

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا للبيطرة
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine science de la santé

Filière science vétérinaire

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du

Diplôme De Docteur Vétérinaire

THÈME

**Etude de la qualité physicochimique du lait cru a la
réception dans une unité de transformation et de
production de produits laitiers à Alger**

Présenté par :

- HARBADJI Nour elimane
- KHELAFI Ikram

Soutenu le : 13 Septembre 2022

➤ **Devant le jury composé de:**

- Président : **Mr HAMDI T.M** Professeur à l'ENSV
- Promotrice: **Mme BOUAYAD. L** Professeure à l'ENSV
- Examineur : **Mr GOUCEM.R** Professeur à l'ENSV

Année universitaire : 2021 / 2022

Déclaration sur l'honneur

Nous soussignées **KHELAFI ikram** et **HARBADJI nour el imane** , déclarons être pleinement conscientes que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publié sous toute forme de support , y compris l'internet ,constitue une violation des auteurs ainsi qu'une fraude caractérisée . En conséquence , nous s'engageons à citer toutes les sources qu'on a utilisé pour écrire ce mémoire .

Signature

Remerciement

*Nous tenons à remercier tout d'abord, **Dieu** le tout puissant pour nous avoir donné la force et la patience pour terminer ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre sincère reconnaissance à **Professeur BOUAYAD Leila** notre promotrice pour nous avoir encadré, orienté, aidé et conseillé et surtout pour sa confiance, ses informations enrichissantes et sa présence tout au long de ce travail. C'est aussi avec un immense plaisir que nous avons réalisé ce travail avec vous.*

*Nous adressons nos plus vifs remerciements à **Professeur HAMDI**, le président de jury et à l'examineur **Professeur GOUCEM** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs remarques.*

*Nos plus vifs remerciements s'adressent au personnel du laboratoire de la laiterie **COLAITAL** pour leur patience et leurs précieuses aide pendant la réalisation de ce travail.*

*Nous souhaitons adresser nos remerciements à tout l'ensemble des enseignants et du personnel de l'**ENSV**, aussi, à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

Enfin, nous témoignons notre profonde reconnaissance à nos parents, nos frères, nos sœurs et nos familles qui ont été toujours présents pour nous.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

Aux êtres les plus chers à mon cœur, ceux qui m'ont comblé d'amour et d'affection, qui m'ont protégé, qui m'ont donné force, courage et confiance.

*A mon père **RABIE**,*

L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect. Ta confiance m'a permis de surmonter les difficultés et m'a donné l'espoir pour les projets à venir. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu te préserve et te procure santé et longue vie.

*A ma mère **HOURIA**,*

Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte. En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée. Que Dieu te protège et te garde pour nous.

*A Mes grand-père **AZZOUZ** et **AMAR** pour leurs prières et tendresses.*

*A ma deuxième famille mon oncle **MOURAD**, sa femme **LILA** et sa fille **ROMAÏSSA**, Une famille au sein de laquelle je me suis toujours sentie chez moi et qui m'ont toujours considéré comme une des leurs. Je vous remercie pour tous ce que vous avez fait pour moi.*

*A mon frère **YAHIA** le plus beau cadeau que m'a offert le ciel et mes deux sœurs **SIRINE**, **NAFISSA** et **RAYANE** qui ont été toujours là pour moi, des sœurs comme on ne peut trouver nulle part ailleurs, je vous souhaite tout le bonheur du monde, puisse Allah vous protéger je vous aime tous très fort.*

*A ma très chère tante **MERIEM** : merci pour ton soutien qui m'a permis de réussir mes études, tu étais toujours à mes côtés, et à ces enfants le petit **LOULOU** et ma princesse **DJANA** que Dieu les préserve.*

*A mes très chères tantes **SALIMA**, **SOUAD**, **HAYET**, **LILA**, **NADA**, **HIND**, **ZINEB**, **LAMIA**, **ZAKIA** et leurs enfants.*

*A mes oncles **FAICEL** et **MOHAMED**, à mes cousins et à mes chères cousines.*

*A ma très chère **AMINA**, la copine, la voisine et la fille la plus douce du monde.*

*A ma chère **RAOUNEK** mille merci pour ton aide, ton encouragement et ton soutien à moi.*

*A mon binôme et ma copine durant mon cursus universitaire **KHELAFI IKRAM** et sa famille.*

A LA MÉMOIRE DE MES GRAND MERES NAFISSA ET BAYA

Nour ELimane

Dédicace

*Gloire à « **ALLAH** » le tout puissant et le miséricordieux, qui a exaucé mon rêve et m'a donné force et patience pour accomplir ce modeste travail.*

A mes chers parents

Je ne pourrais jamais exprimer le respect que j'ai pour vous,

Vos prières, vos encouragements et votre soutien,

m'ont toujours été d'un grand secours

Puisse Dieu, le tout puissant vous préserver du mal, vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.

*A celui, dont je porte le nom avec fierté que Dieu le bénisse, merci **PAPA***

*A la femme merveilleuse qu'est maman que Dieu prolonge sa vie, merci **MAMA**.*

*A mes très chers frères **Amine, Ramzi**, et mon petit prince **Nassim***

*A mon âme sœur **Soulef***

*A mes chers tantes et oncles surtout mon oncle **Abderrahmane** et sa femme **Ines**.*

*A Mes chères amies **Amina et Fairouz***

Vous êtes les meilleures, vous méritez un million de remerciements.

*A mon binôme **Imane** et toute la famille **Harbadji***

Ikram

Liste des figures

Numéro de figure	Titre	Page
1	Appareil Béta Star pour le test des résidus d'antibiotique (Photo personnelle)	22
2	Mesure du pH par un pH mètre (Photo personnelle)	23
3	Mesure de la densité du lait cru à l'aide du lactodensimètre (Photo personnelle)	23
4	Dispositif pour la mesure de l'Acidité titrable (Photo personnelle)	25
5	Mesure de la teneur en matière grasse par une centrifugeuse (Photo personnelle)	27
6	Lactoscan (Photo personnelle)	28
7	(A): Test ATB positif (B): Test ATB négatif	30
8	Variations des valeurs de la densité des échantillons analysés	31
9	Variations des valeurs de l'acidité dornic des échantillons analysés	32

Liste des tableaux

Numéro de tableau	Titre	Page
1	Composition minérale du lait (JEANTET ,2007)	6
2	Classification des laits selon leurs teneurs en matière grasse (ANONYME1, 2009).	8
3	Propriétés physiques usuelles du lait de vache (LUQUET, 1985).	12
4	Matériels et appareillages utilisés	20
5	Résultats des analyses physico chimique du lait cru	29

Liste des abréviations

- : absence

+ : présence

°C : degré Celsius

°D : degré dornic

AFNOR: Association Française de Normalisation.

ATB : antibiotique

ESD : extrait sec dégraissé

EST : extrait sec total

FAO : Organisation pour l'alimentation et l'agriculture des Nations Unies (Food and Agriculture Organization)

G : gramme

GIPLAIT: Groupe Industriel des Productions Laitières

ISO : Organisation internationale de normalisation (International Organization for Standardization)

J.O.R.A.: Journal Officiel de la République Algérienne

L : litre

LPC : lait pasteurisé conditionné

MG : matière grasse

Min : minimum

pH : potentiel d'hydrogène

T° : température

U.H.T: Ultra Haute Température

Résumé

Dans un objectif de mettre à la disposition du consommateur une variété de lait de bonne qualité et de garantir une fabrication de produits de qualité satisfaisante, des analyses physico-chimiques sont systématiquement effectuées dans les unités de fabrication du lait, en vue de vérifier la conformité de la qualité du lait aux normes.

Notre étude s'est inscrite dans le cadre du suivi des principales méthodes des analyses physico-chimiques sur des échantillons du lait cru à la réception au sein de l'entreprise COLAITAL de Birkhadem afin de déterminer les paramètres de la non-conformité du produit. Les critères étudiés sont le pH, l'acidité titrable, la densité, la teneur en matière grasse, l'extrait sec total et l'extrait sec dégraissé.

Les résultats obtenus montrent que les échantillons de lait cru sont globalement conformes aux exigences du journal officiel de la république algérienne utilisé comme normes d'acceptation par l'entreprise. Exception faite dans un échantillon qui présentait une non-conformité liée à sa teneur inférieure à la norme de matière grasse (MG = 24 g/l) ainsi que dans 2 échantillons où une présence de résidus d'ATB a été détecté. Les échantillons non conformes ont été refoulés.

