

REPUBLICUE ALGERIENNE DEMO
Ministère de L'Enseignement Supérieur



980THV-1

Université de Blida -1-

Institut des sciences vétérinaires



Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire

THÈME :

**Contrôle de la qualité physico-chimique, hygiénique et
sanitaire du lait cru de citernes de la laiterie d'El-Hodna**

Présenté par :

MOUDER Hanane *et* *TEBBAL Karima*

Devant le jury:

M ^{me} DAHMANI A	Maitre assistante A ISV de Blida	Présidente
M ^{me} GHOURI I	Maitre assistante ISV A de Blida	Examinatrice
M ^{elle} TARZAALI D	Maitre assistante A ISV de Blida	Promotrice

Année universitaire 2014/2015

REMERCIEMENT

Au terme de ce modeste travail nous remercions **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience de réaliser ce travail.

Nous tenons tous particulièrement à adresser nos remerciements les plus vifs d'abord à notre promotrice **M^{elle} TARZAALI D**, Maitre Assistante à l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université Saad DAHLEB, Blida qui a très aimablement accepté d'encadrer ce travail, et qui a inspiré le sujet de ce mémoire et guidé dans sa réalisation, qu'elle reçoit ici notre profonde reconnaissance, en témoignage de notre respect.

Nous remercions chaleureusement tous les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger ce travail :

M^{me} DAHMANI A, Maitre Assistante à l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université Saad DAHLEB, Blida d'avoir accepté la présidence de notre jury de mémoire.

M^{me} GHOURI I, Maitre Assistante à l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université Saad DAHLEB, Blida d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Nous remercions énormément **M^r DILMI A**, Directeur de la Laiterie de M'sila de nous avoir facilité l'accès au laboratoire de la laiterie et toute l'équipe du laboratoire centrale de la laiterie pour leur aide apportée durant la réalisation de notre travail.

Enfin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail ou qui nous ont encouragé et soutenu à tout moment.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail et en premier lieu pour ceux que j'aime le plus au monde mes chères parents, à la lumière de ma vie à ma mère **Omelkhir** qui a toujours été à mon côté et qui m'a encouragé pendant mes études.

A mon cher père **Mohend-Taher** qui fut mon guide, ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation. Que dieu vous protège pour nous.

A ma deuxième mère tata **Akila**, la plus généreuse femme au monde qui n'a pas cessé de m'encourager et de me soutenir durant mon enfance et même à l'âge adulte.

A mes adorables frères : cher **Abdelmoumen, Walid et Adel**.

A ma sœur **Nadjet** et ma belle sœur **Zohra** que dieu les protège.

A mes chers grands parents paternels et ma grand-mère maternelle,

A mes chers oncles et tantes maternels et paternels.

A ma binôme **Karima** et toute sa famille.

A mes copines : **Nadjia, Fatima, Fatiha, Ghania , Souad et Soumia**.

Je ne trouve pas les mots juste et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs, des amies sur qui je peux compter. Je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A tous ceux que je n'ai pas cité, tous ceux qui par leur présence à mes côtés étaient d'une valeur inestimable.

Hanane

DEDICACE

C'est avec profonde gratitude et sincère mots que je dédie ce modeste travail a ceux qui ont été mes guides et mes anges gardiens

A mes très chers parents qui ont sacrifié leurs vies pour notre réussite et nous éclairé le chemin par leurs conseils judicieux.

A mon cher mari **Mehdi** qui ma supporté toute ces longues année d'étude et qui a toujours su m'encouragé.

A mes deux petits chouchous **Mehdi** et **Rachid** que j'adore.

A ma partenaire **Hanane** avec qui j'ai passé une agréable année.

A toute ma famille commencent par mes grands parents au plus petit membre, sans oublier ma tante **Yamina**.

Spéciale dédicace a mon défunt grand père **Mohamed** qui aimé tellement ce métier.

A tous (es) mes amis (es) pour tant de gentillesse et disponibilité, grâce aux quels ces années ont été ponctuées de moments d'évasion.

A tous (es) les enseignants qui ont contribué a notre formation, spécialement notre promotrice Melle **TARZAALI D.**

Karima

RESUME

La contamination du lait cru par les microorganismes ou les résidus d'antibiotiques peut entraîner des risques pour le consommateur ainsi que des modifications des caractères physico-chimiques du lait, ce qui peut nuire à Ses qualités organoleptiques et nutritionnelles.

Cette étude a été menée au niveau de la laiterie d'EL HODNA, sur le contrôle de la qualité physico-chimique, hygiénique et sanitaire du lait cru des citernes.

Les résultats de ces analyses ont révélé une qualité physico-chimique non satisfaisante du lait cru et une qualité microbiologique satisfaisante ainsi qu'une absence de résidus d'antibiotiques dans le lait cru de citerne.

Mot clé : Lait cru, citernes, microorganismes, physico-chimique, résidus d'antibiotiques.

SUMMARY

The contamination of the raw milk by the micro-organisms or the residues of antibiotics can involve risks for the consumer as well as modifications of the physicochemical characters of milk, which can affect its organoleptic and nutritional qualities.

This study was led to the level of the dairy of EL HODNA, on the control of physicochemical, hygienic and medical quality of the raw milk of cisterns.

The results of these analyzes revealed a nonsatisfactory physicochemical quality of raw milk and a satisfactory microbiological quality as well as an absence of antibiotic residues in the raw milk of cistern.

Keyword: Raw Milk, Cisterns, micro-organisms, physicochemical, residues of antibiotics.

ملخص

على مخاطر إلى يؤدي أن يمكن الحيوية المضادات بقايا أو الدقيقة الحية الكائنات بواسطة الخام الحليب تلوث والغذائية الحسية الصفات من يغير أن يمكن كما للحليب والكيميائية الفيزيائية الخصائص في وتغيرات المستهلكين الخام للحليب والنظافية الصحية الكيميائية الفيزيائية الجودة مراقبة اجل من الحضنة ملبة في الدراسة هذه أجريت وقد وعدم مرضية الميكروبيولوجية والجودة مرضية غير الخام للحليب الفيزيائية النوعية أن كشفت التحاليل هذه نتائج . الخام الحليب في الحيوية المضادات بقايا وجود

كلمات البحث : الحيوية المضادات بقايا ,الفيزيائية ,الدقيقة الكائنات ,الخام الحليب

SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste des tableaux	
Listes des figures	
Liste d'abréviation	
INTRODUCTION	1
PARTIE BIBLIOGRAPHYQUE	
CHAPITRE 1 : LA QUALITE DU LAIT	
1. Définition	2
2. Qualité du lait	2
2.1. Qualité hygiénique	2
2.2. Qualité bactériologique	2
2.3. Qualité nutritionnelle	2
2.4. Qualité organoleptique	3
3. Objectif de la qualité	3
CHAPITRE 2 : LA PHYSICO-CHIMIE DU LAIT	
1. Introduction	4
2. Caractéristiques physico-chimiques	4
2.1. Acidité	4
2.2. Densité	4

2.3. pH	4
3. Compositions chimiques	5
3.1. Eau	5
3.2. Hydrate du carbone	5
3.3. Protéines du lait	6
3.4. Matières grasses	6
3.5. Eléments minéraux du lait	7
3.6. Vitamines du lait	8
3.7. Enzymes du lait	9
4. Facteurs de variation de la composition du lait	9
4.1. Facteurs intrinsèques	9
4.1.1. Race	9
4.1.2. Individu	10
4.1.3. Croisement	10
4.2. Facteurs physiologiques	10
4.2.1. Age de la génisse	10
4.2.2. Stade de lactation	10
4.3. Facteurs extrinsèques	10
4.3.1. Facteurs climatiques	10
4.3.1.1. Saison	10
4.3.1.2. Température	10
4.4. Facteurs liés aux conditions d'élevages	11
4.4.1. Nombre de traites quotidiennes	11
4.4.2. Etat sanitaire (les mammites)	11
4.4.3. Alimentation	11

CHAPITRE 3 : LES COMPOSITIONS BACTERIOLOGIQUE DU LAIT

1. Introduction	12
2. Microorganismes du lait	12
3.1. Bactéries	12

3.1.1. Bactéries lactiques	12
3.1.2. Bactéries psychrotrophes	13
3.1.3. Bactéries coliformes	13
3.1.4. Bactéries thermorésistantes	14
3.1.5. Flore aérobie mésophile (FAMT)	15
3.1.6. Coliformes	15
3.1.7. Streptocoques fécaux	15
3.1.8. <i>Staphylococcus aureus</i>	16
3.1.9. Salmonelles	16
3.2. Champignons	16
3.2.1. Levures	16
3.2.2. Moisissures	16
3.3. Action de la microflore du lait	17
3.3.1. Aspect sanitaire	17
3.3.2. Aspect qualitatif	17
3.4. Impacts économiques et sanitaires de la qualité du lait cru	17

CHAPITRE 4 : RESIDUS D'ANTIBIOTIQUES DANS LE LAIT CRU

1. Définition du résidu	19
2. Causes de la présence des résidus d'antibiotiques dans le lait cru	20
3. Impact des résidus d'antibiotiques	20
3.1. Risques pour la santé du consommateur	20
3.1.1. Risque toxicologique	20
3.1.2. Risques cancérigènes	20
3.1.3. Risque bactériologique	20
3.1.4. Risque allergiques	21
3.2. Risques technologiques	21

PARTIE EXPERIMENTALE

• Période et lieu du stage	23
• Matériel	24

• méthodes	26
• Résultats	32
• Discussion	39

Conclusion

Recommandations

Références bibliographiques

Annexe

LISTE DES ABREVIATION

- A** : Acidité
- C** : Coliforme
- C°** : Degré Celsius
- CF** : Coliforme fécaux
- CSR** : *Clostridium sulfito-réducteurs*
- D°** : Degré Dornic
- ESD** : Extrait sec dégraissé en g/ l ou en %
- EST** : Extrait sec total en g/ l ou en %
- FAMT** : Flore aérobie mésophile totale
- GA** : Germes aérobies
- GC** : Giolitti Cantoni
- H₂SO₄** : acide sulfurique
- HCL** : Acidechlorhydrique
- JORA** : journal officiel de la république Algérienne
- MG** : Teneur en matière grasse en g / l ou en %
- NaOH** : Hydroxyde de sodium
- PCA** : Plate count agar
- pH** : Potentiel hydrogène
- SM** : solution mère
- ST** : Staphylococcus aureus
- T°** : Température
- TSE** : trypton, sel, eau
- VBL** : Vert brouillon lactose
- VF** : Viande foie

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Classement des résultats physico-chimiques par rapport aux normes	34
Figure 2 : Taux de contamination bactérienne du lait cru de citerne	35
Figure 3 : Classement des résultats par rapport aux normes (JORA)	36
Figure 4 : Résultats globale de la recherche des résidus d'antibiotiques	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Différents hydrates de carbone du lait	5
Tableau II : Principaux protéines du lait	6
Tableau III : Eléments minéraux majeurs dans le lait	7
Tableau IV : Oligo-élément du lait de vache ($\mu\text{g/l}$)	7
Tableau V : Vitamines et leurs teneurs dans le lait cru	8
Tableau VI : Normes physico-chimiques du lait cru selon JORA	32
Tableau VII : Classement des résultats physico-chimiques selon JORA	33
Tableau VIII: Résultats des analyses bactériologiques du lait cru de citernes.	34
Tableau IX : Normes des analyses microbiologiques selon JORA	35
Tableau X : Interprétation des résultats des analyses bactériologiques selon les normes décrites par J.O.R.A	36
Tableau XI : Calcul de M pour chaque germe (lait cru).	37
Tableau XII : Classement des échantillons selon la qualité du lait cru de citerne de la laiterie d'EL HOUDNA.	37
Tableau XIII : Résultats globaux obtenus pour le Delvotest SP	38

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION

Le lait est à la fois simple en apparence et complexe dans sa composition. Pour mieux faire face aux contraintes naturelles du lait découlant de ses variations quantitatives et qualitatives, les technologues ont imaginé des solutions qui ont contribué à augmenter la diversité de la gamme des produits laitiers tout en répondant aux exigences économiques et hygiéniques.

