densité est variée entre 1,026 et 1,032 se situe dans l'intervalle (1,027-1,035) rapporté par **FAO, (1990)** ; il appartient aussi à l'intervalle (0,026 et 1,042 g/cm<sup>3</sup>) mentionné par **Lemens, (1983)**.

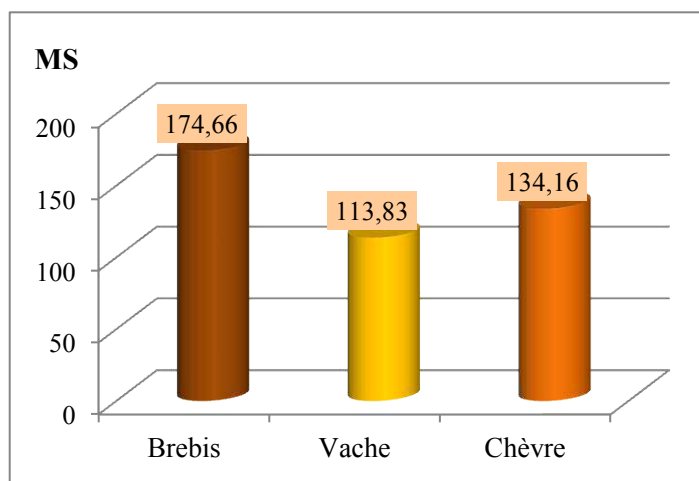
**Croguenec *et al.*, (2008)**, ont montré que la densité du lait dépend étroitement de sa composition, particulièrement de sa richesse en matière sèche dégraissée.

Les coefficients de corrélation entre la densité et la matière sèche digressée sont à l'ordre de ( $r=0,910$  ;  $p>0,1$ ) pour le lait de brebis, ( $r=0,898$  ;  $p>0,1$ ) pour le lait de vache et ( $r=0,864$  ;  $p>0,1$ ) pour le lait de chèvre, ce qui explique la forte corrélation entre la densité et la teneur en matière sèche digressée.

**IV-1.5. Teneur en matière sèche**

**Tableau 11.** Résultats des teneurs moyennes en matière sèche du lait de trois espèces (g/l).

Echantillons Espèce	E.1	E.2	E.3	Moyenne	Ecart-type
Brebis	162	186	176	174,66	12,05
Vache	108,5	120,5	112,5	113,83	5,6
Chèvre	123	148	133	134,16	12,65



**Fig. 24-** Représentation des teneurs moyennes en matière sèche du lait de trois espèces.

L'évaporation du lait aboutit à la formation des extraits sec avait des teneurs moyennes de  $174,66 \pm 12,05 \text{ g/l}$  pour le lait de brebis supérieure a celles obtenues pour le lait de vache et de chèvre :  $113,83 \pm 5,6 \text{ g/l}$  et  $134,16 \pm 12,65 \text{ g/l}$  respectivement.

La teneur en matière sèche du lait de brebis est très proche a celle trouvée par **Martin et al., (2008)** ( $175,5 \text{ g/l}$ ).

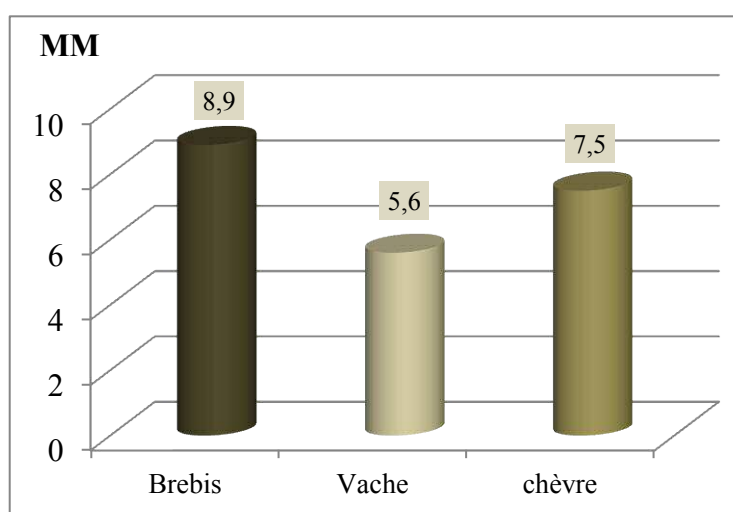
La valeur moyenne de matière sèche trouvée pour le lait de vache est inferieur à celles montrée par **Alais et al., (2008)** ( $127 \text{ g/l}$ ).

Le lait caprin analysé avait une teneur en matière sèche similaire à celle trouvée par **Larpent, (1990)** ( $134 \text{ g/l}$ ).

**IV.1.6. Détermination de teneur en matière minérale**

**Tableau 12.** Résultats de teneur en cendres pour les laits des trois espèces (en g/l).

Echantillons	E.1	E.2	E.3	Moyenne	Ecart-type
Espèce					
Brebis	8,35	9,65	8,75	8,9	0,66
Vache	4,95	6,3	5,6	5,6	0,67
Chèvre	7,35	7,6	7,55	7,5	0,035



**Fig. 25-** Teneur en matière minérale.

Après la combustion totale du lait, nous avons trouvé une masse moyenne de la cendre égale à  $5,6 \pm 0,67$ g/l pour le lait bovin. Une valeur moyenne plus élevée est notée pour le lait de brebis :  $8,9 \pm 0,66$  g/l, proche a la valeur décrite par **Rouissi, (2006)** donne une moyenne de 10,4 pour le lait de brebis et des résultats variables entre 5,4 g/l et 6,8 pour le lait de vache.

Dans ce contexte, **De La Fuent et al, (1997)** ont montré que le lait de brebis est deux fois plus minéralisé que le lait de vache, ce qui le confère un pouvoir tampon et constitue un avantage pour sa conservation.

Nous avons trouvé des teneurs en matière minérale varient entre 7,3g/l et 7,7g/l pour le lait caprin, similaires à celles relevés par **Park et al., (2007)** (7,7 g/l).

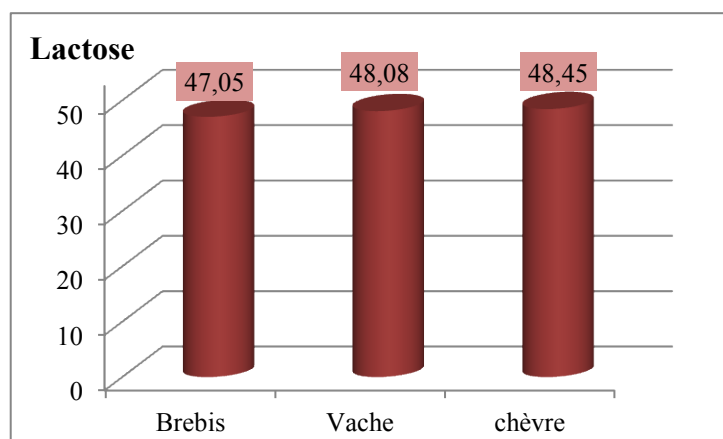
Selon **FAO, (1990)**, la minéralisation dans le lait de chèvre est plus importante que celle du lait de vache, avec une teneur plus élevée en chlore qui est deux fois plus importante que celle du lait de vache.

## IV.2. Analyses biochimiques

### IV.2.1. Teneur en lactose

**Tableau 13.** Résultats de teneur en lactose pour les trois laits (g/l).

Echantillons	E.1	E.2	E.3	Moyenne	Ecart-type
Espèce					
Brebis	45,98	47,65	47,34	47,05	0,88
Vache	46,43	49,19	48,27	48,08	1,4
Chèvre	47,8	49,18	48,45	48,45	0,69



**Fig.26-** Représentation des teneurs en lactose de trois laits.

La présente étude relève des teneurs moyennes en lactose proches ( $47,05 \pm 0,88$ g/l) pour le lait de brebis, ( $48,08 \pm 1,4$ g/l) pour le lait de vache et ( $48,45 \pm 0,69$ g/l) pour le lait de chèvre. Nos résultats sont en accord aux données bibliographiques.