Mots clé : lait cru, analyses physico-chimiques, qualité, COLAITAL, conforme

Abstract:

In the aim of providing the consumer with a wide variety of good quality milk and ensuring the manufacture of products of satisfactory quality, physicochemical analyses are systematically carried out in the milk manufacturing units, in order to verify the conformity of the quality of the milk to the standards.

This study is part of the monitoring of the main methods of physico-chemical analysis on samples of raw milk at the reception in the company COLAITAL Birkhadem to determine the parameters of non-conformity of the product. The criteria studied are the pH, titratable acidity, density, fat content, total dry extract and dry extract defatted.

The results obtained show that the samples of raw milk are generally consistent with the requirements of the Official Journal of the Algerian Republic used as standards of acceptance by the company. Exception made in a sample that presented a non-conformity related to its content below the standard of fat (MG = 24 g / l) and in 2 samples or a presence of residues of ATB was detected. The non-compliant samples were rejected.

Key words: raw milk, physico-chemical analysis, quality, COLAITAL, compliant

ملخص

يهدف تزويد المستهلك بمجموعة متنوعة من الحليب عالي الجودة وضمان تصنيع منتجات ذات جودة مرضية ، يتم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية بشكل منهجي في وحدات تصنيع الحليب ، بهدف التحقق من مطابقة جودة الحليب القياسية.

كانت دراستنا جزءاً من مراقبة الطرق الرئيسية للتحليلات الفيزيائية والكيميائية على عينات من الحليب الخام عند الاستقبال داخل شركة COLAITAL في بير خادم من أجل تحديد معايير عدم الامتثال للمنتج. المعايير المدروسة هي الأس الهيدروجيني ، الحموضة القابلة للمعايرة ، الكثافة ، محتوى الدهون ، إجمالي المستخلص الجاف والمستخلص الجاف منزوع الدهون.

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن عينات الحليب الخام تتوافق بشكل عام مع متطلبات الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية المستخدمة كمعايير قبول من قبل الشركة. باستثناء عينة واحدة قدمت عدم امتثال يتعلق بمحتواها أقل من معيار الدهون (MG = 24 جم / لتر) وكذلك في عينتين حيث تم الكشف عن وجود بقايا ATB. تم رفض العينات غير المتوافقة.

الكلمات المفتاحية: الحليب الخام ، التحليلات الفيزيائية والكيميائية ، الجودة ، الكولايتال ، متوافق

SOMMAIRE

Introduction

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités du lait	4
I.1. Définitions du lait	4
I.2. Composition et valeur nutritionnelle.....	4
I.2.1 Eau	5
I.2.2. Glucides	5
I.2.3. Matière grasse	6
I.2.4. Minéraux	6
I.2.5. Protéine	6
I.2.6. Vitamines et enzymes	7
I.3. Différents types de lait de consommation	7
I.3.1. Selon la teneur en matière grasse	7
I.3.2. Selon le traitement thermique subi	8
I.3.3. Autres types du lait	9
Chapitre II : Caractéristiques organoleptiques et physicochimique du lait cru	11
II.1. Caractéristiques organoleptiques	11
II.2. Caractéristiques physicochimique du lait cru de vache	11
II.2.1. Masse volumique	12
II.2.2. Densité	12
II.2.3. Point de congélation	12
II.2.4. Point d'ébullition	13
II.2.5. Acidité titrable	13
II.2.6. Ph	13
II.3. Facteurs influençant la composition du lait	13
II.3.1. Facteurs génétiques	13
II.3.2. Stade de lactation	14
II.3.3. Age ou numéro de lactation	14
II.3.4. Facteurs alimentaires	14
II.3.5. Facteurs climatiques et saisonniers	14
Chapitre III. Contrôle qualité des caractéristiques physicochimiques du lait cru	15
III.1. Définitions	15
III.1.1. Contrôle	15
III.1.2. Qualité	15
III.1.3. Conformité	15
III.2. But de contrôle de la qualité	15
III.3. Contrôle Physico-chimique	15
III.4. Fraudes du lait	16
III.4.1. Mouillage	16
III.4.2. Ajout de l'amidon dans le lait	16

III.4.3. Ajout de l'urine dans le lait	17
III.4.4.Extraction de Matière Grasse (écrémage)	17
III.4.5. Conséquences des fraudes	17

PARTIE EXPERIMENTALE

Objectifs	19
I .MATERIELS ET METHODES	19
I.1. Matériels	19
I.1.1. Présentation de l'entreprise COLAITAL	19
I.1.2. Matériel de laboratoire de la physicochimie et réactifs utilisés	20
I.1.3. Prélèvements	20
I.2.Méthodes	21
I.2.1. Echantillonnage et prélèvements	21
I.2.2.Recherche des résidus d'antibiotiques dans le lait cru	21
I.2.3. Analyses physicochimiques	22
I.2.3.1. Mesure du pH	22
I.2.3.2. Détermination de la densité du lait	23
I.2.3.3. Détermination de l'acidité titrable	25
I.2.3.4.Test d'ébullition	26
I.2.3.5. Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode acido-butyrométrique (GERBER)	26
I.2.3.6. Test de l'acide rosolique	27
I.2.3.7. Méthode d'analyse rapide (Lactoscan)	28
II. Résultats et discussion	29
II.1. Résultats de la recherche des résidus d'antibiotiques	30
II.2. Résultats de mesure du pH	30
II.3. Résultats de mesure de la densité	31
II.4. Résultats de mesure de l'acidité Dornic	31
II.5. Résultats de mesure de la matière grasse	32
Conclusion	34
Références Bibliographiques	36

Introduction

INTRODUCTION

L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, ils apportent la plus grosse part de protéines d'origine animale (**SRAIRI *et al.*, 2007**).

Le lait est un substrat très riche fournissant à l'être humain un aliment presque complet. Protides, glucides, lipides, sels minéraux, calcium et vitamines sont présents à des concentrations satisfaisantes pour la croissance et la multiplication cellulaire (**FREDOT, 2006**). D'autre part, le lait, en raison de sa richesse en nutriments, constitue un excellent milieu de développement pour les microorganismes, provoquant des transformations nuisibles à la qualité des produits par dégradation de leurs constituants (protéines, lipides, lactose) et libération des composés indésirables (**VEISSEYRE, 1975**).

Le lait cru, cette matière première de haute valeur doit être sévèrement contrôlée en raison des risques éventuels qu'elle peut présenter pour la santé humaine. Il en résulte ainsi un intérêt nutritionnel lié aux caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques propres à chaque type du lait (**GHAOUES, 2011**).

C'est dans ce contexte que nous avons choisi de mener une étude portant sur l'appréciation des caractéristiques physico-chimiques du lait cru de vache livré à l'unité COLAITAL/GIPLAIT de Birkhadem (Alger).

Pour cela notre travail est divisé en deux parties :

- Une synthèse bibliographique agencée en trois chapitres : le premier chapitre et le second traitent le lait et ses caractéristiques organoleptiques et physicochimiques et le troisième chapitre est consacré à la qualité physicochimique du lait cru et les diverses fraudes rencontrées.
- Une partie expérimentale dans laquelle sont développés successivement les objectifs visés, les matériels et méthodes utilisés, les résultats obtenus et leur discussion et enfin une conclusion et des recommandations.

Partie

bibliographique

CHAPITRE I : GENERALITES DU LAIT

I.1. Définitions du lait

Le 1^{er} congrès international pour la répression des fraudes alimentaires tenu à Genève en 1908 a défini le lait comme étant le produit de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum (**VEISSEYRE, 1979**).

Selon la réglementation algérienne (**JO, 1993**), la définition du lait prend en compte plusieurs volets :

- La dénomination « lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique.
- La dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservée au lait de vache. Tout lait provenant d'une femelle laitière, autre que la vache, doit être désigné par la dénomination « lait », suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient.
- Le lait destiné à la consommation ou à la fabrication d'un produit laitier, doit provenir de femelles laitières en parfait état sanitaire.

Selon le *Codex Alimentarius (CXS 206-1999)*, le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

I.2. Composition et valeur nutritionnelle

La composition du lait est caractérisée par une grande complexité dans la nature et la forme de ses composants, ceux-ci sont particulièrement adaptés aux besoins nutritionnels et aux capacités digestives du jeune qui y trouve tous les éléments nécessaires à sa croissance. Quatre composants sont dominants du point de vue quantitatif : l'eau, les matières grasses, les protéines et le lactose, les composés mineurs sont représentés par les matières minérales, les enzymes, les vitamines et les gaz dissous (**ALAIS, 2008**).