La notion de qualité est très subjective, car elle a des définitions différentes à chaque niveau de la filière : pour le producteur, la qualité est une absence d'impuretés et une présence de taux de matière utile élevé, l'industriel réclame une matière première au rendement de transformation élevé, tandis que le consommateur désire un produit sans risque pathogène aux qualités organoleptiques satisfaisantes.

En Europe et en Amérique, l'industrie laitière a mis en place, au niveau de la production, une politique de qualité qui a permis d'acquérir une meilleure maîtrise des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du lait [1].

En Algérie, le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire de chacun, quelque soit son revenu [2], l'Algérie est le premier consommateur laitier du Maghreb avec une consommation moyenne de l'ordre de 100 à 110 l /habitant /an en 2010 [3]. Le problème en Algérie, se pose beaucoup plus en termes de satisfaction de la demande, qu'en termes de qualité. Le lait n'est pas payé à la qualité, ce qui ne motive pas les producteurs à améliorer cet aspect.

Ce présent travail, comporte deux parties :

- Une partie bibliographique, dans laquelle nous présentons les définitions, les caractéristiques et la composition du lait cru.
- Une partie expérimentale dont l'objectif est de déterminer la qualité physico-chimique, hygiénique et sanitaire du lait cru de la laiterie d'EL HOUDNA située dans la wilaya de M'SILA.

CHAPITRE 1 : LA QUALITE DU LAIT

1. Définition

En 1983, la fédération internationale de laiterie a proposé la définition suivante pour le lait: « Produit de sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction » [4, 5]. Lorsqu'il n'y a aucune précision, le terme « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservé 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, donnant comme exemple « lait de brebis », « lait de chèvre » [5, 6].

2. Qualité du lait

La qualité du lait est appréciée par plusieurs manières.

2.1. Qualité hygiénique

L'hygiène est nécessaire dans l'industrie alimentaire, elle permet d'obtenir des aliments sains (du point de vue sanitaire) et variable du point alimentaire (nutritionnel) et commercial (présentation, conservation accrue). Elle participe à la genèse de la qualité et assure la confiance du consommateur dans la marque [7].

2.2. Qualité bactériologique

Le lait ne doit pas provenir d'animaux atteints de maladies contagieuses ou de mammites. Il doit contenir un minimum de germes [8].

Les laits sont classés en fonction des germes totaux en trois catégories [9] :

- Qualité satisfaisante : moins de 100.000 germes totaux/ml.
- Qualité acceptable : 100.000 à 500.000 germes totaux/ml.
- Qualité non satisfaisante : plus de 500.000 à 2 000.000 germes totaux/ml.

2.3. Qualité nutritionnelle

Elle est relative aux variations de la teneur en matière grasse (Taux butyreux) et à la teneur en matière protéique (Taux protéique), Le taux butyreux est considéré comme une référence de la qualité et pour l'établissement du prix à la vente du lait [7].

2.4. Qualité organoleptique

Le lait doit avoir une apparence saine, un goût agréable et doit être exempt d'odeur [7].

3. Objectif de la qualité

Les contrôles de qualité sont effectués sur les matières premières et les produits finis, mais aussi pendant la fabrication (autocontrôle) et sur les équipements (maintenance préventive). Ils visent à assurer la mise sur le marché de produits sains (exemple des risques microbiologiques, chimiques ou physiques) et conformes à la réglementation en vigueur. Ils permettent également de s'assurer que les aliments présentent les qualités organoleptiques requises et attendues par le consommateur (flaveur, texture et couleur) et qu'ils seront stables pendant toute la durée de commercialisation [10].

CHAPITRE 2 : LA PHYSICO-CHIMIE DU LAIT

1. Introduction

Le lait est un aliment de grande valeur nutritionnelle ; il fournit plus de substances alimentaires essentielles que tout autre aliment naturel [11].

Ses principaux caractères physico-chimiques immédiatement déterminables sont les suivants :

2. Caractéristiques physico-chimiques

2.1. Acidité

L'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone, aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé au cours de la fermentation lactique.

L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acide titrable peut être exprimé en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic (D°).

Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité de 21°D coagule à froid. Un lait dont l'acidité est de 27°D, coagule au chauffage. Un lait dont l'acidité est de 70°D coagule à froid. En fromageries, la quantité de présure nécessaire à la coagulation est d'autant plus acide. La mesure de l'acidité permet de connaître le temps écoulé depuis la traite [6].

2.2. Densité

La densité du lait est exprimée par le rapport du poids d'un volume de lait à une température donnée sur le poids d'un volume identique d'eau à la même température.

Mais la méthode la plus rapide pour cette détermination est celle basée sur l'utilisation d'un thermo lactodensimètre étalonné à 30°C. La densité d'un lait est un paramètre qui varie selon l'espèce [11].

La densité d'un lait varie aussi selon la proportion d'éléments dissous ou en suspension, elle est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. C'est ainsi, qu'un lait écrémé peut avoir une densité à 20°C supérieure à 1.035 (lait de vache), de même que l'addition d'eau fait tendre la densité vers 1 (densité de l'eau), mais un lait écrémé et mouillé peut présenter une densité normale [12].

2.3. pH

Le pH (acide active) d'un lait frais se situe entre 0.6 et 6.8. Contrairement à l'acidité titrable, le pH ne mesure pas la concentration des composés acides mais plutôt la concentration des ions H^+ en solution. Les valeurs de pH représentent l'état de fraîcheur du lait (stabilité du lait). Un lait ayant une acidité développée importante aura un pH plus bas que 6.6 car l'acide lactique est un acide suffisamment fort pour se dissocier et abaisser le pH d'une valeur mesurable. Deux laits peuvent donc avoir des pH identiques, c'est-à-dire être dans le même état de fraîcheur, mais avoir des acidités titrable différentes. Par contre, deux laits peuvent avoir des acidités titrable différentes identiques, soit la même concentration de composés acides mais avoir des pH différents [6].

3. Compositions chimiques

3.1. Eau

L'eau constitue l'élément le plus important des constituants du lait dans lequel baignent aussi bien les éléments chimiques, que biochimiques, que biologiques. Le pourcentage de l'eau dans le lait est de 87,5% [13].

3.2. Hydrate de carbone

L'hydrate de carbone principal du lait est le lactose. La concentration de lactose du lait est de loin supérieure à celle des autres hydrates de carbone qui s'y trouvent. Le glucose et le galactose libres s'y trouvent en quantité minime.

Le lactose constitue plus ou moins 52% des constituants solides du lait et 70% des constituants solides du petit lait. Le lactose ne se trouve dans la nature que dans le lait

synthétisé par la glande mammaire des mammifères. Sa fonction naturelle est de fournir de l'énergie facilement digestible. La concentration du lactose dans le lait est de 5% (4.8 à 5.2%) [14].

Le tableau I résume les différents hydrates de carbone du lait

Tableau I : Hydrate de carbone du lait cru [14]

Hydrate de carbone	(mg) /100 ml
Lactose	5000
Glucose	14
Galactose	12
Myoinositol	4-5
N-acétylglucosamine	11
Acide N-acétylneuraminique	4-51
Oligosaccharides du lactose	0-10

3.3. Protéines du lait

Le lait de vache contient en moyenne 35g /l de matières azotées dont 95% sont constituées par des protéines, le reste est fait de substances azotées non protéiques [15].

L'azote non protéique est en faible quantité dans le lait (plus ou moins 6% de l'azote totale). Les acides aminés et l'urée sont deux exemples d'azote non protéiques couramment trouvés dans le lait [14].

Les protéines du lait sont des constituants importants dans l'apport alimentaire des populations humaines, la haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur une forte digestibilité et une composition particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables. Il s'agit de l'histidine, de la lysine, de l'isoleucine, de la valine, des acides aminés soufrés (méthionine, cystéine), des acides aminés aromatiques et de la thréonine [16].

Les protéines du lait sont classées dans le tableau suivant :

Tableau II : Principaux protéines du lait cru [17].

	Moyenne absolue (g/l)	Moyenne relatives (g/l)
Matière azotée totale	34	100
Protéines	32	94
Protéines solubles ou caséine entière	26	82
Protéines solubles	6	18
α -lactoglobuline	2.7	45
β -lactalbumine	2.7	
Sérum-albumine	0.3	5
Globulines immunes	0.7	12
Protéases peptones	0.8	13
Substances azotées non protéiques	2	6

3.4. Matières grasses

Le lait contient 30 à 35g de matière grasse. Elle se présente sous forme de globules gras émulsifiés, constitués en grande partie de lipides à raison de 98.5% et 1% de lipides complexes.

Les triglycérides sont les principaux constituants de la matière grasse (79 à 99% des lipides totaux), ils contiennent principalement des acides gras saturés 50 à 70%, ainsi que les acides gras mono-insaturés mais en quantité faible de 20 à 30%. Le reste est constitué de phospholipides, stérols et de cholestérol [18]. La matière grasse du lait se distingue des autres matières alimentaires, par la variété des acides gras qui la compose, puisqu'on dénombre plus de 150 acides gras [11]. La richesse en acides gras à chaînes courtes et moyennes en fait une matière grasse très digestible.

Les principaux rôles de ces acides gras sont les suivants [19] :

- Ils sont indispensables au maintien des membranes (membranes des cellules et des noyaux) et a leur fonctionnement.
- Ils interviennent dans l'édification des cellules nerveuses et du tissu nerveux aussi bien pendant la gestation qu'après la naissance.

- Ils sont nécessaires à la croissance, à l'intégrité de la peau et à la régénération des tissus blessés.
- Par l'intermédiaire de leurs dérivés, ils modulent l'action de plusieurs hormones et exercent des effets directs, sur certains tissus dont les vaisseaux et le tissu musculaire.

3.5. Eléments minéraux du lait

Le lait contient tous les éléments minéraux indispensables à l'organisme notamment, le calcium (Ca), le phosphore (P), le magnésium (Mg), le potassium (K), le sodium (Na) et le chlore (Cl) (Voir tableau III) :

Tableau III : Eléments minéraux majeurs dans le lait cru [6].

Constituants	Teneur moyenne (g/l)	Variation usuelle (g/l)
Potassium	1.5	1.35-1.7
Calcium	1.25	1.0-1.4
Sodium	0.5	0.35-0.6
Magnésium	0.13	0.1-0.15
Chlore	0.1	0.8-1.4
Phosphore	0.95	0.75-1.1
Acide citrique	1.75	1.2-2.0

Ces éléments se répartissent différemment entre la phase colloïdale et la phase soluble du lait : les alcalins (Na et K) et les chlorures sont présents en totalité dans la phase soluble tandis que les alcalino-terreux (Ca et Mg) sont distribués entre les deux phases [5].

Le lait contient également les oligo-éléments indispensables pour l'organisme humain tels que le zinc, le fer, le cuivre, le fluor, l'iode et le molybdène (Voir tableau IV) [20].

Tableau IV: Oligo-élément du lait cru ($\mu\text{g/l}$) [17]

Oligo-éléments	Teneur ($\mu\text{g/l}$)
Brome	150
Cobalt	0.5
Cuivre	20-40
Fer	200-500
Fluor	70-200
Iode	10-300
Manganèse	10-30
Sélénium	10-30
Zinc	3000-6000

3.6. Vitamines du lait

Les vitamines sont nécessaires au fonctionnement normal des processus vitaux, mais l'organisme humain est incapable de les synthétiser, il doit donc puiser ces sources dans l'alimentation. Ce sont des molécules plutôt complexes mais de taille beaucoup plus faible que les protéines, de structures très variées, ayant un rapport étroit avec les enzymes car elles jouent un rôle de coenzyme protéique [21].

Dans le tableau V, nous présentons la classification des vitamines en deux grandes catégories [22]:

- Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) de la phase aqueuse du lait.
- Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E et K) associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie.

Tableau V : Vitamines et leurs teneurs dans le lait cru [17].