**Chilliard et Sauvart, (1987)**, Ont démontré que la teneur de lactose du lait de brebis est soit inférieure ou égale à celle du lait de vache.

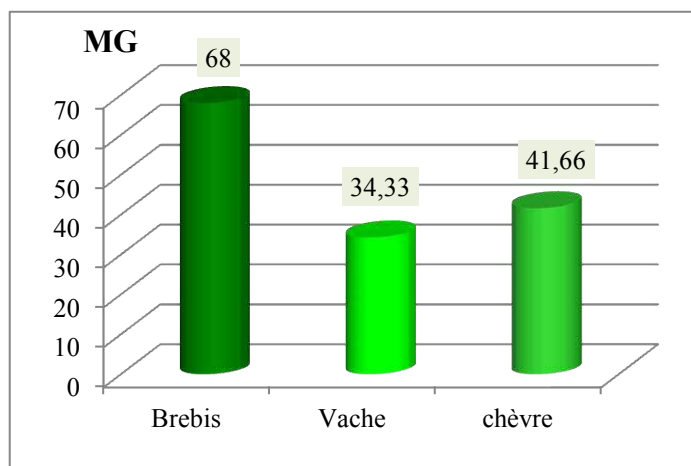
D'après, **FAO, (1990)**, La teneur en lactose est légèrement inférieure dans le lait de chèvre, étant d'environ 48g/l, comparativement au lait de vache (48,0-49,0 g/l).

Selon **Maamouri et al, (2008)**, le lactose est l'un des constituants les plus stables et ne subit que de faibles variations, comparativement aux constituants majeurs.

#### IV. 2.2. Teneur en matière grasse

**Tableau 14.** Résultats de teneur en matière grasse des trois laits (g/l).

Echantillons	E.1	E.2	E.3	Moyenne	Ecart-type
Espèce					
Brebis	62,5	72	68,5	68	4,8
Vache	31,5	37	35	34,33	2,78
Chèvre	38	45	41,5	41,66	3,5



**Fig.27-** Représentation des teneurs en matière grasse des trois laits.

Le taux de matière grasse estimé dans la présente étude variait entre 62,5g/l et 72g/l pour le lait de brebis, bien supérieur à celui du lit de chèvre (38 à 45g/l), et encor de la vache (31,5 à 37g/l). Ces valeurs sont légèrement inférieures à celles citées dans bibliographie.

**Wolff et Fabien, (1998)**, Ont noté que le lait de brebis est nettement plus riche en lipides que le lait de vache et de chèvre.

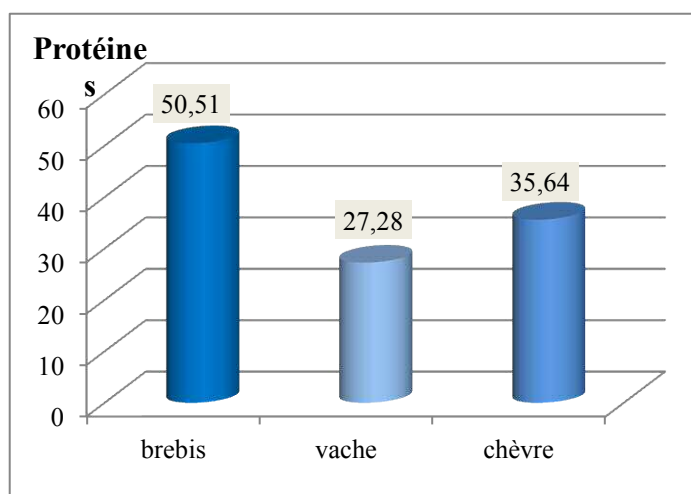
Selon **Coulon et Hoden (1991)**, la mise à l’herbe (période concordante avec notre étude) s’accompagne d’une chute du taux butyreux jusqu’à 3 g/l, surtout si l’herbe offerte est jeune **Agabriel et al., (1993)**. Selon **Araba (2006)**, avec une herbe jeune, il

conviendrait de compléter la ration avec un peu de foin grossier (ou un peu de paille) pour améliorer sa structure.

### IV.2.3.Teneur en protéines

**Tableau 15.** Résultats des teneurs en protéines des trois laits (g/l).

Echantillons	E.1	E.2	E.3	Moyenne	Ecart-type
Espèce					
Brebis	45,12	55	51,41	50,51	4,8
Vache	24,95	30,1	26,7	27,75	2,78
Chèvre	29,35	43,47	34,12	35,65	3,5



**Fig.28-** Représentation des teneurs en protéines pour les trois laits.

Dans la présente étude, la teneur moyenne en protéines dans le lait de brebis est égale à 50,51g/l, inférieure à la moyenne estimée par **Veinoglou, (1982)** de 57,4g/l, alors elle est de 65g/l **Rouissi, (2005)**. Pour le lait caprin, la moyenne estimée était 35,65g/l relativement proche à celle décrite par **Venoglou, (1982)** elle est de 36,2g/l. Le lait de vache analysé avait une teneur moyenne en protéines de 27,28g/l, alors que **Roudj, (2005)** a trouvé une valeur de 34g/l à l’ouest Algérien.

Les résultats de cette étude sont relativement inférieurs aux normes, c’est le résultat de mise en herbe et le phénomène de mouillage.

**Haenlein et al, (2006)** ont estimé que la teneur en protéine dans le lait de brebis (58g/l) est plus élevée qu'en lait de chèvre (46g/l) ou lait de vache (33g/l).

Selon les mêmes auteurs, les teneurs en protéines changent considérablement dans l'espèce et influencées par la race, l'étape de lactation, l'alimentation, le climat, la saison et l'état sanitaire de la mamelle.

La teneur en protéines est très corrélée à la teneur en matière grasse pour les trois laits. En effet les coefficients de corrélation sont : ( $r=0,995$  ;  $p<0,1$ ) pour le lait ovin, ( $r=0,940$  ;  $p>0,1$ ) pour le lait bovin et ( $r=0,982$  ;  $p<0,1$ ) pour le lait caprin.

Le tableau 16. Présente les résultats d'analyse de la variance pour comparer les moyennes des paramètres physicochimiques et biochimiques entre les laits des trois espèces.

**Tableau 16.** Analyse de la variance des résultats des paramètres physicochimiques et biochimiques.

	F calculée	F critique	Différence	Probabilité	Signification
pH	16,6	5,14	oui	$P<0,01$	**
Acidité	17,16	5,14	oui	$P<0,01$	**
Viscosité	29,7	5,14	oui	$P>0,001$	***
Densité	4,11	5,14	oui	$p<0,05$	*
MS	25,22	5,14	oui	$p<0,01$	**
MM	26,9	5,14	oui	$P<0,01$	**
MG	62,84	5,14	oui	$P>0,05$	ns
Lactose	1,58	5,14	non	$P>0,05$	ns
Protéines	14,87	5,14	oui	$P<0,01$	**

F: signifie la valeur de Fisher ; MS: matière sèche ; MM : matière minérale ; MG: matière grasse.

ns : non significatif ; \* peu significatif ; \*\* significatif ; \*\*\* hautement significatif.

Le tableau 16. montre qu'il y a des différences entre les moyennes de tous les paramètres, sauf les teneurs en lactose qui présentent une égalité des moyennes.

### IV.3. Analyses microbiologiques

Les résultats d'analyses microbiologiques des laits analysés sont exprimés en UFC/ml et présentés dans le tableau 15. Ils représentent la charge en différents microorganismes recherchés dans les trois laits crus analysés en en comparaison avec les normes de l'arrêté interministériel du 18 /08/1998.