Selon **FREDOT (2016)**, le lait se compose de quatre phases :

- Une émulsion de matières grasses ou phase grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D).
- Une phase colloïdale : suspension de caséines sous forme de micelles.
- Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).
- Une phase gazeuse composée d'O₂, d'azote et de CO₂ dissous qui représentent environ 5 % du volume du lait.

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

I.2.1. Eau

L'eau représente environ 81 à 87% du volume du lait selon la race. Elle se trouve sous deux formes : libre (96 % de la totalité) et liée à la matière sèche (4 % de la totalité) (**RAMET, 1985**).

D'après **AMIOT *et al.* (2002)**, l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

I.2.2. Glucides

Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose. Il est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait des monogastriques. Sa teneur est très

stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache. Il est un sucre spécifique du lait (**HODEN et COULON, 1991**).

I.2.3. Matière grasse

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10µm et est essentiellement constituée de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés (**JEANTET *et al.*, 2008**).

I. 2.4. Minéraux

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (**GAUCHERON, 2004**). La composition minérale du lait de vache est représentée dans le Tableau N°1.

Tableau N°1. : Composition minérale du lait (JEANTET ,2007)

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

I. 2.5. Protéines

L'analyse du lait par minéralisation, appelée méthode Kjeldahl, permet d'évaluer que 95% de la quantité totale d'azote est présente dans les protéines dont la concentration moyenne est de 3,2%. Les composés azotés non protéiques sont principalement des protéases, des peptones et de l'urée. Différentes structures et propriétés physicochimiques distinguent les protéines du lait (**CAYOT et Lorient, 1998**).

On les classe en deux catégories d'après leur solubilité dans l'eau et leur stabilité, d'une part, les différentes caséines qui sont en suspension colloïdale, qui se regroupent sous forme de micelles et qui précipitent sous l'action de la présure ou lors de l'acidification à un pH d'environ 4,6, d'autre part, les protéines du sérum qui sont en solution colloïdale et qui précipitent sous l'action de la chaleur (**WHITNEY *et al.*, 1976**).

I. 2.6. Vitamines et enzymes

❖ Vitamines

Les vitamines du lait sont réparties en deux classes selon leur solubilité, ils sont soit hydrosolubles (vitamines du groupe B, vit C, vit H, acide folique, niacine et niacinamide, acide pantothénique), se retrouvent en plus grande concentration dans le sérum, soit liposolubles (vit A, vit D, vit E, vit K) qui sont associés à la matière grasse, par conséquent l'écémage du lait diminuera considérablement leurs concentrations. Les différentes vitamines peuvent ressentir l'effet de la chaleur et de la lumière (**ADRIAN, 1987**).

❖ Enzymes

Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait, dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile (**LINDEN, 1987**).

I.3. Différents types de lait de consommation

Deux paramètres essentiels permettent de classer le lait : sa teneur en matière grasse et le traitement thermique qu'il a subi.

I.3.1. Selon la teneur en matière grasse (tableau N°2)

I.3.1.1. Lait entier : c'est le lait le plus riche en matière grasse et de ce fait, celui qui possède le plus d'arôme. Il est facilement reconnu dans les étals par la dominante rouge de son emballage ou son bouchon rouge qui ferme les briques et les bouteilles (**ANONYME1, 2009**).

I.3.1.2. Lait demi-écrémé : c'est un lait qui possède entre 15 et 18 grammes de matière grasse par litre. Son emballage porte un bouchon bleu (**ANONYME1, 2009**).

I.3.1.3. Lait écrémé : ne contient presque plus de matière grasse (moins de 5 grammes par litre). Il est reconnaissable par son bouchon vert (ANONYME1, 2009).

Tableau N°2 : Classification des laits selon leurs teneurs en matière grasse (ANONYME1, 2009).

Type de lait	Teneur en Matière grasse	Couleur sur l'emballage
Lait entier	3,5%	Rouge
Lait demi écrémé	1,5-1,8%	Bleu
Lait écrémé	0,5%	Vert

I.3.2. Selon le traitement thermique subi

I.3.2.1. Lait cru

Le lait cru est un produit qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme à une température entre 4 à 6°C. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à ébullition avant consommation (car il peut contenir des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (FREDOT, 2006).

I.3.2.2. Lait pasteurisé

La pasteurisation a pour objectif la destruction de toutes les formes végétatives des micro-organismes pathogènes du lait sans altérer la qualité chimique, physique et organoleptique de ce dernier (HARDING, 1995).

Le lait pasteurisé, fabriqué à partir de lait cru ou de lait reconstitué, écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % de la flore (jusqu'à 98 %) contenue dans le lait (notamment tous les germes pathogènes non sporulés, tels que les germes de la tuberculose et de la brucellose) (M'BOYA, 2001).

Le traitement usuel est réalisé pendant 15 à 20 secondes à 72-75 °C, cela permet de détruire les bacilles tuberculeux. Ce traitement n'a pas d'effet sur les constituants du lait en dehors d'une faible perte de thiamine et de vitamine C (LINDEN, 1987).

I.3.2.3. Lait stérilisé

La dénomination « lait stérilisé » est réservée au lait préalablement conditionné dans un emballage hermétique, puis chauffé pendant 15 à 20 minutes à une température de 115-120°C afin de détruire tous les germes susceptibles de s'y développer. Le lait est ensuite rapidement refroidi. Il se conserve à température ambiante, tant que l'emballage n'a pas été ouvert. La stérilisation simple est un procédé de longue conservation (**VEISSEYRE, 1979**). Il est vendu sous les mentions « entier », « demi-écrémé » ou « écrémé ».

I.3.2.4. Lait UHT (Haute Ultra Température)

C'est un lait traité par une chaleur qui détruit les enzymes et les microorganismes et conditionné ensuite aseptiquement dans un récipient stérile, hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes. Le traitement thermique peut être soit direct (injection de vapeur d'eau), soit indirect. Il est réalisé à 135-150°C pendant 2.5 secondes environ (**ANONYME 1, 2009**). Ce lait se conserve 6 mois à température ambiante (20°C) et 3 à 4 mois dans les régions chaudes (30°C).

I.3.3. Autres types du lait

I. 3.3.1. Lait aromatisé : Cette dénomination est réservée aux boissons stérilisées préparées à l'avance, constituées exclusivement de lait écrémé ou non, sucré ou non, additionné des colorants autorisés et de substances aromatiques naturelles qui peuvent être renforcées artificiellement : abricot, ananas, fraise, cerise, framboise... Les laits aromatisés peuvent avoir subi l'addition d'agar-agar, alginates et pectines comme stabilisants. Les laits aromatisés sont généralement obtenus par stérilisation en récipient ou par stérilisation UHT (**VIERLING, 1999**).

I. 3.3.2. Lait concentré : Le lait concentré non sucré est obtenu par pasteurisation puis par concentration sous-vide. Après addition de stabilisateurs destinés à éviter le caillage, ce lait est conditionné et stérilisé.

Le lait concentré sucré n'a pas besoin d'être stérilisé car le sucre en remplaçant partiellement l'eau empêche le développement des micro-organismes. Le goût sucré est obtenu par addition d'un sirop de saccharose. Il est nécessaire 2,2 litres de lait liquide pour obtenir 1 kg de lait concentré sucré (**ANONYME1, 2009**).

I.3.3.3 Lait en poudre (Lait déshydraté) : Les laits en poudre sont des produits résultant de l'élimination de l'eau du lait. Il devient poudre. Des laits en poudre, on distingue :

- Le lait en poudre riche en matières grasses contenant en poids au moins 42 % de matières grasses.
- Le lait en poudre entier contenant en poids au moins 26 % et moins de 42 % de matières grasses.
- Le lait en poudre partiellement écrémé dont la teneur en matières grasses est en poids supérieure à 1,5 % et inférieure à 26 %.
- Le lait en poudre écrémé contenant, en poids, au maximum 1,5 % de matières grasses (ANONYME1, 2009).

CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES ET PHYSICOCHIMIQUE DU LAIT CRU

II.1. Caractéristiques organoleptiques

- **Aspect** : Le lait est de couleur blanc mat, due en grande partie à la matière grasse et aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait) (**FREDOT, 2006**).
- **Odeur** : Selon **VIERLING(2003)**, l'odeur caractéristique du lait est liée à la matière grasse qu'il contient. Cette dernière fixe les odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur) et à la conservation (l'acidification du lait et formation de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).
- **Saveur** : la saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait suite à la prolifération de certains germes d'origine extra-mammaire (**THIEULIN et VUILLAUME, 1967**).
- **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 influence d'une manière très importante la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques (**THIEULIN et VUILLAUME, 1967**).