Vitamines hydrosolubles	Teneur mg/l	Vitamines liposolubles	Teneur mg/l
B1 (thiamine)	0.42	A	0.37
B2 (riboflavine)	1.72	β -carotène	0.21
B6 (pyridoxine)	0.48	D (cholécalférol)	0.0008
B12 (cobalamine)	0.0045	E (tocophérol)	1.1
Acide nicotinique (niacine)	0.92	K	0.03
Acide folique	0.053	/	/
Acide pantothénique	3.6	/	/
Biotine	0.036	/	/
C (acide ascorbique)	8	/	/

3.7. Enzymes du lait

Ce sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs [23]. Une grande partie se trouve dans la membrane des globules gras ; d'autre part, certaines enzymes sont élaborées par les bactéries et leucocytes contenus dans le lait [5].

Les principales enzymes du lait sont : l'Oxydoréductase (lactoperoxydase), la lipase, les protéases, les phosphatases et les lysozymes. Ces enzymes peuvent jouer un rôle très important en fonction de leurs propriétés-lyses des constituants originels du lait ayant des conséquences importantes sur le plan technologique et sur les qualités organoleptiques du lait (lipase, protéases) [23].

4. Facteurs de variation de la composition du lait cru

4.1. Facteurs intrinsèques

4.1.1. Race

Il existe des variabilités de composition entre les espèces et les races [24]. Il y a également des différences significatives dans la composition du lait entre vaches de même race, dans les mêmes conditions du milieu et d'alimentation [25]. Selon Veisseyre [6], les vaches 'pie-noire' ont une aptitude laitière très développée mais produisent un lait à faible

teneurs en matière grasse (35 à 36 g/l) comparées aux vaches de race 'Normande' qui sont considérées comme des races beurrières. Le lait titrant plus de 40g/l de matière grasse.

4.1.2. Individu

Toutes les vaches d'une race donnée n'ont pas le même rendement laitier et ne sécrètent pas des laits de même composition [6]. Cette variation individuelle compte pour environ 17.2% de la variation totale [26].

4.1.3. Croisement

Les croisements semblent influencer la production laitière [5]. Le produit de croisement entre deux races pures « **Holstein et Guernesey** » entraîne une amélioration significative de la production initiale et de la durée de la lactation [6].

4.2. Facteurs physiologiques

4.2.1. Age de la génisse

La production laitière augmente durant les premières lactations et atteint le plus souvent son maximum à la 4^{ème} ou 5^{ème} lactation [27]. Sur les quatre premières lactations, on observe une diminution du taux butyreux de 1% et du taux protéique de 0.6% [5].

4.2.2. Stade de lactation

On appelle « lactation » la période pendant laquelle une vache donne du lait et qui va de la mise bas au tarissement. Une vache normale connaît une lactation par an (durée normale : dix mois de lactation et deux mois de repos). Au cours de la lactation, la richesse en matières utiles varie en sens inverse de la quantité de lait produite [28].

4.3. Facteurs extrinsèques

4.3.1. Facteurs climatiques

4.3.1.1. Saison

Le facteur saisonnier constituerait la cause la plus importante de la composition du lait, notamment du taux butyreux [28]. De façon immuable, le taux butyreux 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 de l'herbe et à la fin de la période de pâturage [5].

La teneur en calcium est minimale en été et maximale au printemps [28].

4.3.1.2. Température

La température idéale pour la production laitière oscille autour de 10°C. La quantité de lait produite par des vaches soumises à des températures critiques hautes est réduite [26].

4.4. Facteurs liés aux conditions d'élevages

4.4.1. Nombre de traites quotidiennes

La multiplication des traites accroît à la fois la production de lait et sa teneur en matière grasse par suite de l'excitation de la mamelle. Au cours d'une même traite, la teneur en matière grasse augmente jusqu'à la fin, le taux butyreux passe de 10 g/kg pour les premiers jets à 80g/kg pour les derniers, alors que la teneur en caséine a plutôt tendance à diminuer [6].

4.4.2. Etat sanitaire (les mammites)

On appelle mammite une inflammation d'un ou plusieurs quartiers de la mamelle due à plusieurs types de microorganismes. Cette infection provoque un trouble de la sécrétion lactée.

Selon Luquet [28], elle se traduit par une baisse de la production laitière et une modification de la composition du lait. Les principaux facteurs sont :

- les Conditions de la traite : mauvaise hygiène de la traite.
- un Réglage défectueux de la machine à traire qui favorise la pénétration et la propagation des microbes.
- les Traumatismes et les blessures de la mamelle occasionnés par la machine à traire.
- les Conditions de l'environnement : malpropreté des lieux, inconforts.

4.4.3. Alimentation

La gestion de l'alimentation du troupeau est déterminante dans la réussite de l'élevage [29]; une réduction courte et brutale du niveau d'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité du lait produite et une baisse variable du taux protéique [30]. L'eau, premier aliment à considérer, doit être en quantité et de qualité suffisante. Un sous abreuvement mène à une diminution de l'appétit, ce qui rend l'animal moins productif [31]. Les fourrages verts sont les aliments les plus riches en éléments nutritifs et permettent à eux seuls une production laitière de 20 à 22kg [32].

CHAPITRE 3 : COMPOSITION BACTERIOLOGIQUE DU LAIT

3.1. Introduction

En raison de sa teneur élevée en eau et de sa richesse en éléments nutritifs, le lait constitue une denrée périssable et de surcroît un excellent milieu de culture.

Le lait est un milieu de culture pour plusieurs micro-organismes. Il contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml) [33]. Il contient aussi des cellules épithéliales qui proviennent de la desquamation de l'épithélium glandulaire ou des canaux lactifères (Ces dernières ne jouent aucun rôle physiologique particulier) et des cellules d'origine sanguine (PMN, macrophages et lymphocyte) [34].

3.2. Microorganismes du lait

Un microorganisme est un organisme vivant, de très petite dimension. Du fait qu'il est invisible à l'œil nu, il est impossible de détecter sa présence et seul le respect des règles d'hygiène et de salubrité diminuera les risques de contamination. Les microorganismes se multiplient, se nourrissent, s'adaptent et sécrètent des déchets ou sous-produits qui pourront être utiles, nuisibles ou dangereux pour l'humain. Pour se multiplier, ils utilisent les principaux constituants qui entrent dans la composition des produits laitiers [35].

La flore microbienne des laits crus englobe différents types de microorganismes :

3.2.1. Bactéries

Parmi les microorganismes rencontrés dans le lait, les bactéries sont ceux qui prédominent. Les bactéries sont des cellules de petite taille (quelques μm). Elles peuvent être sphériques (coques), en bâtonnet (bacilles) plus ou moins réguliers ou incurvés, mobiles ou pas. Placées dans des conditions d'environnement défavorables, certaines d'entre elles sont capables de donner naissance à des spores qui vont leur permettre de survivre [36, 37].

3.2.1.1. Bactéries lactiques

Le groupe des bactéries lactiques, a été défini pour la première fois par Orla-Jensen (1919), il réunit plusieurs genres caractérisés par leur capacités à fermenter les glucides en

produisant de l'acide lactique [38]. Les bactéries lactiques sont des cellules vivantes, procaryotes, hétérotrophes, et chimio-organotrophes [39]. A quelques exceptions près, elles sont généralement Gram positives, immobiles, asporulées, anaérobies mais aéro-tolérantes, et ne possédant pas de catalase (certaines souches possèdent un pseudo catalase), ni de nitrate réductase. Elles ont des exigences nutritionnelles nombreuses (acides aminés, peptides, sels, acides gras et glucides)[40].

3.2.1.2. Bactéries psychotropes

Le terme « psychotrope » désigne des micro-organismes qui ont la faculté de se développer à une température inférieure à +7°C, indépendamment de leur température de croissance plus élevée [41]. Parmi les micro-organismes qui composent ce groupe, nous pouvons citer :

- Gram (-) : *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Serratia*.
- Gram (+) : *Micrococcus*, *Corynebactérium*.

En général dans le lait ; c'est le genre *Pseudomonas* qui domine. Il est fortement psychrotrophe et il se multiplie par 100 en 48heures à +4°C.

Ces germes produisant des protéases thermorésistantes ayant pour conséquence l'apparition de goûts très désagréables dans les produits laitiers : goût amer, rance et putride.

Les principales causes d'une présence inhabituelle de psychotropes dans le lait sont [35] :

- Une durée de conservation trop longue entre la traite et le traitement thermique.
- Une température inadéquate de conservation, et le non-respect de la chaîne de froid.
- Une mauvais assainissement des équipements lors des transformations ou de la traite.
- Une mauvaise qualité de l'eau utilisée.
- Une contamination par l'air due soit à la qualité de l'air, à l'ouverture prolongée de fenêtres ou des portes ou l'utilisation de récipients sans couvercle.
- Une contamination par le sol.

3.2.1.3. Bactéries coliformes

Ces bactéries appartiennent à la famille des Entérobactéries, ce sont des bacilles Gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs, non sporulés.

D'un point de vue technologique, certaines coliformes sont lactiques et fermentent le lactose sur un mode hétéro-fermentaire. De plus, ces bactéries élaborent diverses substances qui provoquent le gonflement précoce des produits laitiers dont le fromage. Un grand nombre d'entre-elles étant les hôtes habituels de l'intestin des mammifères, leur présence dans le lait tout comme dans l'eau, est l'indice d'une contamination fécale. Cet indice est mis à profit dans l'examen de la qualité des produits laitiers [42].

Les bovins représentent un grand réservoir, leurs fèces sont obligatoirement contaminées par une charge initiale importante de coliformes. Toute pathologie digestive augmentera cette charge et aura des répercussions sur la contamination des litières et donc sur le risque de contamination à la traite. Les mammites colibacillaires sont très fréquentes mais ne doivent pas être considérées comme source de risque pour le lait matière première. Le bâtiment joue un rôle déterminant sur la propreté des animaux et sur les possibilités de multiplication des coliformes surtout dans les stabulations à aire paillée. Les coliformes survivent bien dans l'environnement des bovins surtout s'ils sont soumis à de bonnes conditions de croissances : chaleur et humidité [43].

3.2.1.4. Bactéries thermorésistantes

Un certain nombre de bactéries sont capables de résister aux traitements thermiques usuels utilisés dans le but d'assainir ou de conserver le lait. Elles sont dites thermorésistantes. Leur développement ultérieur peut altérer les produits et, parfois, être dangereux pour la santé. On distingue [42] :

- La flore thermorésistante totale, définie comme la flore résiduelle après un traitement à 63°C pendant 30 minutes ou un traitement équivalent tel que la pasteurisation (HTST) (72°C pendant 15 secondes).
- La flore moyennement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 75°C pendant 12 secondes.

- La flore fortement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 80°C pendant 10 minutes. Elle comprend notamment les spores bactériennes, qui nécessitent des températures supérieures à 100°C.

Les bactéries sporulées rencontrées en laiteries appartiennent aux genres ci-après :

- *Bacillus*, dont les activités enzymatiques peuvent être responsables de l'acidification, la coagulation ou la protéolyse des laits de longue conservation.
- *Clostridium*, qui peut provoquer de graves altérations des fromages à pâte dure, mi-dure et fondue. Ces altérations provoquent à leur tour le gonflement des fromages et contribuent à leur donner un goût rance et piquant très désagréables. *Clostridium perfringens*, peut être dangereuse par ses toxines.

La flore thermorésistante est notamment apportée dans le lait par le sol, les ensilages, les fèces et les résidus dus à l'insuffisance de nettoyage et de désinfection des matériels en contact avec le lait [42].

3.2.1.5. Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT)

La flore microbienne totale quantifiée lors des analyses de lait sous le terme « germes totaux » représente une image (non exhaustive) de l'ensemble des micro-organismes vivants présents dans l'échantillon de lait [36]. Il s'agit de l'ensemble des micro-organismes capable de se multiplier en aérobiose à des températures optimales de croissance comprises entre +20°C et +45°C. Ces micro-organismes sont aptes à donner naissance à des colonies visibles après trois jours d'incubation à 30°C. En principe, une flore totale aérobie mésophile peut être considérée comme flore d'altération car la présence des micro-organismes indique un processus de dégradation en cours [44]. La non-conformité de la flore aérobie à 30°C est signe d'un manque d'hygiène, d'un traitement thermique insuffisant ou à des conditions de conservations défectueuses [45].