**Tableau 17.** Résultats des analyses microbiologiques du lait cru de vache, brebis et chèvre (UFC/ml)

Germes Recherchés	Lait de vache	Lait de brebis	Lait de chèvre	Normes (*)
FTAM	$3 \cdot 10^5$	$3,5 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$< 10^5$
Bactéries Lactiques	$2,3 \cdot 10^5$	$2,8 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	
Coliformes totaux	$3 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$	$9 \cdot 10^2$	$< 10^2$
Coliformes fécaux	$2,5 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$	$< 10^3$
Streptocoques	Abs	Abs	abs	Abs /0,1ml
Staphylocoques	$3 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	Absence
Clostridium sulfito-réducteur	abs	abs	abs	$< 50$
Salmonelles	abs	abs	abs	Absence
Levures	abs	abs	abs	
Moisissures	2	Abs	abs	

(\*) : Normes du JOURNAL OFFICIEL N 35 du 27 mai 1998.

#### IV.3.1. La flore mésophile aérobie totale

Des colonies bactériennes ont été dénombrées après avoir été mises en incubation pendant 24h à 37°C sur le milieu PCA. Les colonies des germes totaux apparaissent sous différentes tailles et formes (Fig. 29).

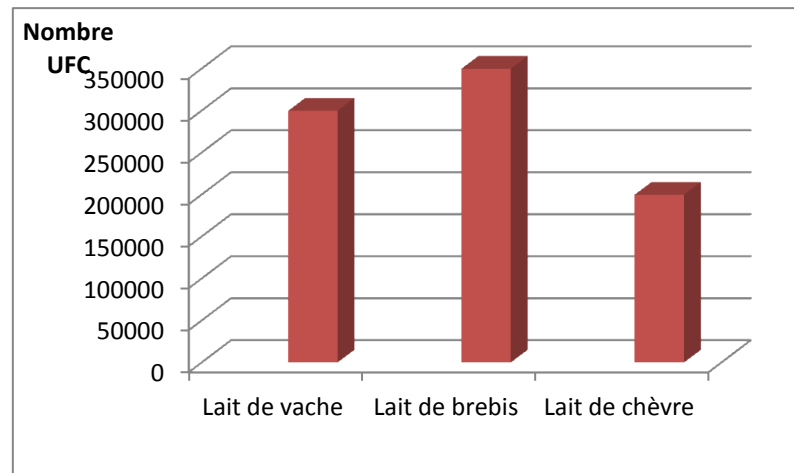


**Fig. 29-** Résultat de recherche de flore totale aérobie mésophile.

D'après les résultats du tableau. 16, le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale dans le lait cru des trois espèces a révélé un nombre de  $3 \cdot 10^5$  UFC/ml pour le lait de vache,  $3,5 \cdot 10^5$  pour le lait de brebis et  $2 \cdot 10^5$  UFC/ml pour le lait de chèvre. Cette charge microbienne est supérieure aux normes (inférieur à  $10^5$  UFC/ml).

Selon **Ameur *et al.*, (2011)** en Algérie, le lait cru collecté présente un taux de contamination microbienne très élevé (entre  $10^5$  et  $10^7$  UFC/ml), préjudiciable aussi bien à la transformation dans l'industrie laitière qu'à la santé publique. Les résultats de la présente étude se situent dans cet intervalle de contamination, mais ils sont supérieurs aux résultats rapportés par **Aggad *et al.*, (2009)** dans l'ouest Algérien où le niveau de contamination moyen avoisine  $83 \cdot 10^4$  UFC/ml.

L'augmentation de charge microbienne peut s'expliquer, selon (**Jeantet *et al.*, 2008**), par les mauvaises pratiques d'hygiène lors de la traite et la manipulation du lait.



**Fig. 30-** Représentation de nombres de FTAM dans les trois laits.

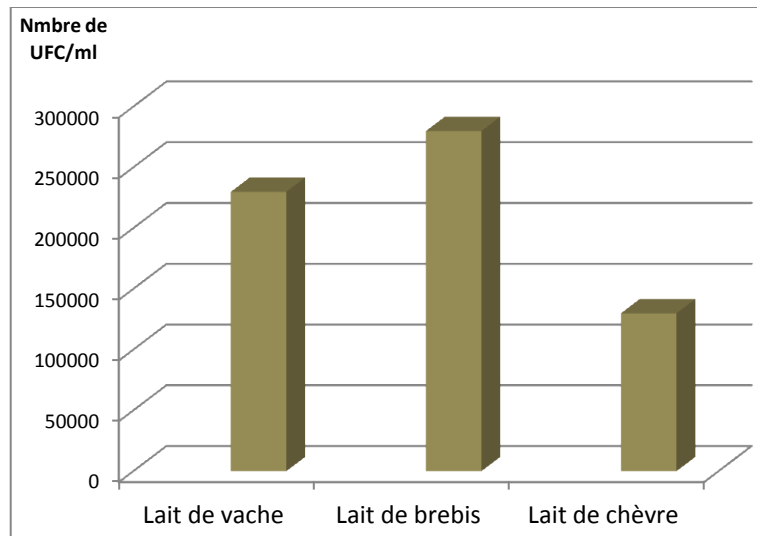
#### IV.3.2. La flore lactique

Le dénombrement des germes lactiques sur milieu MRS après une incubation de 24 heures à 37°C (Fig. 31), montre que le nombre de colonies formées est de  $2,8 \cdot 10^5$  UFC/ml pour le lait ovin supérieur a ceux trouvés dans le lait bovin ( $2,3 \cdot 10^5$  UFC/ml) et dans le lait caprin ( $1,3 \cdot 10^5$  UFC/ml).



**Fig. 31-** Résultat de recherche de la flore lactique sur milieu MRS.

Le nombre des bactéries lactiques n'est pas cité dans les normes algériennes.



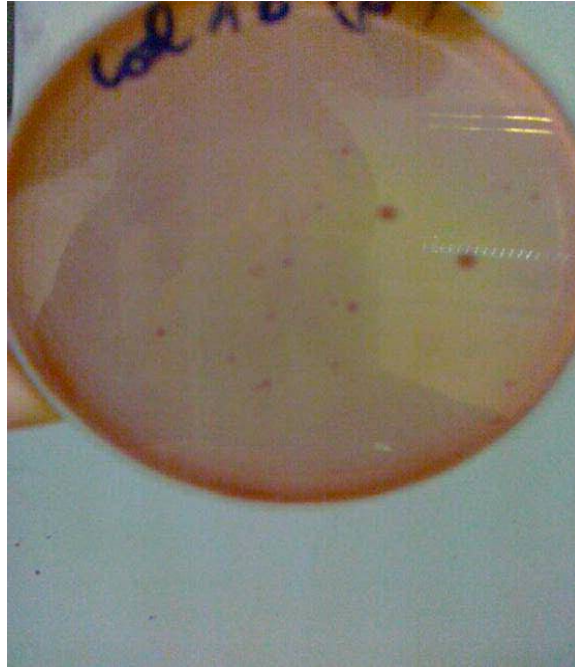
**Fig. 32-** Représentation de nombre de flore lactique dans les trois laits.

La charge des bactéries lactiques est plus importante dans le lait de brebis par rapport à celle du lait de vache et de chèvre (Fig.32).

La flore lactique est la plus importante par leur nombre et leur activité. Elle est utile dans la technologie laitière pour ces propriétés acidifiantes, de plus, la sécrétion des substances inhibitrices tendent à inhiber le développement de germes indésirables.

#### **IV.3.3. Les coliformes**

Les colonies rouges observées sur milieu VRBG (gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre), après avoir incubé pendant 24 heures, correspondent aux coliformes (Fig.33).