II.2. Caractéristiques physicochimiques du lait cru de vache

Le lait présente des caractéristiques physicochimiques liés à sa nature biologique, sa complexité, son hétérogénéité et son altérabilité.

Les principales propriétés physicochimiques recherchées dans l'industrie laitière sont la masse volumique, la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (**tableau N°3**) (**VIGNOLA, 2010**).

Tableau N°3 : Propriétés physiques usuelles du lait de vache (LUQUET, 1985).

CONSTANTES	VALEURS
pH (20°C)	6.5 à 6.7
Acidité titrable (°D)	15 à 18
Densité	1.028 à 1.036
Température de congélation (°C)	-0.51 à -0.55
Point d'ébullition (°C)	100.5

II.2.1.Masse volumique

La masse volumique d'un liquide est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume. Elle est habituellement notée ρ et s'exprime en Kg/m^3 dans le système métrique. Comme la masse volumique dépend étroitement de la température, il est nécessaire de préciser à quelle température (T) elle est déterminée. La masse volumique du lait entier à 20°C et en moyenne de 1030 Kg/m^3 (**POINTURIER, 2003**).

II.2.2. Densité

La densité du lait est liée à sa richesse en matière sèche. Un lait pauvre en matière sèche aura une densité basse. Elle est une résultante de la densité intrinsèque des constituants (**GUIRAUD, 1998**). La densité du lait bovin varie entre 1.028 et 1.036, elle doit être supérieure ou égale 1.028 à 20 C° (**VIERLING, 2003**).

II.2.3. Point de congélation

Il est légèrement inférieur à celui de l'eau, puisque la présence de solides solubles abaisse le point de congélation. Il peut varier de $-0,530^\circ\text{C}$ à $-0,575^\circ\text{C}$ avec une moyenne de $-0,555^\circ\text{C}$.

Un point de congélation supérieur à $-0,530^\circ\text{C}$ permet de soupçonner une addition d'eau au lait (**VIGNOLA, 2002**).

II.2.4. Point d'ébullition

AMIOT *et al.* (2002) ont défini le point d'ébullition comme étant la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition, subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100.5°C.

II.2.5. Acidité titrable

La mesure d'acidité titrable s'exprime couramment de deux façons soit en pourcentage (%) d'équivalents d'acide lactique, soit en degrés Dornic (°D) ; 1°D représente 0,1 g/l d'acide lactique. L'acidité du lait doit être comprise entre 14 et 18 °D. Un lait frais a une acidité inférieure ou égale à 18°D (**VIGNOLA, 2002**).

II.2.6. pH

Il mesure la concentration des ions H⁺ en solution. Les valeurs de pH représentent l'état de fraîcheur du lait, le pH d'un lait frais se situe entre 6,6 et 6,8 (**AMIOT *et al.*, 2002**).

II.3. Facteurs influençant la composition du lait

La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs. Ces principaux facteurs de variation sont bien connus, ils sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation) (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

II.3.1 Facteurs génétiques

Il existe certainement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage (**DELARBRE, 1994**).

Généralement, les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques, or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée. Il existe aussi une variabilité génétique intra-race assez élevée (**ANDELOT, 1983**).

II.3.2. Stade de lactation

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2ème mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation (**CHARRON, 1986**).

II.3.3 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 en g/Kg de 1% et du taux protéique de 0.6% (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

II.3.4 Facteurs alimentaires

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique. Un apport de fourrages à volonté, les apports azotés conduisent 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 Taux Butyreux (TB) en perturbant les fermentations ruminales et modifiant la composition en Acides Gras (AG) de la matière grasse du lait (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

II.3.5. Facteurs climatiques et saisonniers

La saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge). De façon régulière, le taux butyreux en (g/kg) passe par un minimum en juin – juillet et par un maximum à la fin de l'automne. La teneur en protéines passe par deux minimums : un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums ; à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

CHAPITRE III. CONTROLE QUALITE DES CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DU LAIT CRU

III.1. Définitions

III.1.1. Contrôle

Le mot contrôle peut être utilisé dans le sens de vérification ou dans celui de maîtrise. Le contrôle consiste à mesurer une ou plusieurs caractéristiques d'une entité et à comparer les résultats obtenus à des spécifications préétablies (**LEHIR, 2001**).

III.1.2. Qualité

Selon l'**ISO 9000 la version de 1993**. La qualité est : « L'ensemble des caractéristiques d'une entité qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites » (**SUSSLAND, 1996**).

III.1.3. Conformité

Pour l'utilisateur le produit doit être conforme à ce qui a été annoncé dans les catalogues, la publicité, les notices, ou spécifie dans le cahier de charges pour l'entreprise, le produit doit être conforme aux normes en vigueur (**SUSSLAND, 1996**).

III.2. But du contrôle de la qualité

Le contrôle ne constitue pas par lui-même une opération qui crée la qualité, mais il est une source d'information indispensable à la gestion de la qualité. Il est effectué à des points clés (points critiques), il permet d'éviter d'engager inopportunément des frais coûteux dans la suite des opérations. Le contrôle final juge de la conformité du produit aux objectifs de la qualité préalablement définis (**ANONYME, 1996**).

III.3. Contrôle physico-chimique

Le contrôle physico-chimique aura pour rôle de vérifier la structure de la molécule et d'établir ses propriétés physiques et chimiques. Il est pour but de vérifier que dans un produit déterminé, il y a bien la substance annoncée (analyses qualitatives, réaction d'identification les plus sélectives possibles). Il faudra aussi s'assurer qu'elle est bien présentée en quantité conforme à celle annoncée (**ALBERT et al., 1971**).

Le contrôle physicochimique est réalisé en mesurant les différents paramètres (température, humidité, teneur en matière grasse, pH...).

III .4.Fraudes du lait

Les laits fraudés sont présentés comme des laits normaux mais qui ont subi des modifications de la composition chimique par addition de substances interdites ou par soustraction de divers constituants ou par les deux à la fois (**VEISSEYRE, 1997**).

III.4.1. Mouillage

La fraude la plus fréquente du lait est le mouillage par l'addition des liquides ou des substances diverses (eau, lactosérum, conservateur) dans le but d'augmenter le volume de lait mis en vente ou d'améliorer sa qualité microbiologique.

Le mouillage le plus fréquent est l'addition d'une substance sans valeur comme l'eau qui modifie la composition originelle du lait.

Le mouillage abaisse naturellement la teneur du lait en ses divers constituants. La densité, la matière sèche dégraissée diminuent ainsi que le point de congélation qui se rapproche de celui de l'eau pure (**Codou, 1997**).

III.4.2. Ajout de l'amidon dans le lait

L'amidon est ajouté dans le lait cru dans le but de modifier sa densité, vu que les laits n'ayant pas une densité comprise entre 1.028 et 1.036 ne sont pas acceptés par les laiteries. Pour détecter cette fraude, on peut laisser le lait au frigo pendant 24h afin de laisser décanter l'amidon (**ZERZOUNI et TERROUCHE, 2016**).

Une autre méthode est aussi utilisée pour détecter l'ajout de l'amidon dans le lait, elle consiste à : Introduire 5ml de lait suspecté dans un tube à essai, le porter à ébullition, puis laisser l'échantillon refroidir à température ambiante, ajouter 5 gouttes d'eau Iodée ou de Lugol et observer la coloration.

Si une coloration bleue apparaît, ceci prouve une addition d'amidon, si la coloration est jaune, il y a absence d'amidon (**BOUICHOU, 2009**).

III.4.3. Ajout de l'urine dans le lait

Cette pratique est réalisée dans le but d'augmenter les volumes de lait. Afin de la détecter la méthode décrite ci-dessous est utilisée :

- Introduire dans un tube à essai 1 à 2 ml d'acide sulfurique
- Ajouter 10 gouttes de sulfate ferrique à 5% et mélanger doucement
- Recouvrir de 10ml de lait suspect.

Si le lait contient de l'urine, un anneau rose se forme à la séparation des deux liquides. Cette teinte rose n'apparaît parfois qu'après un léger chauffage (**BOUICHOU, 2009**).