3.2.1.6. Coliformes

En microbiologie, alimentaire, on appelle « coliforme », les entérobactéries fermentant le lactose avec production de gaz à 30°C [46], Ce sont des bacilles, Gram négatif non sporulant, aéro-anaérobies facultatif, ne possédant pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence de sels biliaires [45]. Les coliformes thermo-tolérants ou « coliformes fécaux », sont capables de se développer à 44°C. Cette flore est plus spécifique de la contamination fécale que les coliformes totaux [46]. Les bovins représentent un grand réservoir, leurs fèces sont

obligatoirement contaminées par une charge initiale importante de coliformes. Ces derniers survivent bien dans l'humidité [43].

3.2.1.7. Streptocoques fécaux

Les Streptocoques sont des commensaux de l'intestin, mais il existe un autre type de Streptocoque responsable des mammites, et ne sont pas des germes spécifiques pour la mammite c'est les Streptocoques fécaux de type D. Ce sont des bactéries ubiquistes, d'origines fécales et moins souvent associées aux germes pathogènes que les coliformes fécaux [47].

3.2.1.8. *Staphylococcus aureus*

Le *S. aureus* appartient au genre *Staphylococcus*, de la famille de *Micro-coccaceae*. Ce sont des cocci à Gram positif, en général aéro-anaérobies facultatifs, coagulase positive, catalase positive, non sporulés, immobiles et se divisent en plusieurs plans en formant des amas irréguliers [7, 46].

Staphylococcus aureus colonise facilement les lésions cutanées du trayon de même que le canal du trayon et atteint éventuellement la glande mammaire [48].

3.2.1.9. Salmonelles

Les bactéries de genre *Salmonella* appartiennent à la famille des *Entéro-bacteriaceae*. Ce sont des bacilles à Gram négatif, mobiles grâce à une ciliature péritriche ou immobiles, aéro-anaérobies facultatifs [49]. Le genre *Salmonella* conserve une importance considérable pour l'industrie vétérinaire et agro-alimentaire de par le monde, tant par la maladie provoquée chez l'animal que par l'association très étroite avec les toxi-infections alimentaires chez l'homme en raison de leur fréquence et de la gravité des symptômes, Elles sont également à l'origine des typhoïdes et des paratyphoïdes [50].

3.2.2. Champignons

3.2.2.1. Levures

Les levures dans le lait cru sont de forme arrondie ou ovale, volumineuses ou unicellulaires, non sporulantes aérobies facultatives. Elle se développent en surface, formant des boutons de nature mycélienne [51]. Les levures proviennent surtout du fourrage, elles supportent des pH de 3 à 8 avec un optimum de 4.5 à 6 [52]. On peut également trouver dans le

lait des levures sporulantes, telle que *Saccharomyces fragilis* et *Saccharomyces lactis* qui fermentent le lactose en produisant de l'alcool [11].

3.2.2.2. Moisissures

Les moisissures n'ont aucune importance dans le lait cru, mais leur importance se situe dans l'industrie laitière. Elles se développent en surface ou dans les parties internes aérées et sont productrices de lipases et de protéases [11].

3.2.3. Action de la microflore du lait

3.2.3.1. Aspect sanitaire

Des germes pathogènes peuvent être présents dans le lait. Toutefois, la plupart des maladies graves (tuberculose, maladies virales et listériose) ne sont transmises qu'exceptionnellement par le lait. Des fièvres typhoïdes ou paratyphoïdes peuvent être causées par les salmonelles. Des toxi-infections ou intoxications sont générées par les staphylocoques [7].

3.2.3.2. Aspect qualitatif

Il s'agit de microorganismes entraînant par leur action des modifications de texture et de goût. Les plus importantes sont [7] :

- **L'acidification avec coagulation**

L'acidification est due à la fermentation du lactose par les microorganismes ce qui entraîne la coagulation de la caséine. Les germes incriminés sont variables en fonction du type de contamination du lait et de la température de stockage.

- **La Protéolyse**

Elle est favorisée par un long stockage à basses températures. Les germes incriminés sont les *Micrococcus*, *Aeromonas* et *Pseudomonas*.

- **Autres dégradations**

Les *Pseudomonas* et les sporulés peuvent dénaturer la matière grasse du lait par oxydation des acides gras insaturés et par hydrolyse.

D'autres germes peuvent provoquer une alcalinisation importante avec formation d'urée, d'ammoniac et de carbonate.

3.4. Impacts économiques et sanitaires de la qualité du lait cru

La mauvaise qualité hygiénique et sanitaire du lait peut avoir des impacts économiques sur le producteur et le transformateur ainsi que sur la santé du consommateur.

Pour le producteur, la mauvaise qualité signifie une mauvaise santé ou un manque d'hygiène du troupeau et par conséquent, les pertes sont considérables tant sur le produit que pour le cheptel [53].

Pour le transformateur, la mauvaise qualité de la matière première peut donner un produit fini de moindre qualité. La qualité d'un produit dépend à la fois de la matière première et de la technologie mise en œuvre [54].

La consommation du lait contaminé peut avoir un effet immédiat, c'est-à-dire une toxi-infection comme il est possible d'avoir d'autres symptômes et d'autres conséquences selon la nature du germe responsable. Les toxi-infections sont les effets immédiats de l'infection aiguë. Certaines toxi-infections alimentaires entraînent également des séquelles à long terme, avec des conséquences graves sur la santé humaine et une incidence économique considérable [55].

CHAPITRE 4 : RESIDUS D'ANTIBIOTIQUES DANS LE LAIT CRU

4.1. Définition des résidus

Ce sont toutes les substances pharmacologiquement actives, qu'il s'agisse des principes actifs, d'excipients ou de produits de dégradation, ainsi que leurs métabolites restant dans des denrées alimentaires obtenues à partir d'animaux auxquels le médicament vétérinaire en question a été administré. En effet, au cours de leur vie, les animaux doivent parfois être traités avec des antibiotiques destinés à prévenir ou à guérir certaines maladies infectieuses. Il arrive que des résidus de ces médicaments aboutissent dans des produits alimentaires (viande, lait ou œufs) provenant d'animaux producteurs d'aliments tels que les bovins, les ovins, la volailles et le poisson. Néanmoins, ces résidus ne doivent pas être nocifs afin de garantir un niveau élevé de protection des consommateurs [55].

4.2. Causes de la présence des résidus d'antibiotiques dans le lait cru

Selon *Mariani et al.* [56], les causes les plus fréquentes des résidus d'antibiotiques dans le lait sont :

- Un mélange accidentel du lait d'une vache traitée avec celui des autres vaches.
- Une traite par erreur d'une vache tarie, récemment traitée par des antibiotiques.
- Une désinfection défectueuse de la machine à traite.
- Une non-vérification de l'ancien traitement administré aux vaches en lactation récemment achetées.
- Un mélange accidentel de l'aliment médicamenteux avec la ration des vaches en lactation.
- Le non-respect de la dose, car l'augmentation de cette dernière est à l'origine de l'allongement de la durée d'élimination du médicament.
- Le non-respect de la voie d'administration.
- L'utilisation d'une préparation destinée à une vache tarie dans le traitement d'une vache en lactation.

- L'utilisation en intra mammaire de produits prévus par voie générale : au risque de la présence d'inhibiteurs s'ajoute celui de l'inefficacité (produit inadapté).

4.3. Impact des résidus d'antibiotiques

Selon **Eckmotte [57]**, l'aspect hygiénique du lait en tant que denrée alimentaire d'origine animale (D. A. O .A), en rapport avec l'antibiothérapie, relève de la présence de résidus d'antibiotiques dans le lait à l'origine de :

- Problèmes sanitaires (santé du consommateur).
- Problèmes technologiques (procédés de transformation laitière).

4.3.1. Risques pour la santé du consommateur

4.3.1.1. Risque toxicologique

La consommation de lait et de produits laitiers contenant des antibiotiques, tels que les pénicillines, ou les tétracyclines, est un danger potentiel pour la santé des consommateurs [58]. Les risques toxiques résultent de l'absorption répétée de résidus retrouvés dans les aliments et de leur accumulation dans l'organisme humain [59]. Les manifestations de cette toxicité dépendent de la dose administrée et de la voie d'administration. Ce risque est inexistant en ce qui concerne les résidus d'antibiotiques dans le lait car les quantités retrouvées sont toujours trop faibles [60].

4.3.1.2. Risques cancérogènes

Certains antibiotiques ont des propriétés carcinogènes connues. Les résidus de ces antibiotiques peuvent avoir un effet carcinogène sur le long terme, suite à une consommation régulière d'aliments contenant ces résidus. Ces antibiotiques ou composés utilisés comme antibiotiques sont alors interdits chez les animaux de production [61].

4.3.1.3. Risque bactériologique

Les risques bactériologiques sont représentés par deux phénomènes principaux correspondant à des modifications qualitatives et/ou quantitatives de la flore bactérienne du tube digestif des consommateurs. Ce sont [62] :

- La sélection de souches bactériennes résistantes : la présence d'un antibiotique à des taux supérieurs à la concentration minimale inhibitrice entraînerait des modifications génétiques au niveau bactérien conférant ainsi à la bactérie la possibilité de survivre en présence de l'antibiotique en question [63].
- Le déséquilibre de la flore bactérienne normale du tube digestif : les antibiotiques peuvent tuer certaines bactéries, ou diminuer leur aptitude à proliférer dans l'intestin par différents mécanismes qui sont [64] :
 - La diminution de vitesse de croissance.
 - La diminution de l'affinité pour le substrat nutritionnel.
 - La diminution de l'adhésion

Certains résidus d'antibiotiques ayant encore une activité contre les bactéries, sont potentiellement capables de modifier la microflore intestinale de l'homme. La présence de résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires peut ainsi entraîner un risque d'affaiblissement des barrières microbiologiques et de colonisation de l'intestin par des bactéries pathogènes ou opportunistes [64]. Ce phénomène est appelé : «Abaissement des barrières microbiologiques» ou «Diminution de la résistance à la colonisation» [65].

4.3.1.4. Risque allergiques

Les allergies provoquées par les antibiotiques sont en général peu graves et ne permettant pas d'attribuer aux résidus un effet sensibilisant [66]. Le danger le plus fréquent pour le consommateur est allergologique, il se présente selon deux modalités principales :

- Soit c'est le sujet qui, sensibilisé par des traitements antibiotiques antérieurs, réagit après ingestion de denrées contaminées. Cette sensibilisation est très facile à obtenir avec les pénicillines, possible avec la streptomycine et plus rare avec les tétracyclines.
- Soit c'est une sensibilisation par ingestions répétées de petites quantités de résidus qui amène la réaction au cours d'un traitement médical [67].

4.3.2. Risques technologiques

Pour les industries laitières, les résidus antimicrobiens ont des conséquences néfastes au niveau technique pour la transformation du lait en produits laitiers.

La présence d'antibiotiques dans le lait entraîne des accidents de fabrication du fromage, du yaourt et autres produits de fermentation du lait. Elle résulte essentiellement de l'inhibition totale ou partielle des phénomènes fermentaires d'origine bactérienne. Ainsi, toutes les étapes de la transformation du lait en fromage, un défaut de coagulation du lait et le caillé ressort de mauvaise qualité, une insuffisance de l'égouttage et le rendement de fabrication est diminué, il y a une mauvaise maturation du fromage (consistance, couleur, odeur et goût modifiés) ainsi qu'une prolifération anarchique des bactéries coliformes insensibles aux antibiotiques et dont la multiplication n'est plus inhibée par les ferments lactiques. Concernant la fabrication du beurre, il y a une mauvaise acidification, une diminution du développement des germes d'arôme d'où pertes de goût et d'arôme, ainsi qu'une diminution du rendement de fabrication [68].