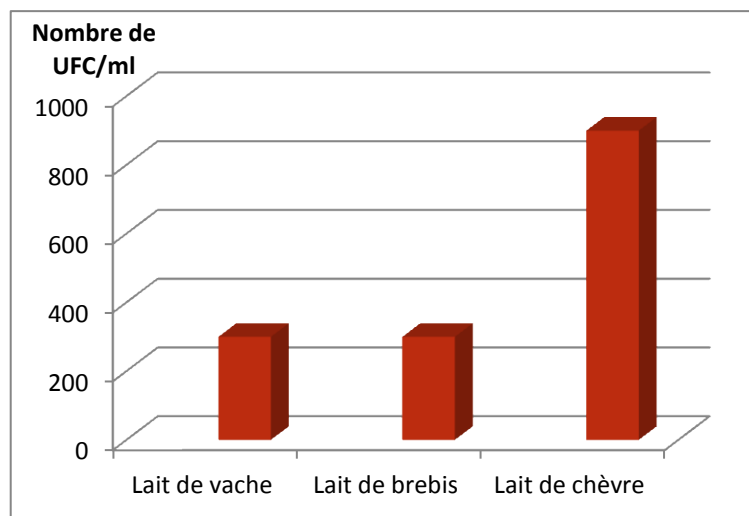


**Fig. 33-** Résultat de recherche des coliformes sur milieu VRBG.

Les coliformes totaux présentent  $9 \cdot 10^2$  UFC/ml pour le lait caprin,  $3 \cdot 10^2$  UFC/ml pour le lait bovin et ovin, dépassent la norme algérienne (inférieur à  $10^2$ ).

Ces résultats sont légèrement supérieurs à ceux de **Khiari et Bouferouk, (2012)** qui a montré un taux de  $2,9 \cdot 10^2$  UFC/ml, mais inférieurs aux dénombrements retrouvés par **Ouinine et al., (2004)**  $1,07 \cdot 10^7$  UFC/ml au Maroc.

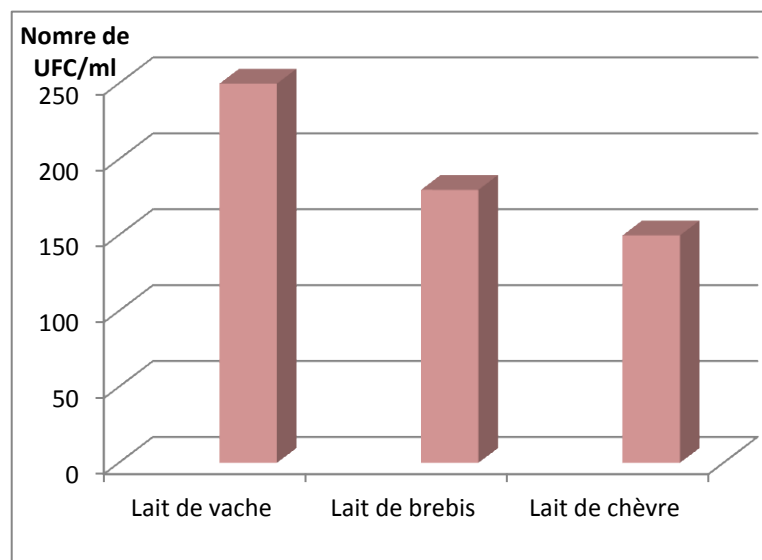
En comparaison de lait de vache et de brebis, le lait de chèvre plus contaminé par les coliformes (Fig.34).



**Fig. 34-** Représentation de nombre des coliformes totaux dans les trois laits.

La présence des coliformes n'est pas obligatoirement un indicateur de la contamination fécale, ils sont des marqueurs de la qualité hygiénique générale.

Les nombre des coliformes fécaux trouvés dans le lait de chèvre et de brebis ( $1,5 \cdot 10^2$  UFC/ml et  $1,5 \cdot 10^2$  UFC/ml) sont réduits par rapport au lait de vache (Fig.35), ce dernier contient un grand nombre de coliforme fécaux ( $2,5 \cdot 10^2$  UFC/ml) qui indique une contamination de lait par la bouse en raison de vache trop sales ou d'une manque d'hygiène de traite (ils colonisent facilement le lait a traves le pis).



**Fig. 35-** Représentation de nombre des coliformes fécaux dans les trois laits.

Selon **Guiraud et Rosec. (2004)**, la présence des coliformes fécaux est considérée comme un indice de contamination fécale, il s'agit donc plutôt de marqueurs de mauvaise maîtrise d'hygiène ainsi qu'à la mauvaise manipulation.

#### IV.3.4. Streptocoques fécaux

La recherche de streptocoques fécaux sur milieu EVA Lytski après une incubation à 37°C, pendant 24 heures, montre l'absence du germe dans les trois laits, ce résultat concorde a la norme algérienne (absence/0,1 ml de lait cru).

L'absence des Streptocoques dans nos échantillons témoigne la bonne pratique d'hygiène au moment de traite.

Des charges en streptocoques fécaux dépassant les normes ont été observées par **Aggad et al., (2009)** dans des laits de mélange de l'ouest algérien.

Des dénombrements à ordre de  $0,64 \cdot 10^2$  UFC/ml, sont menés par **Labioui et al., (2009)** au Maroc.

#### IV.3.5. Les germes pathogènes

##### ➤ Staphylocoques

Après l'incubation, des colonies bombées de coloration jaune sont dénombrées.

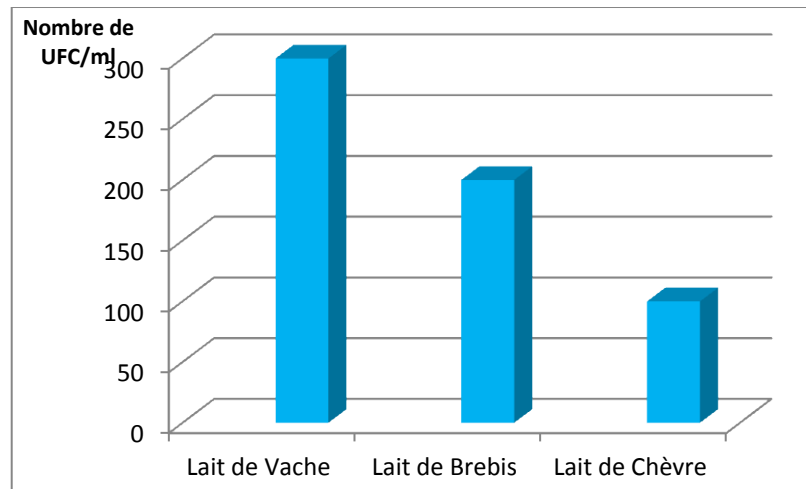


**Fig.36-** Résultat de recherche des Staphylocoques sur milieu Chapman.

Les résultats obtenus présentent un nombre de  $3 \cdot 10^2$  UFC/ml, dans le lait de vache,  $2 \cdot 10^2$  UFC/ml dans le lait de brebis et  $1 \cdot 10^2$  UFC/ml dans le lait de brebis. La norme concernant le *Staphylococcus aureus* est l'absence du germe dans le lait cru.

Les résultats de la présente étude sont en accord avec ceux trouvés par **Aggad et al., (2009)** dans l'ouest algérien avec une moyenne de  $35 \cdot 10^2$  UFC/ml, mais restent largement inférieurs à ceux obtenus par **Mennane et al., (2007)** au Maroc avec une moyenne de  $1,2 \cdot 10^6$  UFC/ml.

Selon **Dodd et Booth, (2000)**, le *Staphylococcus aureus* est considéré comme une bactérie pathogène majeure, causant des infections mammaires, ces dernières s'accompagnent d'une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait.



**Fig.37-** Représentation de nombre des Staphylocoques dans les trois laits.

➤ **Salmonelles**

Les résultats de la recherche de *salmonella* indiquent leur absence totale dans les trois laits analysés, ce qui est conforme à la réglementation algérienne.

Ces résultats, concordent avec ceux de **Srairi et Hamama, (2006)** et **Afif et al., (2008)**.

Selon, **Afif et al., (2008)**, en général, l'isolement des salmonelles dans le lait cru est difficile à mettre en évidence.

➤ **Clostridium sulfito réducteur**

Sur les échantillons analysés, nous avons observé une absence des halos noirs après 16 heures (Fig.39), ces résultats conformes aux normes algériennes (inférieur a 50).



**Fig. 38-** Résultat de recherche des clostridies dans les trois lais.

Le Clostridium est l'un des germes les plus fréquemment impliqués dans les intoxications alimentaires (Rosec *et al.*, 2004).