III.4.4.Extraction de Matière Grasse (écrémage)

Elle consiste à retrancher une partie de la matière grasse. L'écémage se pratique soit en enlevant avec une cuillère la crème qui surnage le lait abandonné au repos dans un endroit frais (lait écrémé), soit par la centrifugation à l'aide d'une écémuseuse (lait centrifugé). Il est très difficile à caractériser sur les laits individuels car le taux de matière grasse est très variable. L'écémage ne s'identifie généralement que sur les laits de mélange.

III.4.5. Conséquences des fraudes

❖ Sur le plan hygiénique

Les différentes fraudes peuvent constituer de véritables dangers pour le consommateur. Un lait mouillé avec une eau de mauvaise qualité est une source dangereuse de contamination. En effet, le lait sous sa forme liquide présente une grande réceptivité aux germes exogènes, il est un excellent milieu de culture pour les salmonelles, les staphylocoques, etc...(Codou, 1997).

L'addition des antibiotiques dans le lait dans le but d'améliorer sa conservation constitue aussi un danger pour la santé publique et des risques d'accidents allergiques sont possibles avec certaines molécules comme la pénicilline (**Codou, 1997**).

❖ Sur le plan commercial

Les fraudes du lait peuvent paraître difficilement décelables par le consommateur. Ainsi, les fabricants honnêtes subissent la concurrence déloyale étant donné que le prix du lait au niveau de la vente est le même (**Codou, 1997**).

Partie expérimentale

Objectifs

Notre étude, réalisée au laboratoire de contrôle qualité de l'unité laitière COLAITAL de Birkhadem (filiale GIPLAIT) a pour objectif de contribuer à assurer la fiabilité et la composition du lait cru livré par les collecteurs de lait cru à l'entreprise afin de garantir ses caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques ,notamment par :

- La recherche des résidus d'antibiotiques dans le lait
- Le contrôle qualité (analyses physico-chimiques), suivant les méthodes officielles décrites par l'arrêté interministériel du 27 octobre 1993, relatif aux spécifications microbiologiques et physico-chimiques de certaines denrées alimentaires. Ces analyses comportent :
 - Détermination du pH ;
 - Détermination de la densité ;
 - Détermination de l'acidité titrable (par titration) ;
 - Dosage de la matière grasse ;
 - Mesure de la teneur en matière sèche totale ;
 - Mesure de la teneur en matière sèche dégraissée.

I.MATERIELS ET METHODES

I.1. Matériels

I.1.1. Présentation de l'entreprise COLAITAL

COLAITAL SPA (complexe laitier d'Alger) filiale du groupe GIPLAIT, est une entreprise industrielle spécialisée dans la production du lait pasteurisé en sachet ainsi que divers produits laitiers. Elle se situe sur les hauteurs de la ville d'Alger, dans la commune de Birkhadem. La filiale emploie un effectif estimé à plus de 500 employés.

Sa capacité de production est de 250 000 l/jour. Quant au chiffre d'affaire annuel, il est de 6 millions de dinars. Le complexe est composé de différents ateliers, celui de la reconstitution, de la pasteurisation, du conditionnement et de la distribution. Une rotation de 3X8 est assurée pour la fabrication du lait et 2X8 pour les autres produits. Le lait pasteurisé, le lait UHT longue conservation, le lait fermenté (l'ben), le fromage frais, la crème fraîche, le beurre et le lait cru pasteurisé constituent la gamme de produits de « COLAITAL ».

I.1.2. Matériel de laboratoire de physicochimie et réactifs utilisés

Le matériel utilisé dans le laboratoire d'autocontrôle de l'unité et les réactifs utilisés sont répertoriés dans le tableau N°4 :

Tableau N°4 : Matériels et appareillages utilisés

Matériels de laboratoire	Milieus et réactifs
<ul style="list-style-type: none">✓ Lactodensimètre avec thermomètre incorporé.✓ Eprovette, de hauteur apportée à celle du lactodensimètre.✓ Matériels divers : Pipettes, burettes, béchers.✓ Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié.✓ Centrifugeuse GERBER.✓ pH-mètre Mettler Toledo.✓ Bain marie.✓ Réfrigérateur.✓ Appareil Beta star.✓ Bécher ; Entonnoir.✓ Burette + support ; Agitateur.✓ Capsule ; Pipette graduée ; étuve ; Balance.✓ Lactoscan.	<ul style="list-style-type: none">✓ Solution de phénolphtaléine à 1%.✓ Solution titrée d'hydroxyde de sodium 0,1N.✓ Alcool iso-amylque (C₅H₁₁OH).✓ Acide sulfurique.

I.1.3. Prélèvements

L'étude a été réalisée sur 22 échantillons de lait cru livrés par les collecteurs de lait cru à l'unité de COLAITAL durant la période du 02/11/2021 au 03/12/2021

I.2. Méthodes

L'étude physico-chimique du lait cru à la réception de l'unité Colaital a été réalisée en suivant les recommandations de la méthode **AFNOR (1986)**.

I.2.1. Echantillonnage et prélèvements

Le prélèvement du lait cru est effectué directement à partir du robinet des citernes de collecte provenant de différentes fermes. En flambant la vanne de sortie, laisser couler le lait pendant une à deux minutes avant de faire le prélèvement, déboucher un flacon stérile à proximité de la flamme et remplir à deux tiers de sa capacité. Le nom du collecteur, la date et l'heure de prélèvement doivent être mentionnés sur le flacon.

I.2.2. Recherche des résidus d'antibiotiques dans le lait cru

Réalisée avec le Béta Star (figure N°1) qui est un test de dépistage rapide des résidus d'antibiotiques. Il permet la détection des résidus de bêta lactames et des tétracyclines (souvent utilisés dans les élevages laitiers). Le Béta Star détecte la présence d'inhibiteurs par le biais d'un récepteur immunologique. Une fois l'échantillon pipeté est ajouté, l'utilisateur doit agiter le flacon réactionnel et l'incuber à 47°C pendant 3 minutes. Introduire par la suite une bandelette dans le tube et procéder à une seconde incubation pendant 2 min à 47,5°C. Le test dure au total 5 minutes.

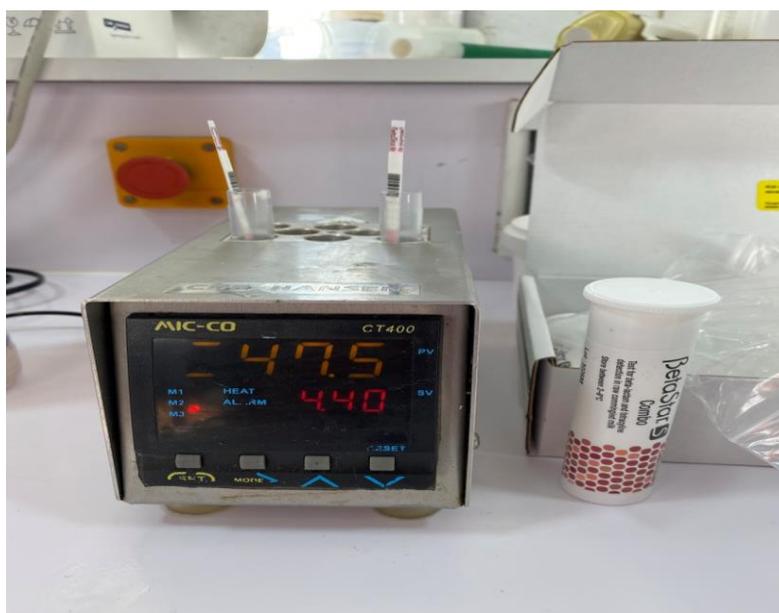


Figure N°1: Appareil Béta Star pour le test des résidus d'antibiotique (Photo personnelle)

Expression des résultats

Il faut comparer l'intensité de la couleur des deux lignes test par rapport à la ligne centrale :

- Si les lignes tests et la ligne de contrôle sont foncées, le test est considéré **négatif**.
- Si la couleur de la première ligne test est invisible contrairement aux 2 autres qui restent visibles, le test est considéré comme **positif**.
- Si la dernière ligne test et la première ligne test sont toutes les 2 invisibles, seule celle du test de contrôle reste visible, le test est considéré **comme hautement positif**.

I.2.3. Analyses physicochimiques

I.2.3.1. Mesure du pH

La mesure du pH est déterminée par la mesure directe avec un pH-mètre (figure N° 2).

La méthode consiste à introduire délicatement l'électrode du pH mètre dans le lait et lire la valeur du pH affichée sur l'appareil qui affiche également la température de l'échantillon (AFNOR, 1986).