PARTIE
EXPERIMENTALE

PARTIE EXPERIMENTALE

Notre étude a pour but d'apprécier la qualité physico-chimique et bactériologique du lait cru destiné à la transformation laitière au niveau de la laiterie d'ELHODNA.

1. Période et lieu du stage

L'étude a été conduite au niveau de Laboratoire physico-chimique et microbiologique de la laiterie d'EL HODNA dans la Wilaya de M'SILA et s'est déroulée du janvier au février 2015.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Matériel de collecte

Le matériel de collecte utilisé est le suivant :

- Louche en acier pour le prélèvement du lait.
- Flacons en plastique avec bouchon stérile.
- Source de la flamme.
- Etiquettes adhésives pour l'identification des flacons.

2.1.2. Matériel pour l'analyse physico-chimique

2.1.2.1. pH

- pH mètre

2.1.2.2. Température

- Thermomètre
- Bécher

2.1.2.3. Acidité

- Acidimètre

- Pipettes
- La soude Na OH
- Phénolphtaléine

2.1.2.4. Densité

- Lacto-densimètre
- Eprouvette

2.1.2.5. Matière grasse

- Centrifugeuse à 1100 tours /minute
- Distributeur pour acide sulfurique et alcool isoamylique.
- Butyromètre avec bouchon en caoutchouc.
- Pipette de 11 ml
- Acide sulfurique.
- Alcool isoamylique.
- Eau distillée.

2.1.2.6. Extrait Sec Total

- Dessiccateur
- Capsule
- Pipette
- Balance analytique

2.1.3. Matériel de l'analyse microbiologique

2.1.3.1. Recherche et dénombrement des germes

Le matériel utilisé est le suivant :

- **Appareillage**
- Etuve réglée a 30°C, 37°C, 44°C.

- Bain marie.
- Bec bunsen.
- Autoclave.
- Four à stériliser ou four pasteur.
- Microscope binoculaire.
- Agitateurs à tube tubes ou vortex.
- Réfrigérateur.
- Hotte microbiologique.

- **Verrerie**
- Pipettes en verres gradués de (10 ml, 11 ml, 50 ml).
- Becher de 100 ml.
- Boite de pétrie.
- Pipette pasteur.
- Porte tubes.
- **Milieux de cultures**

Certains milieux de cultures sont préparés au Laboratoire microbiologique de l'Unité de production

- Gélose viande foie (V F).
- Vert brouillon lactose (V B L).
- Milieu désoxycholate.
- Milieu Eva listky.
- Milieu de rothe (bouillon glucose à l'acide de sodium).

- Gélose Giolitticantoni (G C).
- Plate count agar (PCA).

- **Réactifs et solutions**
- Eau physiologique stérile
- Alun de fer
- Additif Hektoen
- Sulfite acide de sodium
- Alcool
- Acide chlorhydrique (HCL)
- Acide sulfurique
- Solution alcoolique de phénol-phtaline (1%)
- Hydroxyde de sodium (NaOH)
- Alcool isoamylique

2.1.3.2. Matériel de recherche des résidus d'antibiotiques

Nous avons utilisé le matériel suivant :

- Incubateur réglable à 64°C
- Le kit Delvotest SP : le kit contient 100 ampoules avec un milieu de culture sur gélose solide. Chaque ampoule contient à la fois un nombre standard de spores du germe test *Bacillus Stearothermophilus* var. *calidolactis*, des nutriments pour son développement et du pourpre de bromocrésol. Le kit inclut également des pipettes jetables pour prélever 100 µl des échantillons ainsi que les instructions.

2.2. Méthodes

2.2.1. Prélèvement

Les prélèvements de lait cru sont réalisés dans des conditions aseptiques et sont recueillis dans des flacons stériles et identifiés, à partir des camions citernes provenant des élevages de la laiterie d'EL HODNA.

- Un échantillon de lait cru destiné aux analyses physico-chimiques est effectué quotidiennement pour chaque citerne (116 échantillons), le matériel d'échantillonnage doit être propre, sec et ne doit pas influencer sur des propriétés telles que l'odeur, la saveur, la consistance ou la composition du produit.
- Deux échantillons de lait cru destinés l'un aux analyses microbiologiques et l'autre pour la recherche des résidus d'antibiotiques sont effectués deux fois par semaine (25 échantillons).

Les analyses ont été réalisées le jour même.

2.2.2. Analyses physico-chimiques du lait cru

Le but de l'analyse physico-chimique est de déterminer ou de mesurer les différents paramètres caractérisant les matières premières du produit fini. Elle permet la correction de toute faute de fabrication ou le signalement de toute modification des paramètres en cours de fabrication, elle complète ainsi l'analyse microbiologique.

2.2.2.1. Température

Introduire dans un bécher une quantité du lait puis plonger alors le thermomètre dans le bécher et prendre la température du lait.

2.2.2.2. Acidité

Elle est appelée aussi l'acidité dornic.

Acidité titrable = V (sachant que V est le volume de soude versé)

Introduire dans un bécher 1 ml de lait, ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine ensuite titrer à l'aide de la solution de soude NaOH a la concentration (N/9) jusqu'au début d'un

virage vers le rose pale qui correspond au point de virage de la phénolphtaléine. Lire directement la teneur en acidité sur l'acidimètre

3.2.3. Densité

Remplir l'éprouvette de lait de manière à ce que le lait déborde légèrement pour entrainer les trace de mousses qui pourraient gêner la lecture, plonger ensuite le thermo-lacto-densimètre et laisser stabiliser. Noter la densité du lait.

2.2.2.4. Matière grasse

La méthode utilisée est la méthode acido-butyrométrique dite Gerber.

Son principe est basé sur la dissolution des protéines par l'acide sulfurique et la séparation par centrifugation en présence d'alcool isoamylique de la matière grasse libérée.

Introduire 10 ml d'acide sulfurique H₂SO₄ dans le butyromètre, ajouter 11 ml de lait et 1 ml d'alcool isoamylique, transvaser délicatement le butyromètre, il est ensuite placé dans la centrifugeuse Gerber à 1100 tours/min pendant 10 mn à 65°C. Lire directement sur le butyromètre les graduations contenant la matière grasse visiblement séparée.

$$M G (g/l) = (A-B) \times 100$$

Le résultat est exprimé en gramme par litre de lait (g/l).

A : la partie supérieure au niveau du butyromètre, B : la partie inférieure au niveau de butyromètre.

2.2.2.5. Extrait Sec Total

L'Extrait Sec Total du lait est la masse après une dessiccation complète basé sur l'évaporation de l'eau d'un certain volume donné de lait. La dessiccation d'une quantité déterminée de l'échantillon par évaporation est suivie d'une pesée du résidu.

Peser le papier buvard d'une capsule vide, propre et bien séchée, procéder par la suite à la pesée de cette capsule. Introduire dans cette capsule 10 ml de lait et la mettre dans un micro-onde à 350 watts à nouveau la capsule après l'avoir sorti du micro-onde.

$$\text{EST}(\%) = \text{MG} \cdot 1,2 + \text{D} \cdot 1,2665$$

L'Extrait Sec Total Exprimé en gramme par litre de lait est égal à :

EST : Extrait Sec Total, D : Densité

2.2.2.6. Extrait Sec dégraissé

L'Extrait Sec Dégraissé s'obtient en soustrayant de l'Extrait Sec Total le poids de la matière grasse suivant l'expression :

$$\text{ESD} = \text{EST} - \text{MG}$$

2.2.3. Analyses microbiologiques

Le but du contrôle microbiologique est de révéler la présence ou le risque de prolifération de micro-organismes indésirables. Il est aussi l'indice fondamental pour juger la qualité du produit pour affirmer que ce dernier est conforme aux normes afin d'assurer un produit de qualité pour le consommateur.

2.2.3.1. Préparation des dilutions

La préparation des dilutions décimales durant notre étude a été réalisée comme suit :

- Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile 1 ml de la solution mère (SM), dans un tube à vis stérile contenant au préalable 3 ml de dilution TSE (Trypton, Sel, Eau) cette dilution constitue au 10^{-1} ou 1/10, mélangé soigneusement.
- Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette graduée 1 ml de la dilution 10^{-1} , dans un tube à vis stérile contenant au préalable 3 ml du même diluant (TSE) : cette dilution est alors de 10^{-2} ou 1/100.
- Changer de pipette et prendre toujours aseptiquement 1 ml de la dilution 10^{-2} , à introduire dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant (TSE) : cette dilution est alors de 1/1000 ou 10^{-3} .

2.2.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

- **Mode opératoire**
- À partir des dilutions décimales 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage.
- Compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose au désoxycholate à 1% (ou avec la gélose de VBL) fondu puis refroidie à 45°C.
- Faire ensuite des mouvements circulaires en forme de 8 pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.
- Laisser solidifier les boîtes sur la pailasse puis couler à nouveau 5 ml de la même gélose. Cette double couche à un rôle protecteur contre les diverses contaminations.

Cette opération doit être effectuée en double pour chaque dilution car :

- La première série des boîtes sera incubée à 37°C pendant 24h, et sera réservée pour la recherche des coliformes totaux.
- La deuxième série des boîtes sera incubée à 44°C pendant 24h, et sera réservée pour la recherche des coliformes fécaux.

- **Lecture**

Les coliformes apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge foncé fluorescentes de 0,5 mm de diamètre. Le nombre trouvé est multiplié par l'inverse de la dilution.

2.2.3.3. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

- **Mode opératoire**

La recherche de *Staphylococcus aureus* se fait en deux étapes :

1^{ère} étape : Enrichissement

- L'enrichissement est réalisé en utilisant 250 ml du milieu Giolitti Cantoni (GC), additionné d'une ampoule de 15 ml de tellurate de potassium. Ensuite, bien

homogénéiser pour répartir le milieu ainsi préparé dans des tubes à vis stériles, à l'aide d'une pipette graduée à raison de 15 ml chacun.

- Prendre aseptiquement 1ml de chaque dilution allant de 10^{-1} à 10^{-3} et le mettre dans les tubes du milieu GC pré-numérotés, bien mélanger bien le milieu avec l'inoculum.
- L'Incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

2^{ème} étape : isolement

Seul les tubes de GC noires sont positifs et font l'objet d'un isolement :

- Dans les boîtes de pétri vides, verser la gélose Chapman préalablement fondue. Après solidification du milieu l'ensemencement se fait à l'aide d'une anse de platine.
- L'incubation est à 37°C pendant 24 à 48 heures.
- La lecture porte sur l'apparition des colonies de couleur jaune dorée entourée d'un halo jaune (mannitol+). Ces colonies sont présumées être des *staphylococcus aureus*.

Pour confirmer que ces colonies corespondent au *Staphylococcus aureus*, on procède aux tests biochimique suivants :

- **Test de la catalase** : à l'aide de l'eau oxygénée.
- **Test de coagulation** : à l'aide de plasma de lapin

2.2.3.4. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

- **Mode opératoire**
- A partir du lait à examiner, prélever 3 fois 10 ml et les introduire dans 3 tubes contenant le milieu de Roth dont l'agent sélectif est l'azothydrate de sodium.
- Inoculer ces tubes avec 1 ml de la solution mère en dilution puis incubé à 37°C pendant 24 heures.
- **Résultat**

Les résultats positifs : troubles bactériens.

2.2.3.5. Recherche et dénombrement de *Clostridium Sulfito Réducteur*

- **Mode opératoire**

- Prévoir une série de tubes stériles à raison de deux tubes par dilution, ensuite répartir l'échantillon à analyser comme suit :
- 1 ml de la dilution 10^{-1} dans chacun des deux premiers tubes.
- 1 ml de la dilution 10^{-2} dans chacun des deux tubes suivants.
- 1 ml de la dilution 10^{-3} dans chacun des deux derniers tubes.
- Porter ces trois tubes au bain marie à 80°C pendant 10 minutes, puis les refroidir rapidement sous l'eau du robinet. Les formes végétatives sont alors détruites, seules les spores subsistent.
- Verser stérilement la gélose viande foie régénérée, refroidie à 65°C et additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer. Bien mélanger les tubes sans faire de bulles (anaérobiose) et laisser solidifier sur la paille.