#### **IV.3.6. Levures et moisissures**

Sur le milieu Sabouraud incubé 5 jours à 22°C, 2 colonies de moisissures sont observé dans le lait de vache (Fig. 39), avec une absence totale dans le lait de brebis et de chèvre.



**Fig. 39-** Moisissures observé dans le lait de vache.

## Conclusion

Cette étude avait pour objectif principal de comparer les paramètres physico-chimiques et la qualité microbiologique des laits crus des trois espèces bovine, ovine et caprine, collectés dans la wilaya de Khenchela.

Les résultats d'analyses physico-chimiques ont montré que le lait de brebis est plus acide, plus dense et plus visqueux que les laits de vache et de chèvre. Cette différence est due essentiellement à sa richesse en matière sèche.

A travers cette étude, nous avons évalué la richesse du lait cru de brebis en protéines, en matière grasse et en matière minérale. Ces résultats confèrent aux trois laits des aptitudes nutritionnelles et technologiques élevées. La richesse exceptionnelle du lait de brebis, en terme de protéine et d'éléments nutritifs, permet d'une part de l'envisager dans l'alimentation humaine afin de fournir l'énergie et les éléments nécessaires à la croissance, et d'autre part de le considérer comme une matière première dans l'industrie fromagère.

Le lait de chèvre vient en deuxième position avec des teneurs en matière sèche, minéraux, matière grasse, et protéines plus élevées que celles du lait de vache.

Les analyses microbiologiques ont relevé une charge importante de la flore totale pour le lait de brebis avec un faible taux de contamination pour les trois types de laits.

L'analyse statistique a montré, à l'exception des teneurs en lactose, qu'il y a des différences significatives entre les résultats des paramètres physico-chimiques et les composants des trois laits.

Cette étude montre sans équivoque que le lait de brebis et de la chèvre, possèdent des potentielles nutritives incontestables.

Il est fortement recommandé d'élargir les élevages ovins et caprins en Algérie afin d'assurer une production laitière importante.

Une meilleure hygiène de la qualité du lait, permettra sans doute une limitation des problèmes de contamination.

# **Références bibliographiques**

**Références bibliographiques**

**Afif A., Faid M., Najimi M. 2008.** Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology.* (7). 2-7.

**AFNOR. 1980.** Association Française de Normalisation. Lait: Détermination de la matière sèche. Edition AFNOR. Recueil de normes françaises. Lait et produits laitiers. Méthodes d'analyse. Paris. France. 33-34.

**AFNOR. 1993.** Contrôle de la qualité des produits alimentaires: lait et produits laitiers : analyses physicochimiques. La Défense. 4e édition. Paris. France. 581,3.

**AFNOR. 2001.** Lait - Détermination de la teneur en matière grasse -Méthode gravimétrique. 1211, 21.

**Agabriel C., Coulon J.B., Brunshwig G., Sibra C., Nafidi C. 1995.** Relations entre la qualité du lait livré et les caractéristiques des exploitations. INRA Prod. Anim. Versailles-Grignon.France. (4). 251-258.

**Aggad H., Mahouz F., Ahmed Ammar Y. Kihal M. 2009.** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Revue Méd. Vét. Alfort.* France. (12). 590-595.

**Aimutis W.R. 2004.** Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *J. Nutr.*USA. (4). 989-995.

**Alais C. 1984.** Science du lait - principes des techniques laitières. 4e édition. Sepaic. Paris. France. 814.

**Alais C. et Linden G. 1994.** Biochimie alimentaire. 3e édition Masson. Paris. France. 244.

**Alais C., Linden G., Miclo L. 2008.** Biochimie alimentaire. 6e édition. Dunod. Paris. France. 86-88.

**Al-Delaimy W.K., Rimm E. 2003.** A prospective study of calcium intake from diet and supplements and risk of ischemic heart disease among men. *Am J. Clin Nutr.* Bethesda. USA. (77). 814-818.

**Ameur A., Rahal K., Bouyoucef A. 2011.** Evaluation du nettoyage des tanks de réfrigération dans les fermes laitières de la région de Freha (Algérie). *Revue Nature et Technologie.* (6). 80-84.

**Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R. 2002.** Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait. In: Vighola C.L. Science et technologie du lait transformation du lait. Fondation de technologie laitière du Québec. Presses internationales polytechnique. Québec. Canada. 600.

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

**ASPC. 2001.** *Staphylococcus aureus* - Fiches techniques santé-sécurité (FTSS). Agence de la Santé Publique du Canada. Ottawa. Canada.

**Assenat L. 1985.** Le lait de brebis : composition et propriétés. In : Lait et produits laitiers .1.Les laits de la mamelle a la laiterie. Edition TEC et DOC. Lavoisier. Paris. France.

**Badinand F. 1994.** Maîtrise du taux cellulaire du lait. Rec. Méd. Vét. (170). Alfort. France.

**Balla A. (2011).** Effets de quelques cryoprotecteurs sur la conservation d'une souche d'intérêt isolée à partir du lait camelin. Thème de Magistère. Université Kasdi Merbah-Ouargla, Algérie. 91.

**Barba G. et Troiano E. 2005.** Inverse association between body mass and frequency of milk consumption in children. Brit. J. Nutr. (93). 15-19.

**Beerens H et Luquet F.M. 1987.** Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et produits laitiers. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. France.130.

**Belitz H.D Grosch W. 1999.** Milk and dairy products. In Food chemistry. 2e édition. Springer-Verlag. Berlin. Allemagne. 470-512.

**Berger H. 1988.** Vitamins and minerals in pregnancy and lactation. Raven Press.New York.USA.

**Biondi L., Valvo M.A., Di Gloria M., Scinardo Thengui M., galofaro V., Priolo A. 2008.** Changes in ewe milk. J. of dairy science. Ontario. Canada. (87). 2401-2408.

**Bougle D. et Bouain A. 2004.** Minéraux et Protéines. Lavoisier. Paris. France.

**Carole L. et Vignola C.L. 2002.** Science et technologie du lait. Presses inter Polytechnique.600.

**Carole L.V. 2002.** Science et technologie du lait: transformation du lait. Presses internationales Polytechnique. Paris. France. 21.

**Castro T., Manso T., Jimeno V., Del Alamo M., Manticon A.R. 2009.** Effet of dietary sources vegietable fats performance dairy ewes and cojugated lenoleic acide (CLA) in milk. Small ruminant research. (84). 47-53.

**Cayot G. et Lorient D. 1998.** Structure et techno- fonction des protéines du lait Cd: Tec et Doc. Lavoisier. Paris. France. 3-22.

**Ceballos L.S., Morales E.R. De La Torre Adarve G. 2009.** Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. Journal of Food Composition and Analysis. (22). 322-329.

**Chabanas A. 2005.** Contribution à l'étude des effets d'une complémentation alimentaire en iode chez la vache laitière, Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard. Lyon. France. 71.

**Chilliard Y. et Sauvant D. 1997.** La sécrétion des constituants du lait. INRA-CEPIL. Paris. France.

**CIPC Lait. 2011.** Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles. Avis relatif à la définition et aux méthodes d'analyse de l'acidité du lait. (2011). 2.

**Clark S. 2009.** Cheesmaking with sheep milk. Prociding of the 15th annual areat lakes dairy sheep symposium. November 12-14. New Yourk. USA.

**Cocolin L., Aggio D., Manzano M., Cantoni C., Comi G. 2002.** An application of PCR DGGE analysis to profile the yeast populations in raw milk. International Dairy J. (12). 407-411.

**Conte S. 2008.** Evolution des caractéristiques organoleptiques physicochimiques et microbiologiques du lait caillé traditionnel. Mémoire d'études approfondies de productions animales. Université Cheikh Anta Diop. Dakar. Sénégal. 2.

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

**Coulon J.B., Chilliard Y. 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). 219-228.

**Croguenec T., Jeantet R. et Brule G. 2008.** Fondaments Physicochimiques de La Technologie Laitière. Ed. Tec et Doc. Paris. Fance.