Figure N°2: Mesure du pH par un pH mètre (Photo personnelle)

I.2.3.2. Détermination de la densité du lait

La mesure de la densité s'effectue à l'aide d'un thermo-lactodensimètre (figure N°3) qui nous donne à la fois la température et la densité de l'échantillon.

La détermination de la densité est très importante car elle nous indique la conformité du produit à la norme en vigueur et permet de détecter les fraudes comme le mouillage du lait. La densité est déterminée à 20°C.



Figure N°4: Mesure de la densité du lait cru à l'aide du lactodensimètre (Photo personnelle)

Mode opératoire :

- Verser le lait dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air.
- Remplir l'éprouvette jusqu'à un niveau tel que le volume restant soit inférieur à celui de la carène de lactodensimètre (il est nécessaire de repérer ce niveau par un trait de jauge sur l'éprouvette).
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait provoque un débordement de liquide, ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture.
- Placer l'éprouvette ainsi remplie en position verticale, il est recommandé de la plonger dans le bain marie à 20°C lorsque la température du laboratoire n'est pas comprise entre 18°C et 22°C.
- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette en le retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre.
- Attendre trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation.

Expression des résultats :

A 20°C, la densité de l'échantillon correspond directement à la valeur lue sur le Lactodensimètre, en revanche,

- Si la température du lait au moment de la mesure est inférieure à 20°C ; diminuer la densité lue de 0.2 par degré au-dessous de 20 °C.

Exemple 1 : Si $T^{\circ} = 15^{\circ}\text{C}$, $D = D_0 - 0.2 \cdot (20 - 15)$

- Si la température du lait au moment de la mesure est supérieure à 20°C ; augmenter la densité lue de 0.2 par degré au-dessus de 20 °C

Exemple 2 : Si $T^{\circ} = 23^{\circ}\text{C}$, $D = D_0 + 0.2 \cdot (23 - 20)$

Où : **T** : Température lue sur l'aéromètre (lactodensimètre)

D₀ : la densité sur l'aéromètre

D : la densité réelle du lait

0.2 : Coefficient de correction

I.2.3.3. Détermination de l'acidité titrable

Elle consiste à mesurer la teneur en acide lactique, elle est basée sur la titration de l'acidité par une solution alcaline (NaOH) en présence de phénolphtaléine (indicateur de pH) (figure N°4).

L'acidité titrable est exprimée en degré Dornic (il faut 0,1mL de soude N/9 pour neutraliser 10mL de lait).

$$1^{\circ}\text{D} = 0,1\text{g d'acide lactique} / \text{Litre de lait}$$



Figure N°5: Dispositif pour la mesure de l'Acidité titrable (Photo personnelle)

Mode opératoire :

- Introduire 10ml du lait dans un bécher propre à l'aide d'une pipette.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine 1%.
- Titrer par la solution d'hydroxyde de sodium à N/9 jusqu'à l'obtention d'une couleur rose pâle persistante durant 10 secondes.

Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés en degré Dornic ($^{\circ}\text{D}$). Il correspond à la valeur lue sur la burette après le titrage en appliquant la formule suivante :

$$\text{Acidité (°D)} = V.10$$

V (ml) : Volume de la chute de la burette.

I.2.3.4. Test d'ébullition

Un lait qui n'est pas frais présente une structure de caséines particulièrement instable, dès lors, un simple traitement thermique suffit à les précipiter.

Mode opératoire

Dans un tube introduire 2 à 5ml de lait et porter à l'ébullition.

Expression des résultats

Si le lait est normal, le liquide reste homogène après quelques instants et il se forme en surface une pellicule blanche plissée (formée principalement de calcium, de protides et de matière grasse). Les laits acidifiés (au 25°D) coagulent par ébullition.

I.2.3.5. Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode acido-butyrométrique (GERBER)

C'est une technique permettant de détecter la fraude de l'écémage du lait cru et de vérifier la standardisation du taux de matière grasse du lait reconstitué.

- **Principe**

La méthode adoptée est basée sur l'utilisation d'un butyromètre. Les constituants du lait, autre que la matière grasse sont dissous par l'acide sulfurique. L'ajout d'une petite quantité de l'alcool iso-amylique (C₅H₁₁OH) et la force centrifuge (figure N°5) permettent de dissoudre la matière grasse, cette dernière se sépare et monte au sommet du butyromètre.



Figure N°6: Mesure de la teneur en matière grasse par une centrifugeuse (Photo personnelle)

- **Mode opératoire**

- Introduire 10ml d'acide sulfurique dans un butyromètre GERBER à l'aide d'une pipette.
- Ajouter 11ml de lait à analyser en mettant la pointe de la pipette inclinée au contact avec la base du col du butyromètre pour éviter de brûler l'échantillon avec l'acide sulfurique.
- Ajouter 1ml d'alcool iso-amylé.
- Fermer le butyromètre et bien homogénéiser en faisant attention à ne pas se brûler car la réaction mise en jeu est exothermique.
- Centrifuger pendant 5 minutes à 1200 tr/mn.
- Lire directement la valeur de matière grasse sur les graduations du butyromètre (le résultat est exprimé en g/l).

I.2.3.6. Test de l'acide rosolique

Ce test est un indicateur des laits alcalins pour déceler une éventuelle fraude alcaline effectuée par des fermiers dans les laits crus très acides (laits non frais ou présentant un taux important de colostrum ou parfois mammiteux) (APRIA, 1985). Ce test consiste à faire réagir le lait cru avec de l'éthanol et de l'acide rosolique afin de mettre en évidence la présence de la soude caustique.

- **Test négatif** : couleur orange caillé (coagulation)
- **Test positif** : couleur rose et homogène (absence de coagulation).

I.2.3.7. Méthode d'analyse rapide (Lactoscan)

Est un analyseur de chimie moderne adapté à l'analyse de chaque type de lait (Figure N°6). Grâce à la technologie ultrasonore utilisée, il est possible d'obtenir une précision dans la mesure quelle que soit l'acidité du lait, tandis que pour la température de l'échantillon on peut utiliser du lait de 05 à 40 C°.

Les résultats de l'analyse sont affichés dans les 50 secondes sur l'écran, mais peuvent être dessinés sur papier à l'aide d'une imprimante intégrée.

Méthode d'utilisation

On introduit une quantité de lait à analyser dans un bûcher, puis on trompe l'électrode du Lactoscan dans le bûcher et on appuie sur le bouton « Start ». Il permet le dosage de nombreux paramètres tels la matière grasse, les protéines, le lactose, l'extrait sec total et l'extrait sec dégraissé.

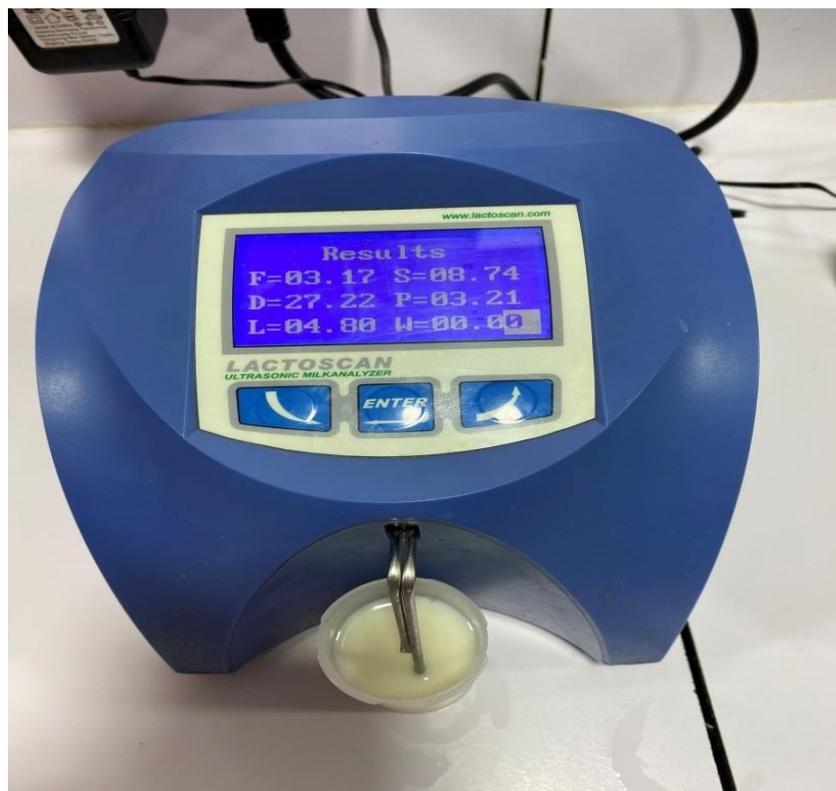


Figure N°7: Lactoscan (Photo personnelle)