- **Incubation**

Après solidification du milieu à température ambiante, les tubes sont incubés à 46°C pendant 24 à 45 heures.

- **Lecture**

Les *Clostridium sulfito-réducteurs* (C.S.R) apparaissent sous forme de colonies entourées d'un halo noir. Le résultat s'exprime par le nombre de spore par (ml) ou (g) de produit.

2.2.3.6. Recherche des résidus d'antibiotiques dans le lait cru

- **Principe**

Le Delvotest SP est basé sur l'inhibition de la croissance du *Bacillus stearothermophilus*, bactérie très sensible à de nombreux antibiotiques et aux sulfamides.

- **Mode opératoire**

Les différentes étapes sont les suivantes :

- **Préparation**

- Couper le nombre d'ampoules nécessaires avec une paire de ciseaux. Faire attention de ne pas endommager la protection des ampoules inutilisées.
- Enlever la protection sur l'ampoule. Identifier chaque ampoule par un numéro d'échantillon.
- Prendre 100 µl de l'échantillon du lait après l'avoir homogénéisé à l'aide d'une pipette stérile.
- Vider la pipette dans l'ampoule correspondante.

- **Incubation**

- Vérifier la température de l'incubateur ($64^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Mettre les ampoules dans l'incubateur.
- Programmer le chronomètre sur 3 heures.

- **Lecture**

Après 3 heures, enlever les ampoules de l'incubateur. Lire la couleur au niveau des 2/3 inférieurs de l'ampoule après le temps d'incubation requis.

La lecture du résultat «oui/non» se limite à une comparaison de couleurs. En l'absence d'antibiotique, les spores germent et se développent, entraînant l'acidification du milieu et un changement de couleur. Si l'échantillon vire nettement du violet au jaune, cela signifie que l'échantillon ne contient pas de résidus d'antibiotiques ou que la quantité de composés antimicrobiens se situe en dessous des limites de détection du Delvotest® SP.

Inversement, en présence d'antibiotiques, les spores ne se développent pas, elles sont inhibées par l'antibiotique et donc une couleur violette indique un taux d'antibiotiques supérieur ou égal à la limite de détection du test.

3. Résultats

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques, microbiologiques et ceux des résidus d'antibiotiques sont présentés dans les Annexe 1 et 2.

3.1. Résultats physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques portant sur les 116 échantillons de lait cru de citernes analysés sont présentés comme suit :

3.1.1. Normes des paramètres physico-chimiques du lait cru selon le J.O.R.A [69].

Les normes des paramètres physico-chimiques du lait cru fixées par le J.O.R.A sont présentées dans le tableau VI :

Tableau VI : Normes physico-chimiques du lait cru selon J.O.R.A

Paramètres	Température(C)	Acidité (°D)	Densité	Matière grasse (g)	Extrait sec total g/l	Extrait Sec dégraissé g/l	pH
Normes	1 à 6	14 à 18	1030 à 1034	34 à 40	125 à 130	90 à 95	6.6 à 6.8

Tableau VII : Classement des résultats physico-chimiques selon le J.O.R.A.

Norme		>norme	= norme	< norme	Total
T (°C)	Nbr	36	80	0	116
	%	31.03	68.97	0	100
DENSITE	Nbr	0	64	52	116
	%	0	55.17	44.82	100
A (°D)	Nbr	0	116	0	116
	%	0	100	0	100
MG	Nbr	0	30	86	116
	%	0	25.86	74.14	100
ESD	Nbr	0	5	111	116
	%	0	4.31	95.69	100
EST	Nbr	0	3	113	116
	%	0	2.59	97.41	100
ph	Nbr	2	89	25	116
	%	1.72	76.72	21.55	100

Le classement des résultats des analyses obtenues dans la laiterie d'EL HODNA a montré que :

- La température est dans 31.03 %> à la norme, et dans 68.97% =à la norme.
- La densité est dans 55.17%=à la norme, et dans 44.82% < à la norme.
- La matière grasse est dans 25.86% = à la norme, et dans 74.14%< à la norme.
- L'extrait sec dégraissé est dans 4.31 %= à la norme, et dans 95.69 %à la norme.
- L'extrait sec total est dans 02.59% = à la norme, et dans 97.41 % < à la norme.
- Le pH est dans 1.72% > à la norme, dans 76.72% = à la norme, et dans 21.55% < à la norme.

Le classement des résultats par rapport aux normes est représenté dans la figure suivante :

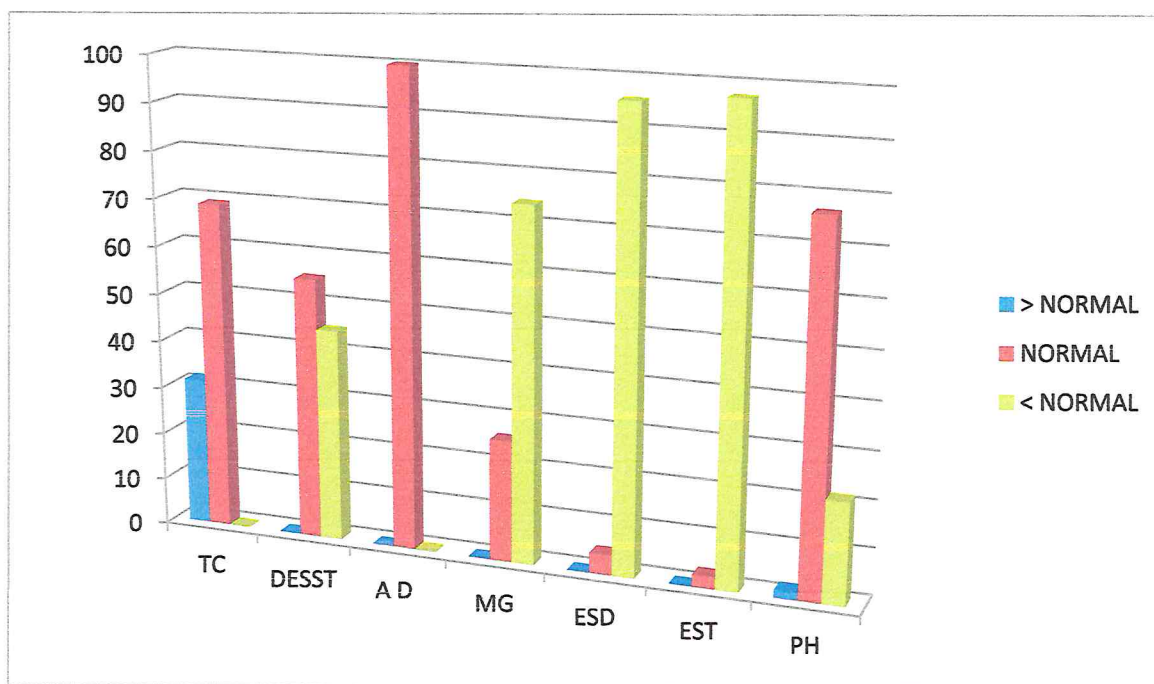


Figure 1: Classement des résultats physico-chimiques par rapport aux normes.

3.2. Résultats bactériologiques

3.2.1. Résultats du dénombrement des germes

Les résultats des analyses microbiologiques portant sur les 25 échantillons de lait cru de citernes sont rapportés dans le tableau VIII.

Tableau VIII: Résultats des analyses bactériologiques du lait cru de citernes.

Germes recherchés	Nbr	Echantillons positifs	Pourcentage
Germes aérobies	25	25	100
Coliformes fécaux		10	40
<i>Staphylococcus aureus</i>		5	20
Streptocoques fécaux		3	12
<i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>		0	0

Les résultats des analyses bactériologiques ont révélé que 100% des échantillons renferment la flore aérobie totale, 40% renferment de coliformes fécaux, 20% renferment des *Staphylococcus aureus*, 12% renferment des streptocoques fécaux, aucun *Clostridium sulfito-réducteur* n'a été isolé.

Ces résultats sont illustrés dans la figure suivante :

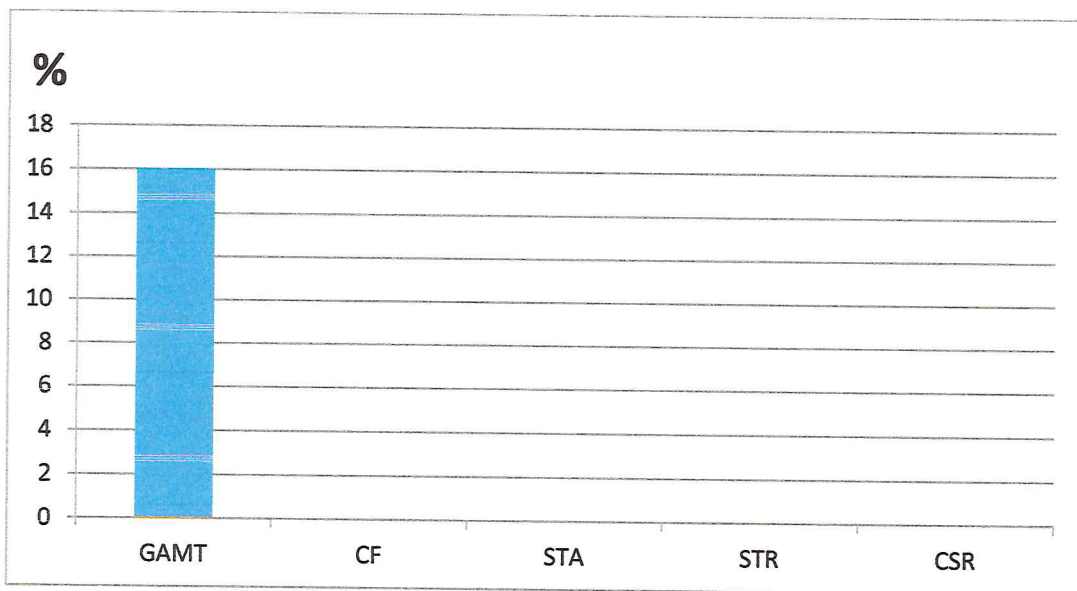


Figure 2 : Taux de contamination bactérienne du lait cru de citerne.

3.2.2. Classement des échantillons analysés par rapport aux normes

La législation Algérienne recommande la recherche et l'énombrement de certains germes pour l'évaluation de la qualité hygiénique et sanitaire du lait cru (Tableau IX).

Tableau IX: Normes des analyses microbiologiques selon le J.O.R.A [68].

Germes recherchés	Norme
Germes aérobies	10^5
Coliformes fécaux	10^3
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence
Streptocoques fécaux	Abs/0,1ml
<i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	50

Les résultats du classement par rapport à la norme sont rapportés dans le tableau X.

Tableau X : Interprétation des résultats des analyses bactériologiques selon les normes décrites par J.O.R.A. (69).

Germes recherches	25échantillons			
	>à la norme	%	< à la norme	%
Germes aérobies	4	16	21	84
Coliformes fécaux	0	0	25	100
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	25	100
Streptocoques fécaux	0	0	25	100
<i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	0	0	25	100

Le classement des résultats par rapport aux normes requises est représenté dans la figure suivante :



Figure 3 : Classement des résultats par rapport aux normes (J.O.R.A).

3.2.3. Interprétation des résultats des analyses bactériologiques

L'interprétation des résultats des analyses bactériologiques se fera conformément à l'Arrêt interministériel du 27 mai 1998 paru sur le Journal Officiel N°35/98, fixant les critères microbiologiques des principales denrées alimentaires. Ces résultats sont exprimés selon trois critères :

- **Satisfaisants** : quand le nombre de germes est inférieur à **m**.
- **Non satisfaisant** : quand le nombre de germes est supérieur à **M**.
- **Acceptables** : quand le nombre de germes est compris entre **m** et **M**.

m : correspond la norme décrite par J.O.R.A.