**Cuq J.L. 2007.** Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. France. 20-25.

**Davidson P.M., Roth L.A Gambrel-Lenarz S.A. 2004.** Coliform and other indicator bacteria in standard methods for the examination of dairy products. Sous la dir. de Michael H., Wehr., Joseph F. Frank. 187-226. 17th édition. American public health association. Washington. USA.

**De La Fuente M.A., Olano A. Juarez M. 1997.** Distribution of calcium, magnesium, phosphorus, manganèse, zinc, magnésium, copper and iron between the soluble and colloidal phases of ewe's and goat's milk. *Lait*. (77). 515-520.

**Debry G. (2001).** Lait : nutrition et santé. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. France. 544.

**Debry G., Ayerbe A. Bard D. 2001.** Lait, nutrition et santé. Edition Tec et Doc. Lavoisier. Paris. France.

**Desjeux J.F. 1993.** Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. International Dairy Fédération. 346.

**Dieng M. 2001.** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur la marche dakaroise. Thèse de docteur vétérinaire Université cheikh anta diop de Dakar. Dakar. Sénégal. 7, 8, 10, 11.

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

**Elmoslemany A.M., Keefe G.P., Dohoo I.R., Dingwell R.T. 2008.** Microbiological quality of bulk tank raw milk in Prince Edward Island dairy herds. *J. of Dairy Science*. (92). 4239-4248.

**FAO. 1990.** Le lait et les produits laitiers dans l'alimentation humaine. Collection FAO: Alimentation et nutrition. 23.

**FAO. 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO: Alimentation et nutrition. 28.

**FAO. 1998.** Organisation Nationale pour l'Alimentation et l'Agriculture. Le lait et les produits laitiers dans l'alimentation humaine. Collection FAO : Alimentation et nutrition. 28.

**FAO. 2002.** Le lait dans la nutrition humaine. Département économique et sociale. [www.FAO.org](http://www.FAO.org).

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

**Feskanich D., Willett W.C., Colditz G.A. 2003.** Calcium, vitamin D, milk consumption, and hip fractures: a prospective study among postmenopausal women. *Am J. Clin Nutr*. (77). 504-511.

**Florence C.L. 2010.** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. Thèse de doctorat. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. France. 33-37.

**Fredot E. 2005.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier. Paris. France. 10-14.

**Galantier M. et Bernard B. 2005.** En pratique : connaissance et place du lait et des produits laitiers dans une alimentation équilibrée. Cahiers de Nutrition et de Diététique. (40). 57-63.

**Gardini F., Tofalo, R., Belletti N., Iucci L., Suzzi G., Torriani S., Guerzoni M.E., Lanciotti R. 2006.** Characterization of yeasts involved in the ripening of Pecorino Crotonese cheese. Food Microbiology. (23). 641-648.

**Gargouri A. 2005.** Production et composition du lait de brebis : effet de l'apport en lipides protégés. Revue de l'Elevage et Médecine Vétérinaire des pays tropicaux. (58). 183-190.

**Gaucher I. (2007).** Caractéristiques de la micelle de caséines et stabilité des laits: de la collecte des laits crus au stockage des laits UHT. Thèse INRA . Agrocampus. Sci. Tec. Lait et œuf. Agrocampus Rennes. France.

**Gauthier V. 2004.** Approche comparée de la carence en iode chez l'homme et les ruminants. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Paul-Sabatier. Toulouse. France. 145.

**Ghourbal M. 1992.** Etude de la qualité microbiologique de lait de brebis au cours du stade de lactation. Mémoire d'ingénieur. INA. El-Harrach. Alger. Algérie. 101.

Gonfa A., Foster H.A., Holzapfel W.H. 2001 .J Food Microbiol. (3).173-86.

**Guezesiak T. 1997.** Lait de chèvre : l'intérêt nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque institut national de la recherche agronomique. Edition INRA. Paris. France. 127-128, 191.

**Gonfa A., Foster H.A., Holzapfel W.H. 2001.** Characterization of lactic acid bacteria strains on the basis of neutral volatile compounds produced in whey. J. Food Microbiol. (3). 173-86.

**Guiraud J.P. et Galzy P. 1980.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires, Ed. Lavoisier. Paris. 119.

**Guiraud J.P. 1998.** Microbiologie alimentaire. Edition Tec et Doc Lavoisier. Dunod. Paris. France. 615.

**Guiraud J.P. 2003.** Microbiologie alimentaire. Edition Tec et Doc Lavoisier. Dunod. Paris. France. 136-137.

**Guiraud J.P. et Rosec J.P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. AFNOR. 237-251.

**Haenlein G.F.W. et Wendorff W.L. 2006.** Sheep milkproductin and utilization of sheep milk. In : Park Y.W and Haenlein G.F.W. Edition Handbook of milk Non Bovine Mammels. Blackwell publishing professionnnel. Oxford UK and Ames. Iowa. USA. 137-194.

**Haenlein,G.F.W., 2004.** Goat milk in human nutrition. In Small Ruminant Research. Published by Elsevier Science B.V. (51). 155-163.

**Hamama A. 2002.** Hygiène et prophylaxie dans les étables laitières. Cours de formation des techniciens de l'office régionale de mis en valeur agricole. L'Haouz. Marrakech. Maroc. 10-25, 62-71,80-110.

**Huebner D. 2012.** The art in the science sheep sheese making. Proceeding of 18th Annual Dairy sheep. October 18-20. Virginia. USA.

**ISO, 2003.** Yogurt-Enumeration of characteristic microorganisms- Colonycount technique at 37°C. First edition IDF.117.

**Jandal J.M. 1996.** Comparative aspect of goat and sheep milk. Small ruminant Reserch. 22, 177-185.

**Jeantet R., Croguenne T., Machaut M., Schuck P., Brulé G. 2008.** Les produits laitiers. Edition Tec et Doc. Paris. France. 122.

**Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brule G. 2007.** Science des aliments-technologie des produits alimentaires. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. France. 17.

**Journal officiel. 1992.** Méthode d'analyses. Algérie.

**Journal Officiel. 1998.** critères microbiologiques relatifs à certaines denrées alimentaires. de la Journal Officiel République Algérienne, N°35ANNEXE 1. 35.

**Kalkwar H.J., Khoury J.C., Lanphear B.P. 2003.** Milk intake during childhood and adolescence, adult bone density, and osteoporotic fractures in women. Am J. Clin Nutr. (77). 257-265.

**Khiari M. et Bouferouk A. 2012.** Caractéristique physicochimique et microbiologique de fromage traditionnelle bouhazezza au lait de chèvre. Mémoire d'ingénieur, INATA. Constantine, 65.

**Labioui H., Laarousi E., Benzakour A., El Yachioui M., Berny E., Ouhsine M. 2009.** Étude physico-chimique et Microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux. France. (148). 7-16.

**Lamontagne M., Champagne C.P., Reizt-Ausseur J., Moineau S., Gardner N., Lamoureux M., Jean J., Fliss I. 2002.** Microbiologie du lait. In Science et technologie du lait - Transformation du lait. Sous la dir. de Carole L. Vignola. Italie. 75-151.

**Larpent J.P. 1990.** Influence de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait. In la vache laitière. Edition INRA publications. Versailles. France. 231-246.

**Larpent J.P. 1995.** Les listérioses, les Listeria et les produits alimentaires. In : Listeria (édition Larpent J.P). Tec et Doc Lavoisier. Paris. France. 41-53.

**Larpent, 1997 :** Microbiologie alimentaire : technique de laboratoire. Edition Lavoisier. Paris. France. 478.

**Leberre N. 1999.** Le lait .Edition Charles Corlet. Noireau. France. 113-114.

**Lebeuf Y ., Michel J.C., Moineau S. 2002.** Science et technologie du lait : propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. Lavoisier. Paris. France.

**Leclercq A. 1999.** Intérêt nutritionnel du lait pour l'homme. Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de médecine. Créteil. France. 58.