II. Résultats et discussion

Les résultats des analyses physicochimiques des échantillons du lait cru réceptionné au niveau de l'unité de COLAITAL pendant la durée de l'étude sont répertoriés dans le tableau N° 5

Tableau N°5 : Résultats des analyses physico chimique du lait cru

Date de prélèvement	Acidité (D°)	pH	Densité	T°	MG (g/l)	ESD (g/l)	EST (g/l)	ATB
02/11/2021	16	6.62	1030	15	38	89	127	-
03/11/2021	15	6.6	1032	10	33	91	124	-
05/11/2021	15	6.6	1029	11	33	85	118	-
06/11/2021	15	6.7	1028	10	28	82	110	-
08/11/2021	16	6.7	1030	10	38	89	127	-
10/11/2021	14	6.6	1031	15	38	92	130	-
12/11/2021	15	6.7	1029	15	37	86	123	-
14/11/2021	15	6.7	1028	10	35	83	118	-
16/11/2021	16	6.7	1029	10	38	86	124	-
17/11/2021	16.5	6.7	1032	10	38	92	130	-
18/11/2021	17.5	6.6	1028	10	38	84	122	-
19/11/2021	14	6.6	1030.6	13	36	91	127	-
20/11/2021	15	6.6	1029	15	38	86	124	-
21/11/2021	17	6.7	/	12	24	/	/	+
22/11/2021	14	6.69	1028.6	8	38	86	124	+
24/11/2021	15	6.7	1028.8	9	38	82	120	-
25/11/2021	15	6.67	1030	10	36	89	125	-
26/11/2021	16	6.77	1029	10	28	84	112	-
28/11/2021	15	6.7	1030	10	38	89	127	-
30/11/2021	15	6.68	1030	10	36	89	125	-
02/12/2021	14	6.77	1028	12	34	83	117	-
03/12/2021	15	6.75	1031	8	38	92	130	-
Moyenne	15.1	6.68	1029.61	11.05	35.36	87.14	123.05	
Norme AFNOR (1986)	14-18	6.6-6.8	1028 min		28 min	82 min		-

MG : Matière grasse ; **ESD** : Extrait Sec Dégraissé ; **EST** : Extrait Sec Total ; - : Absence ; + : Présence

T : Température ; **ATB** : Antibiotique ; **pH** : Potentiel d'hydrogène. **Min** : minimum

II.1. Résultats de la recherche des résidus d'antibiotiques

L'utilisation des tests rapides de détection des résidus d'antibiotiques (figure 7 A et B) a montré que sur les 22 échantillons, deux ont présenté des résidus (tableau N°5). La présence d'antibiotique est un motif direct du refus du lait cru à la réception au niveau de la laiterie.

La présence des résidus d'antibiotiques dans le lait offre un double inconvénient. Ces composés sont responsables parfois de phénomènes allergiques et cancérigènes chez le consommateur (MITCHELL, 2005). D'autre part, leur présence ralentit ou inhibe la croissance de ferments lactiques nécessaires à la fermentation lors de fabrication de produits laitiers fermentés ce qui pose un problème purement technologique.



Figure7 (A): Test ATB positif



Figure7 (B): Test ATB négatif

II.2. Résultats de mesure du pH

Toutes les valeurs du pH mesurées sont comprises dans l'intervalle d'acceptation appliqué par l'entreprise et qui se situe entre 6.6 et 6.8. Les valeurs enregistrées varient de 6.6 à 6.77 avec une moyenne de 6,68. Nos résultats sont conformes aux normes requises utilisées par l'entreprise. Toutes valeurs situées en dehors de ces limites indiquent un cas anormal (ex : mammites) (AMARIGLIO, 1986). Selon ALAIS (1984), le pH n'est pas une valeur constante et peut varier selon le cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation, des

conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique.

II.3. Résultats de mesure de la densité

Les résultats illustrés dans la figure N°8 montrent que la densité des échantillons varie entre 1028 et 1032, avec une moyenne de 1029,61, elles tendent vers les valeurs normales édictées par la réglementation nationale, notamment dans l'arrêté interministériel du 31 mai 1997.

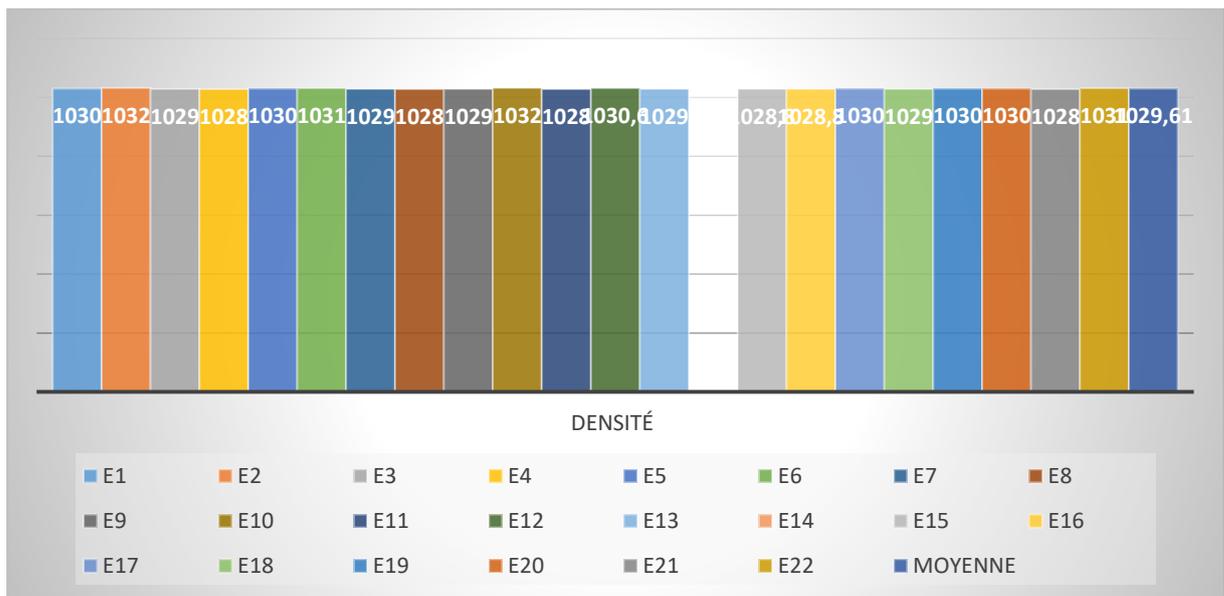


Figure N°8 : Variations des valeurs de la densité des échantillons analysés

La densité d'un lait varie selon sa richesse en matière sèche, et est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. Ainsi l'écémage du lait conduit à une élévation de sa densité. (LUQUET, 1985).L'addition d'eau diminue la densité.

II.4. Résultats de mesure de l'acidité Dornic

Les résultats de la mesure de l'acidité dornic sont illustrés dans la figure N° 9

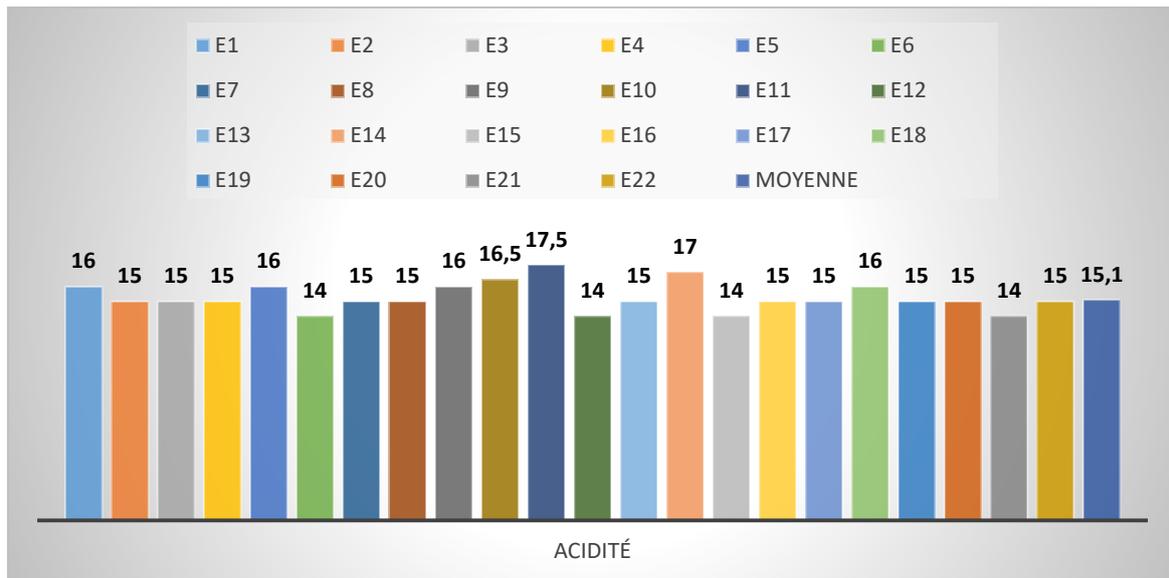


Figure N°9 : Variations des valeurs de l'acidité dornic des échantillons analysés