M : correspond le seuil d'acceptabilité qui est :

- Dans le milieu liquide de : **30 m**.
- Dans le milieu solide de : **10 m**.

Le calcul de **M** pour chaque germe est présenté dans le tableau XI.

Tableau XI: Calcul de **M** pour chaque germe (lait cru).

Germes recherchés	m	M
Germes aérobies	10^5	10^6
Coliformes fécaux	10^3	10^4
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	00
Streptocoques fécaux	Absence/0,1ml	00
Clostridium sulfito-réducteur	50	5.10^2

Après le calcul du M, nous avons classé les 25 échantillons selon leur qualité (Tableau XII).

Tableau XII : Classement des échantillons selon la qualité du lait cru de citernes de la laiterie d'EL HOUDNA.

Qualité	Nombre échantillons	%
Satisfaisante	21	84
Acceptable	4	16
Non satisfaisante	0	0
TOTAL	25	100

3.3. Résultat de la recherche des résidus d'antibiotiques par le Delvotest SP dans le lait cru de citernes

3.3.1. Résultats confondus pour le Delvotest SP

Le résultat global de la recherche des résidus d'antibiotiques dans le lait cru de citernes de la laiterie d'EL HODNA par l'épreuve du Delvotest SP est présenté dans le tableau et la figure ci-dessous.

XIII : Résultats globaux obtenus pour le Delvotest SP.

Nombre de prélèvements	Résultats			
	Positifs	%	Négatifs	%
25	0	0	25	100

Sur les 25 échantillons de lait cru testés par l'épreuve Delvotest SP, aucun échantillon ne s'est révélé positif.

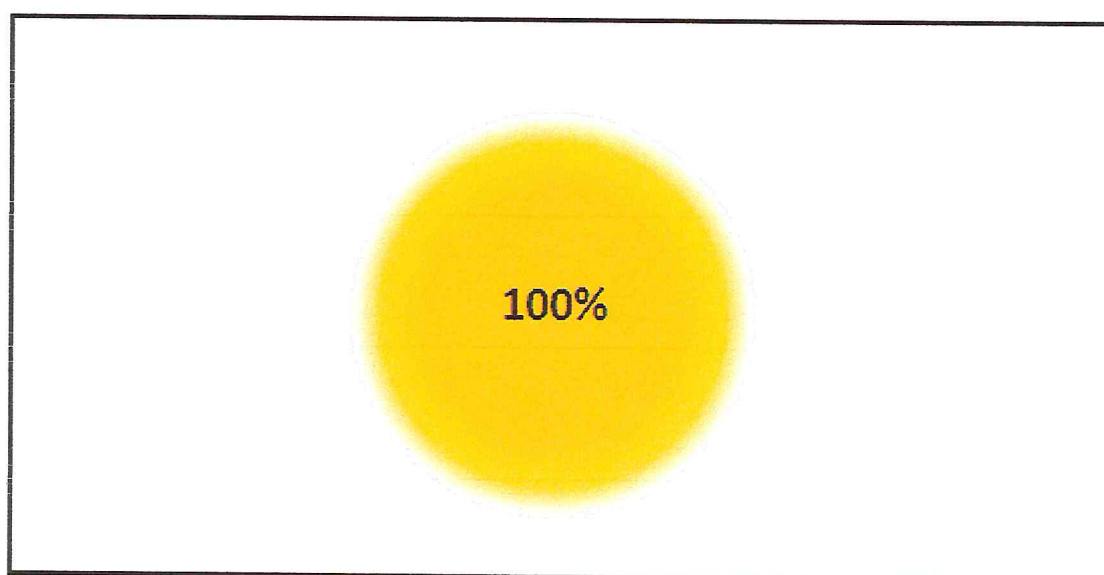


Figure 4 : Résultats globale de la recherche des résidus d'antibiotiques.

4. Discussion

4.1. Cratères physico-chimiques

Du point de vue physico-chimique, la majorité des échantillons de lait cru de citernes analysés sont de qualité non satisfaisante, due probablement à une mauvaise alimentation, à des causes zootechniques qui sont liée à de nombreux facteurs (race, traite, période de lactation) et aux mauvaises conditions de stockage et de transport du lait.

L'analyse du lait cru des citernes de la laiterie d'EL HOUDNA montre que la température de 68.97% des échantillons analysés est située dans la norme. Une mauvaise conservation de stockage et de transport peuvent augmenter la température du lait cru ce qui est le cas du reste des laits crus analysés, soit 31.03%. Nos résultats sont différents de ceux rapportés par **Nourine** et **Touari** [70], qui ont enregistré une température supérieure à la norme dans 88.24% des laits crus de citernes analysées au niveau de la laiterie d'ARIB.

44.82% des échantillons de lait cru analysés ont présenté une densité inférieure à la norme. Le même constat a été enregistré par **Nourine** et **Touari** [70], au niveau de la laiterie d'ARIB. Une mauvaise alimentation ou une éventuelle addition d'eau peuvent baisser cette densité.

Tous les échantillons de lait cru analysés ont montré une acidité normale, qui peut avoir une influence sur la multiplication de certains germes. La plupart des micro-organismes du lait sont capables de fermenter le lactose en produisant une acidification qui entraîne la coagulation de la caséine. Les germes incriminés sont variables en fonction du type de contamination du lait. Cette situation est proche de celle rapportée par **Nourine** et **Touari** [70],

74.14% des échantillons analysés ont présenté un taux de matière grasse inférieure à la norme. Cette situation est différente de celle rapportée par **Nourine** et **Touari** [70], qui ont constaté que 61.18 % des laits analysés étaient supérieurs à la norme. La mauvaise alimentation, l'état de santé des vaches laitières notamment la mamelle ainsi que les conditions environnementales peuvent considérablement influencer la composition chimique des laits crus en modifiant leur taux de matière grasse.

L'analyse de l'Extrait Sec Total a montré que 97.41% des échantillons de lait cru de citernes avaient un taux inférieur à la norme. Cet abaissement est dû probablement aux effets du

mouillage ou bien à l'alimentation de la vache, le taux de l'Extrait Sec Total est diminué pendant le mois qui suit le vêlage. Ces résultats sont proches à ceux rapportés par **Nourine et Touari [70]**, (98.82%).

Les résultats de l'Extrait Sec Dégraissé ont montré que 95.69% des échantillons analysés sont inférieurs à la norme. Cette baisse est probablement liée aux effets du mouillage et à la chaleur qui baisse légèrement les matières sèches dégraissées. Ces résultats sont très proches à ceux de la laiterie d'ARIB (96.74 %) rapportés **Nourine et Touari [70]**.

4.2. Recherche et le dénombrement des germes

La majorité des échantillons de lait cru de citerne analysés, soit 84% ne sont pas contaminés par les germes aérobies mésophiles totaux, ce qui reflète de bonnes conditions d'hygiène depuis le moment de la traite jusqu'à la réception du lait cru de citerne au niveau de la laiterie, alors que 16% des échantillons présentent un taux faible de contamination. Ces résultats sont très loin de ceux rapportés par **Boulariah et Benmengouda [71]** car 100% des échantillons sont contaminés par les germes aérobies. Cette flore reflète la qualité globale du lait, sur la température de conservation ainsi que sur le niveau hygiénique.

Les résultats du dénombrement des coliformes fécaux montrent leur absence totale dans les 25 échantillons du lait cru analysés. C'est la conséquence du respect des règles d'hygiène dans l'exploitation tel que : le lavage du pis avant et après la traite. La présence de coliformes fécaux signe le plus souvent une contamination exogène d'origine fécale. La traite manuelle augmente les possibilités de contamination du lait, en accroissant la surface de contact entre le lait et les micro-organismes du milieu ambiant, surtout lorsque ce dernier est souillé. C'est le même cas avec les résultats rapportés par **Torchi et Mahdjoubi [72]**.

Les Streptocoques, *les Clostridium sulfito réducteurs* et les Staphylocoques sont absents dans le lait cru. Cette absence est un indice sanitaire des vaches du personnel et des manipulateurs du lait et est liée au respect des conditions d'hygiène des exploitations. Ces résultats les mêmes avec ceux rapporté par **Torchi et Mahdjoubi [72]**.

Après recherche et dénombrement des différents germes , nous avons évalué la qualité des échantillons analysés dans la laiterie, il ressort que 84% sont de qualité satisfaisante et les 16% restants sont de qualité acceptable (0 % de qualité non satisfaisante).

La non contamination des échantillons de lait dévoile un bon indice de la qualité de ce produit, au niveau de la laiterie. La majorité des échantillons peuvent être qualifiés de bonne qualité car ils respectent la norme recommandée par le J.O.R.A (**Journal officiel de la république algérienne N°35, 1998**) concernant les critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.

Globalement l'absence des germes n'est que le résultat logique d'un bon encadrement des éleveurs et des collecteurs par les vétérinaires, la présence des mesures d'hygiène, ainsi que le respect et la connaissance des conditions d'élevage et de collecte du lait, en particulier celles liées à la propreté des animaux et leur environnement et bien sûr les conditions de sécurité pour le stockage et la livraison. La bonne méthode pour stocker et conserver le lait au niveau de la laiterie c'est la méthode bactériostatique qui est la plus répondue actuellement pour stopper le développement des microorganismes dans le lait jusqu'à son utilisation, est le refroidissement. Le lait, matière première doit être refroidi en réservoir ou en cuve après la traite à une température de +4°C et gardé à cette température avant d'être utilisé [5].

4.3. Recherche des résidus d'antibiotiques

A l'issu de cette partie expérimentale portée sur la recherche des résidus d'antibiotiques dans le lait cru au moyen du Delvotest SP, il a été révélé qu'aucun échantillon de lait cru analysé n'a été positif. Les résultats rapportés par **Nourine et Touari [70]** ont montré eux aussi une absence totale des résidus d'antibiotiques dans le lait cru des citernes qui peut refléter la conscience des éleveurs conventionné avec la laiterie vis-à-vis de la présence des résidus d'antibiotiques dans le lait cru et leurs effets indésirables sur la santé du consommateur et sur la technologie laitière, sans oublier l'impact économique qui touche l'éleveur en cas d'élimination du lait détecté positif du circuit.

La présence d'un taux élevé de lait cru négatif dans les citernes n'est pas synonyme de salubrité de ces derniers car bien souvent nous pouvons être confronté à des laits qui contiennent des résidus d'antibiotiques mais qui ne s'expriment pas par le test, c'est le cas des résultats faussement négatifs.

Le Delvotest SP présente l'intérêt d'avoir un spectre large car la plupart des antibiotiques utilisés sont actifs sur le *Bacillus stearothermophilus*. Son potentiel inconvenient réside dans le manque de sensibilité à certains antibiotiques (risque de faux négatifs). Il ne permet pas de mettre en évidence la totalité des molécules d'antibiotiques utilisées en élevage bovin laitier en Algérie.

La dilution du lait peut également donner des résultats faussement négatives, le niveau global de la dilution varie selon les saisons.

La mauvaise conservation du prélèvement entre les sites d'élevages et le laboratoire pourrait favoriser la croissance d'une flore de contamination ayant pu provoquer l'acidification du lait ou la destruction de certains antibiotiques. En effet, selon **Brouillet [73]**, la conservation d'un prélèvement de lait pendant une heure et demi à la température du laboratoire peut faire diminuer de 50% le taux de détection de la pénicilline dans un lait supplémenté avec 0,005 et 0,001 UI de cette molécule.

CONCLUSION

L'évaluation de la qualité hygiénique et sanitaire du lait cru destinée à la consommation ou à la transformation est essentielle pour la protection du consommateur. Le lait est à la fois un aliment traditionnel et une boisson d'un grand intérêt nutritionnel, et il représente un aliment de base presque complet. Les microorganismes trouvent dans le lait un substrat idéal pour leur développement. Ces contaminations entraînent des risques pour le consommateur mais entraînent également des modifications physico-chimiques du lait, qui peut donc être déstabilisé ce qui peut ainsi nuire à ces qualités organoleptiques. Les résidus d'antibiotiques dans le lait suite à leur utilisation contre les inflammatoires mammaires constituent une entrave technologique à la transformation du lait pour les laiteries et un risque sur la santé du consommateur.