**Lecoq .1965.** Manuel d'analyse alimentaires et d'expertises usuelles. Tec et Doc. Lavoisier. Paris.

**Legrand P. 2005.** Intérêt nutritionnel des lipides laitiers. Cahiers de Nutrition et de Diététique. (40). 29-34.

**Lejaouen J.C., Remeuf F., Lenoir J. 1990.** Données récentes sur le lait de chèvre et la fabrication des produits laitiers caprins. XXIII International dairy congress. October, 8-12. Montréal, Québec. Canada.

**Lemens P. 1983.** Propriétés physico-chimique, nutritionnelles et biochimique du lait. Ed. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. France. 2-21.

**Leyral G. et Vierling É. 2007.** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition. Biosciences et techniques. Ballan-Miré. France. 87.

**Lock A.L ., Sinclair L.A., Baumain D.E. 2005.** Milk fat synthesis and its regulation in dairy sheep. Proceedings of the 11th annual. Great lakes dairy sheep symposium. November, 3-5. Vermont. USA.

**Lopez M.B ., Luna A., Laencina J., Falgan A. 1999.** Cheese-making capacity of milk goat's milk during lactation : influence of stage and number of lactation. J. of Science of Food and Agriculture. (79). 115, 1111.

**Lopez-Aliaga, I., Diaz-Castro,J., Alférez, M.J.M.,Barrionuevo, M., et Campos, M.S., 2010.** A review of the nutritional and health aspects of goat milk in cases of intestinal resection. Dairy Sciences and Technology. (90). 611-622.

**Luquet F.M. 1985.** Lait et produits laitiers : vache-brebis-chèvre. In: Les laits de la mamelle à la laiterie. Lavoisier Tec et Doc. Paris. France. 397.

**Maamouri O Rouissil., Dridi S., Kammoun M., De Baermarker.J Karou R. 2008.** Mid infrared attuned total reflection spectroscopy as a rapid tool to assess the quality of Sicilo-Sarde ewe's milk during the lactation period after replacing soybean meal with scotch bean in the feed ration. Food chemistry. (106). 361-368.

**Mahaut M., Jeantet R., Schak P. Brul G. 2000.** Les produits industriels laitiers. Edition Tec et Doc. Lavoisier. Paris. France. 26 -40.

**Marcel M., (2002).** Larousse agricole. 4e édition. 331.

**Marchal N., Obre A., Buttion R., Boudon J.L., Richard C.L. 1982.** Les milieux de cultures pour l'Isolement et l'Identification Biochimique des Bactéries. DOIN. 2e édition. Paris. France. 155.

**Martin M., Scolozzi C., Cecchi F., Mele M., Salari F. 2008.** Relation between morphometric characteristics of milk fat globules and the cheese making aptitude of sheep's milk. Small ruminants research. (74). 194-201.

**Masle I. et Morgan F. 2001.** Aptitude de lait de chèvre à l'acidification par les ferments lactique : facteurs de variation liés à la composition de lait. 561-569.

**Mathieu J. 1998.** Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec et Doc. 1e édition. Lavoisier.

**Mathieu J. 1999.** Initiation à la physicochimie du lait. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. France. 3-190.

**Mennane Z., Ouhssine M., Khedid K. Elyachioui M. (2007).** Hygienic quality of raw cow's milk feeding from waste in two regions in Morocco. International journal of agriculture and biology. (9). 46-48.

**Meyer C. et Denis J.P. 1999.** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition Quae, CTA, presses agronomiques de Gembloux. Belgique.

**Michel V., Hauwuy A., Chamba J.F. 2001.** La flore microbienne des laits crus de vache : diversité et influence des conditions de production. Lait. (81). 575 - 592.

**Ndao S. 1996.** Contribution à l'étude de la contamination des laits caillés artisanaux sénégalais par les staphylocoques présumés pathogènes. Th. Méd. Vet. Dakar. Sénégal. 18-16.

**Ounine K., Rhoutaisse A., El Halou N.E. 2004.** Caractérisation bactériologique du lait cru produit dans les étables de la région du Gharb. Alawamia. Maroc. 187-204.

**Park Y.W ., Juares M., Ramos M. 2007.** Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. (68). 88-113.

**Pavic V., Antunac N., Mioc B., Ivankovic A., Havranec J.L. 2002.** Influence of stage of lactation on chemical composition and physical properties of sheep milk . *Czech journal of animal science*. (47)80-84.

**Pelligrini O., Remeuf F., Rvemale R. 1994.** Evolution des caractéristiques physico-chimiques et des paramètres de coagulation du lait de brebis collecté dans la région de Roquefort. France. (75) 245-442.

**Petranxiene et Lapied 1981 :** la qualité bactériologique du lait et des produits laitiers. ED. Tec et Doc. .Lavoisier, Paris. Denise Petransxiene, Louis Lapied. *Technique & Documentation. Bacteriología de la leche*. 228.

**Pirisi A., Lauret A., Dubeuf J.P. 2007.** Basic and incentive payment for goat and sheep milk in relation to quality. *Small Ruminant Research*. (68). 167-178.

**Planetscope. 2012.** Production mondiale de lait. <http://www.planetscope.com>. (Page consultée le 01 janvier 2006).

**Potocnik K., Gantner V., Kristimir K., Cividini A. 2011.** Mare's milk : composition and protein fraction in comparaison with different milk species. *Mljicarstvo. USA*. (2) .107-113.

**Pottier I., Gente S., Vernoux J.P., Gueguen M. 2008.** Safety assessment of dairy microorganisms: *Geotrichum candidum*. *International J. of Food Microbiology*. (126). 327-332.

**Pougheon S. et Goursaud J. 2001.** Le lait : Caractéristiques physicochimiques. In **Debry G., Lait, nutrition et santé**, Tec et Doc, Paris. France. 6.

**Prescott J. PLansing M., Donald A., Klein L. 2003.** *Microbiologie de Boeck supérieur*. 123-125.

**Prescott L.M., Harley J.P., Klein DA. 2003.** *Microbiologie. 2e édition française. Traduction de la 5e édition américaine. De Boeck. Oxford. Angleterre*. 1137.

**Raynal L., Lagriffoul G., Paccard P. 2008.** Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small ruminant research*. (1). 57-72.

**Rodolakis A. 2009.** Q Fever in dairy animals. *Ann. NY Acad. Sci.* (1166). 90-93.

**Roudaut H. et Lefrancq E. 2005.** *Alimentation théorique. Edition Sciences des aliments*. Paris. France.

**Roudj S., Bessadat A., Karam N.E. 2005.** Caractérisations physicochimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'ouest algérien. Rencontre Recherches Ruminants. 12, 14, 200.

**Rouissi H., Kamoun M., Rekik R., Tayachi L., Hammami S., Hammami M. 2006.** Study of milk quality in dairy sheep in Tunisia. CIHEAM-Option Medeterranniennes. Serie A. (78). 307-311.

**Saporta G. 2006.** Probabilités, analyse des données et statistiques. Édition TECHNIP. 352.

**Schukken Y.H., Wilson D.J., Welcome F., Garrison-Tikofsky L., Gonzalez R.N. 2003.** Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. Veterinary Research. (34). 579-596.

**Souid W. (2011).** Effet des bactériocines (type nisine) produites par une souche lactique isolée à partir du fromage camelin, sur une souche psychrotrophe. Thèse de Magistère. Université Kasdi Merbah- Ouargla. Algérie. 106.

**Srairi M.T. et Hamama A. 2006.** Qualité globale du lait cru de vache au Maroc, concepts, état des lieux et perspectives d'amélioration. 16-42.

**Steijns J.N. 2008.** Dairy products and health: Focus on their constituents or on the matrix? Int. Dairy J. (18). 425-435.

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

**Tchakamian S., Lepoutre A., Pierre V. 1996.** La brucellose en France de 1990 à 1994. Bull. Epidémiol. Hebd. (34). 146-147.

**Thieulin G. et Vuillaume R. 1967.** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris. France. 71-73.

**Torkar K.G. and Vengust A. 2008.** The presence of yeasts, moulds and aflatoxin M-1. In: raw milk and cheese in Slovenia. Food Control. (19). 570-577.