L'acidité est parmi les principaux paramètres qui déterminent la qualité du lait cru. Les valeurs trouvées sont comprises entre 14-17,5 °D avec une moyenne de 15,1°D. Elles sont ainsi conformes aux normes requises utilisées par l'entreprise et par la norme Afnor 1986 qui requiert des valeurs comprises entre 14 et 18.

L'acidité Dornic est la résultante de l'acidité naturelle du lait (liée à sa richesse en protéines et minéraux) à laquelle vient s'ajouter l'acidité développée grâce à l'action des ferments lactiques qui transforment le lactose du lait en acide lactique (AMARIGLIO, 1986). C'est un indicateur du degré de fraîcheur du lait. Les laits frais où l'activité de dégradation du lactose par les bactéries lactiques n'est pas encore entamée ont une acidité inférieure à 14. Un lait dont l'acidité est supérieure à 18 aura tendance à coaguler après chauffage, ce qui risque de poser un problème lors du processus de transformation du lait cru.

II.5. Résultats de mesure de la matière grasse

Les résultats mentionnés dans le tableau N° 5 montrent que la teneur en matière grasse du lait, pour les 22 échantillons étudiés, se situe dans l'intervalle 28-38 g/L. Ces valeurs sont conformes aux normes recommandées par AFNOR (1986). Un seul échantillon s'est avéré pas conforme, ce dernier a été refoulé pour être positif aux résidus d'antibiotiques.

Les lipides sont les composants les plus importants de lait en matière de goût, de la nutrition, les caractéristiques physiques et sensorielles qu'elles confèrent aux produits laitiers (PARK, 2007).

La variabilité de la teneur en matière grasse dépend de facteurs tels que les conditions climatiques, le stade de lactation et l'alimentation (**PARK,2007**).

Conclusion

Conclusion

Le lait est considéré comme l'aliment d'excellence que l'être humain consomme grâce à sa richesse en éléments indispensables qui répondent aux besoins du corps humain. Il est un élément primordial dans notre régime alimentaire journalier puisqu'il est consommé en grande quantité, sous forme de lait de consommation, ou sous forme des produits laitiers (yaourt, crème fraîche, L'ben, Raib...etc).

L'étude réalisée au sein de l'entreprise COLAITAL de Birkhadem, nous a permis le long des 2 mois du stage de contribuer à contrôler les paramètres physicochimiques du lait cru, ce qui était notre objectif d'étude.

Tous les produits de cette laiterie ainsi que les matières premières sont soumis à différentes analyses physicochimiques pour la vérification de plusieurs paramètres. Les valeurs de ses paramètres sont généralement comprises dans des intervalles des normes imposées, à l'exception du lait cru qui s'est avéré dans certains cas non conforme à la consommation ni à la transformation en produits dérivés, à cause d'une détection de résidus d'antibiotiques (2 échantillons /22) et aussi à une teneur faible de matière grasse (1 échantillon/22) dans ce cas le lait n'est pas accepté au sein de l'usine.

Le lait est un produit de large consommation et son altérabilité peut avoir des conséquences néfastes pour le consommateur. Afin de garantir sa qualité, il est impératif de passer par toutes ces démarches analytiques avant sa mise en consommation

Après ce travail on peut dire que la laiterie « COLAITAL » suit et respecte toutes les conditions d'hygiène et toutes les démarches analytiques pendant la production et avant la mise de ses produits sur le marché et à disposition des consommateurs.

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AFNOR ; (1986). Contrôle de la qualité des produits alimentaires. Analyses physiques et Chimiques. Paris, 1030 pages.

ALAIS C. (2008). Biochimie alimentaire - Paris : 6eme éd. 2008.

AMARIGLIO S. (1986). Contrôle de la qualité des produits laitiers. Analyses physiques et chimiques. AFNOR, ITSV, Paris, 38 éd, 439-445

ANONYME, 2010 : l'Algérie premier importateur africain de denrées alimentaires, <http://transactiondalgerie.com> (site consulté le 02/09/2022).

ANONYME 1. (2009) : Spécification technique de l'achat public laits et produits laitiers. Groupe d'étude des marchés de restauration collective et de nutrition (GEM RCN). Ministère de l'économie de l'industrie et de l'emploi. République française. https://www.economie.gouv.fr/files/directions_services/daj/marches_publics/ANONYME1/gem/produits_laitiers/produits_laitiers.pdf consulté le 11/02/2022

BOUICHOU.E (2009). Contribution à l'évaluation des pratiques frauduleuses dans le lait à la réception.http://www.memoireonline.com/03/12/5537/m_contribution consulté le

CODEX ALIMENTARIUS (NORME 206-1999). Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie

FAVIER J.C (1985). Composition du lait de vache : 2 laits de consommation. Cahiers de nutrition et de diététique, 20(5), p.355-363.

FREDOT E. (2006). Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier : 25(397 pages).

FREDOT, (2016). Connaissance des aliments. Éditions Lavoisier, Paris. ook]. - Paris, London, New-York : THC et DOC Lavoisier, 2006. - p. 397.

GHAOUES, S. (2011). Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de lait reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est algérien (mémoire du magister en sciences alimentaires. I.N.A.T.A.A. université Mentouri-Constantine).

GUIRAUD J. P. (1998). Microbiologie alimentaire édition© Dunod, paris, 730p.

HARDING F. (1995) Milk quality, Blackie academic and professional: 113(166 pages).

ISO 9000. (1993). Normes pour la gestion de la qualité et l'assurance de la qualité - Partie 4 : Guide de gestion du programme de sûreté de fonctionnement.

J.O.1993 : Journal Officiel de la République Algérienne. N° 69. 1993. Arrêté interministériel de 27 octobre 1993. Relatif aux spécifications microbiologiques et physico-chimiques de certaines denrées alimentaires.

LINDEN A. (1987) : Biochimie alimentaire. Edition : massons. Paris. P : 142.

LUQUET F.M. (1985). Lait et produits laitiers : vache-brebis-chèvre, vol2 : Transformations & technologie, Lavoisier TEC&DOC, Paris, 663p.

M'BOYA J.C. (2001). Le lait pasteurisé. AGRIDOC. <http://www.hubrural.org> consulté le

MITCHELL M. (2005). Détection des résidus d'antibiotiques dans le lait de chèvre. Artificial Intelligence, n° 170(18), p 1194 -1212.

PARK Y.W.2007.Rheological characteristics of goat and sheep milk.Small Rumin Res 68(1-2): 73-87.pp : 1-4.

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

POUGHEON S. et GOURSAUD J. (2001).Le lait : caractéristiques physicochimiques In DEBRY G. Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris, 566 p.

SRAIRI M T, BENSALÉM M, BOURBOUZE A, ELLOUMI M, FAYE B, MADANI T et YAKHLEF H. 2007 : Analyse comparée de la dynamique de la production laitière dans les pays du Maghreb. Cahier agriculture Vol. 16, N°4, 251-257. <http://www.jle.com/fr/revues/agr/revue.phtml> consulté le

SUSSLAND, W. A. (1996).Le manager, la qualité et les normes ISO : de l'ISO 9000 vers la qualité totale / Willy A. Sussland. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes; C1996

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 : 71-73(388 pages).

VEISSEYRE R. (1979). Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3^{ème} édition. Edition la maison rustique, Paris.

VIERLING E. (1999). Aliment et boisson-science des aliments, Doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, France : 11(270 pages).

VIERLING E. (2003) Aliment et boisson-Filière et produit, 2^{ème} édition, Doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine : 11(270 pages).