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

**Veinoglou B., Baltadjieva M., Kalatzopoulos G., Stamenova V., Papadopoulou E. 1982.** La composition du lait de chèvre de la région de Plovdiv en Bulgarie et d'Ioannina en Grèce. (62). 155-165.

**Vierling E. 2003.** Aliments et boissons filières et produits. 3e édition Biosciences et techniques. Paris. France. 15-16.

**Vignola C.L. 2002.** Science et technologie du lait, transformation du lait. Ecole polytechnique de Montréal. Canada. 29, 355.

**Vilain A.C. 2010.** Qu'est-ce que le lait ? Revue française d'allergologie. (50). 124-127.

**Vlaemyneck G. 1994.** Salmonella. In: The significance of pathogenic microorganisms in raw milk (édition Hahn G.). Monographie. Document n° 9405. Fédération internationale de laiterie. Bruxelles. Belgique. 78-90.

**Wal J. 2001.** Structure and function of milk allergens. Allergy. (56). 35-38.

**Wattiaux M.A. 1997.** Dairy essentials. 1<sup>st</sup> Edition Nutrition and feeding, The Babcock Institute Publications, University of Wisconsin-Madison.USA. 1-28.

**Wolff R.L. et Fabien R.J. 1998.** Utilisation de l'isopropanol pour l'extraction de la matière grasse de produits laitiers et pour l'estérification sub-séquentes des acides gras. Presses Internationales Polytechnique. Paris. France. 14.22.

**Wolter R. 1988.** Alimentation de la vache laitière. 3e édition. France Agricole. Paris. France.

**Zarrouk F. 2012.** Cours de statistiques à distance. ISSEP. Ksar-Said. Maroc.

### Sites web

**Alves De Oliveira L. 2006.** Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon. <http://www.veltyon.fr/ens/nut/webbromato/cours/cmlait/cmsomlai.html>. (Page consultée le 30 Avril 2016).

**Decoster A. 2006.** Mycobactéries. URL <http://anne.decoster.free.fr/bklbk.htm> (page consultée le 05/04/2016).

**Rheotest M. 2010.** Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.

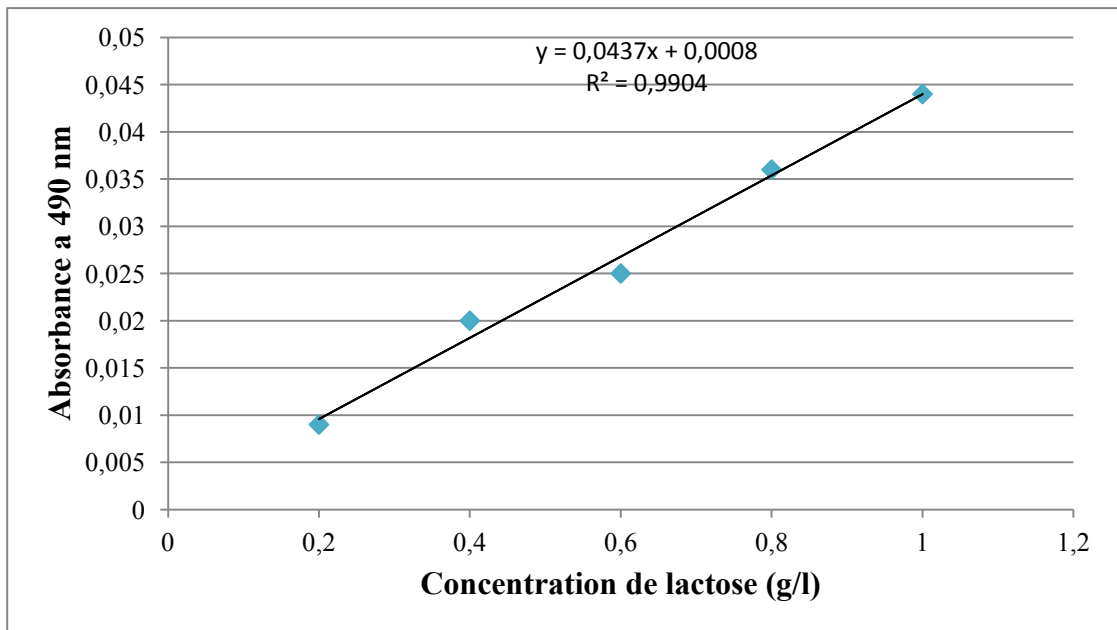
**Santé Canada. 2005.** Fichier canadien sur les éléments nutritifs. [www.santecanada.gc.ca/fcenenligne](http://www.santecanada.gc.ca/fcenenligne). (Page consultée le 6 Avril 2016).

**Thermo. 2013.** <http://www.thermo.com/> (Page consultée le 16 mai 2016).

# **Annexes**

**Annexe 1.** Courbe d'étalon de lactose.

Pour déterminer une concentration inconnue de lactose il est nécessaire de comparer la dite concentration à une courbe de valeurs connues. Ainsi il faut réaliser une courbe étalon composé de concentration connue de lactose. Pour cela, il faut t créer une gamme de dilution de lactose a partir de concentration 1g /l pour rentré dans la gamme étalon.



**Annexe 2. Milieux de culture.****MRS (Gélose de Man, Rogosa, Sharpe)**

Peptone.....	10,0 g
Extrait de viande .....	8,0 g
Extrait de levure.....	4,0 g
Glucose.....	20,0 g
Acétate de sodium trihydrat.....	5,0 g
Citrate d'ammonium.....	2,0 g
Tween .....	1,0 ml
Hydrogénophosphate de potassi.....	2,0 g
Sulfate de magnésium heptahydraté.	0,2 g
Sulfate de manganèse tétrahydraté.	0,05 g
Agar.....	10,0 g
pH = 6,2	

**PCA**

Tryptone.....	5,0 g
Extrait de levur.....	2,5 g
Glucose.....	1,0 g
Agar.....	15,0 g
Eau qsp.....	1L
pH = 7	

**EVA (Ethyl-Violet-Azide) Litsky**

Peptone.....	20,0 g
Glucose .....	5,0 g
Azide .....	0,2 g
Ethyl-violet .....	0,5 g
NaCl .....	5,0 g
Hydrogénophosphate de potassium...	2,7 g
Aihydrogénophosphate de potassium	2,7 g
pH= 6,8	

**Gélose Chapman**

Peptone :.....	10,0 g
Extrait de viande de bœuf :.....	1,0 g
Chlorure de sodium.....	75,0 g
Mannitol :.....	10,0 g
Rouge de phénol .....	0,025 g
Agar-Agar :.....	15,0 g
Eau distillée :.....	qsp 1 Litre
pH = 7,4	

**Milieu de Rothe**

Peptone .....	20,0 g
Glucose .....	5,0 g
Azide .....	0,2 g
NaCl .....	5,0 g
Hydrogénophosphate de potassium...	2,7 g
Dihydrogénophosphate de potassium.	2,7g
pH = 6,8	

**Milieu VRBG (gélose glucosée bilée au cristal violet et au rouge neutre)**

Extrait de levure.....	3,0g
Peptone.....	7,0g
Chlorure de sodium.....	5,0g
Sels biliaires.....	1,5g
Glucose.....	10,0g
Rouge neutre.....	0,03g
Cristal violet.....	0,002g
Agar.....	12,0 g
pH 7,4 ± 0,2	

**Milieu viande**

Base viande foie.....	30,0 g
Glucose .....	2,0 g
Agar .....	6,0 g
pH = 7,4	

**Gélose SS (Salmonella-Shigella)**

Peptone.....	5,0 g
Extrait de viande.....	5,0 g
Lactose.....	10,0 g
Citrate de sodium.....	10,0 g
Citrate de fer III.....	1,0 g
Sels biliaires.....	8,5 g
Vert brillant.....	3,3 mg
Rouge neutre.....	25 mg
Thiosulfate de sodium.....	8,5 g
Agar.....	12,0 g
pH = 7,3	

**Eau peptonée**

Peptone exempte d'indole.....	10,0 g
Chlorure de sodium.....	5,0 g
pH = 7,2	