Notre étude a permis de mettre en évidence une qualité physico-chimique non satisfaisante, ce qui reflète le non respect de la chaîne de froid et les conditions de stockage et de transport du lait.

La qualité bactériologique reste satisfaisante ce qui est un bon indice d'hygiène du cheptel lié aux conditions des logements et de la stabulation.

A noter également Une absence totale des résidus d'antibiotiques dans le lait cru de citernes de la laiterie d'EL HODNA.

Cependant, notre échantillonnage pour les analyses microbiologiques et les résidus d'antibiotiques reste insuffisant, ce qui ne permet pas de conclure de manière définitive sur la qualité réelle du lait cru des citernes de la laiterie. Il faudrait un nombre d'échantillons plus élevé et une durée de stage plus prolongée.

RECOMMANDATIONS

A l'issus de notre étude, pour garantir un aliment de bonne qualité physico-chimique, hygiénique et sanitaire, nous recommandons les mesures suivantes :

- Fournir une alimentation équilibrée aux vaches.
- Respecter l'hygiène du cheptel liée aux conditions du logement, du matériel de traite ainsi que les cuves de conservation du lait cru.
- Séparer les animaux infectés et traités des animaux sains et éliminer leurs lait jusqu'à leur guérison.
- Eviter l'introduction dans le troupeau d'animaux infectés.
- Veuillez aux bonnes pratiques d'utilisation des médicaments vétérinaires.
- Désignez une personne qui sera chargée de traiter les vaches et de surveiller les dossiers.
- Enregistrez systématiquement tout les traitements appliqués.
- Respecter la chaine de froid à partir de l'exploitation (cuves), en passant par le transport (camions citernes), jusqu'à la laiterie (tank), afin d'augmenter la durée de conservation du lait.
- Faire périodiquement des tests de contrôle du lait cru au niveau de la laiterie ou de l'élevage, afin de pénaliser les éleveurs réfractaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **MESLEM A.M, (2002)** « Les mission de L'ONIL entre régulation et développement de la production laitière ».
2. **AMELLAL R, (1995)** « la filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In : Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000 ». Option Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches N14.
3. **BENELKADI K, (2010)** « Industrie de lait en Algérie. »
4. **HANZEN CH, (1999)** « Pathologie de la glande mammaire de la vache laitière: Aspects individuels et d'élevage ». 4^{ème} Edition Université de Liège.
5. **DEBRY G, (2001)** « Lait, nutrition et santé. Paris : Technique et documentation. »
6. **VEISSEYRE R, (1975)** « Technologie du lait ». 3ème édition, Paris, La maison rustique, 714p.
7. **BOURGEOIS, (1998)** « Technique d'analyse et de contrôle dans les industries ».
8. **LARPENT J P, (1997)** « Microbiologie alimentaire. Techniques de laboratoire ». Paris : Technique et documentation, 1073p.
9. **NAOUALE A, 2001** « Microbiologie alimentaire ». Office des publications universitaire.
10. **CLAUDE P, (2002)** « Science et technologie du lait ». Ed : Ecole polytechnique, Montréal, Qubec, 600p.
11. **ALAIS C, (1984)** « Science du lait Principes des techniques laitières ». Paris, Sepaic 4^{ème} Edition, 814p.
12. **PIEN J, (1975)** « Physico-chimique du lait ». Paris : Tech lait.
13. **MATHIEU J, (1998)** « Initiation à la physico-chimie du lait ». Edition Lavoisier, Technique et documentation, paris, 220p.

14. **WATTIAUX, (1997)** « Guide technique laitière : lactation et récolte du lait ». Institut babcook pour la recherche et développement international du secteur laitier.
15. **FOUERNIER JET TERRIEN M, (1998)** « Chimie du petit déjeuner ». Nantes : culture et technique : 304p.
16. **ADRIAN, (1973)** « La valeur alimentaire du lait », Ed : Maison rustique, Paris, 229p.
17. **ANONYME, (1998)** « Journal officiel de la république algérienne » (JORA) N° 35 du 27 mai 1998, 08p.
18. **APFELBAUMET, (1989)** « Diététique et nutrition ». Ed : maison Paris 427p.
19. **LUQUET F.M., (1985).** « Lait et produits laitiers : Vache-brebie-chèvre », Tome I : Les laits de la mamelle à la laiterie, Edit Lavoisier, Tech &Doc, Paris, 397p.
20. **BRULE G et LENOIR J, (1987)** « La coagulation du lait in le fromage A ». Eck 2^{eme} édition : tech et documentation. Paris 369p.
21. **ADRIAN, (1987)** « Les vitamines. Paris CEPIL (centre de formation permanente et perfectionnement des cadres en industrie du lait) –INRA, 250p. »
22. **SANDRA, (2001)** « Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière ». Thèse de doctorat vétérinaire.
23. **BLANC B, (1982)** « Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale ». Lait, 62, 350– 395p.
24. **DELARBRE D, (1994)** « Contribution à l'étude des facteurs d'évolution de l'élevage laitier commentaire ». Thèse de doctorat vétérinaire.
25. **ALAIS, (1974)** : « Science du lait. Principes et technique laitiers » SEPAIC, 476p. » »
26. **JARRIGE R, (1980)** « Alimentation des ruminants. Principes de la nutrition et l'alimentation des remuants ». Paris INRA.
27. **ANONYME, (1969)** « Le lait ». Paris : Maison Rustique –Asia (Association suisse es in Genieursagromiques).

28. **LUQUET, (1986)** « lait et produits laitiers ». Tome III : vache, brebis, chèvres. Paris : technique et documentation Lavoisier. 430p.
29. **MAURIES M,(1998)** « produire mieux Produire du lait biologique : Ressier la transition ». Paris : France agricole.
30. **LEBRAS C, (1991)** « Facteurs de variation du taux de matières utiles du lait de vache ».
31. **ANONYME, (2002)** « valorisation des ruminants ». Algérie : Institut technique de l'élevage 150p.
32. **GADOUD, (1992)** « Nutrition et alimentation des animaux d'élevages ». Paris INRA.
33. **LAMONTAGNE M, (2002)** « Microbiologie du lait »,« Science et technologie du lait: transformation du lait », Ecole polytechnique de Montréal, (74-151).
34. **RUPP R., (2000)** « Analyse génétique de la résistance aux mammites chez les ruminants laitiers », Thèse de doctorat de l'institut National Agronomique, Paris, Grinon,
35. **MICHEL, (2002)** « science et technologie du lait », Ed : Ecole polytechnique, Montreal, Qubec, 600p.
36. **CARLIER V et BOLNOT F, (1985)** « Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments », Paris : SEPAICE.230P.
37. **FAO, (1995)**« Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine ». Internet Explorateur.
38. **NOVEL G, (1993)** « Les bactéries lactiques, microbiologie industriel, les microorganismes d'intérêt industriel » Ed ; Technique et documentation, Paris : 614p.
39. **DEROISSART H, (1986)** « Bactéries lactiques dans le lait et produits laitiers » Ed ; Technique et documentation, lavoisire, Pris : 4456p.

40. **DELLGLIO F,(1994)** « caractéristiques générales des bactéries lactiques »,Ed ;Lorica.lavoisire, Pris : 1-37p ».
41. **LAHELEC C, (1991)** « Méthode d'évaluation des différentes microbiologie à incidence technologique : la flore psychotrophe ». Vol 3 : le contrôle microbiologique, 2^{eme} Ed : technique et documentation, Lavoisier. Paris, 449p.
42. **HERMIE, (1992)** « Les groupes microbiennes d'intérêt laitiers ». Paris : CEPAIC, 568p.
43. **MTAALAH, (2001)** « hygiène en élevage bovins laiteries microbiologique et hygiène alimentaire ». Tunisie.63p.
44. **BONFOH B, (2002)** « Hygiène et qualité du lait et des produits laitiers au Mali ». Atelier lait sain pour le Sahel Bamako.
45. **HARLY J et KLIEN D, (2003)** « Microbiologie ». Ed boeck 66p.
46. **LAMOUTEUX M., JEAN J et FLISS I, (2002)** « Microbiologie du lait »,143In : Vignola, C.L., « Science et technologie du lait: transformation du lait »,Ecole polytechnique de Montréal, (74-151).
47. **CAROLE LV, (2002)** « Science et technologie du lait » 149 p.
48. **SOMMELIER L, (1999)** « Caractérisation microbiologique et aptitude technologique des laits ultra propres », compte-rendu institut de l'Elevage, n° 9983118, 32 p.
49. **BOURGEOIS CM, (1996)** « Aliments fermentées : fermentation alimentaire ». 2^{eme}ed : Lavoisier technique et documentation, Paris ; 532p.
50. **GELINAS P, (1995)** « Répertoire des micro-organismes pathogènes transmis par les aliments », Edition Edisem, Sainte Hyacinthe, Québec, 207 p
51. **ROZIER J, (1990)** « comprendre et pratique l'hygiène en cuisine ». Millau : Presse des imprimeries, Maury. 200p.
52. **BOUIX, M, (1988)** « Les microflores responsables des transformations : les levures. Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaire ». Ed : technique et documentation. Paris ; 331p. »

53. **SEEGERS H, (1999)** « Evaluation des conséquences économiques des stratégies de maîtrise de la concentration en cellules somatiques du lait produit par un troupeau de vaches laitières », journées nationales G.T.V-I.N.R.A Nantes, session : cellules somatiques du lait, 169-176.
54. **FABRE, J.M et SERIEYS, F, (1994)** « Objectifs et stratégie de l'entreprise laitière de la qualité de sa collecte », Rec Med Vet., 170,6/7, 457-467.
55. **SCIPPO M-L, (2008)** « Technologie, sécurité et qualité des aliments introduction a la qualité et la sécurité des aliments : aspects chimiques. Contrôle des résidus et des médicaments vétérinaires », page 2-36. Université de Liège, faculté de médecine vétérinaire.
56. **MARIANI S, (2004)**« Effet des infections bactériennes de la mamelle en début de lactation sur les comptages cellulaires somatiques et sur la production laitière en fonction de rang de lactation » , thèse n°12 Ecole Nationale Vétérinaire Lyon.
57. **ECCKMOTTEM , (1978)**« Antibiotiques et alimentation humaine ». Rev-Méd-Vét.
58. **BERCHE P, LOUIS J ET LIMONET M, (1991)**«Bactériologie : les bactéries désinfections humains », Ed. Médecine Science ? Flammarion, Paris.
59. **BAUMEISTER M, STLLA G K ET MULLER FRESENUIS O.A, 1993)** « journal of analytique chemistry » volume 317, Number 5/Septembre, 2005, officedes publications universitaires.
60. **LABIE C. (1982)**« Actualistès et réalités du problème des résidus dans les denrées alimentaire d'origine animale » ; 2nd Entretien de bourgelat, ENVL, Edition du point vétérinaire,(2),p149-160.
61. **LEITNER A ,ZÖLLNER P AND Lindner W (2001)** « Determination of the metabolites of nitrofurant antibiotics in animal tissue by high performance liquide chromatography – tandem mass spectrometr » Journal of Chromatography A , p939 , p49-58.
62. **MILHAUD, G. ET PERSON, J.M. (1981)**« Evluation de la toxicité des résidus d'antibiotiques dans le lait » , Rec.Méd.Vét, p157(2), 179-185.

63. **CHATAIGNER B ET STEVENS A (2002)**« Investigation sur la présence de résidus d'antibiotiques dans les viandes commercialisées à DAKAR », projet PACEPA, Rapport de l'institut pasteur de DAKAR.
64. **CORPET D.E LUMEAU S AND CORPETF (1989)** « Minimum antibiotic levels for selecting a resistance plasmid in a gnotobiotic animal model agent's chmother ».p. 334, p 535-540
65. **VANDERWAAIJ D, (1992)** « History of recognition and measurement of colonization resistance of the digestive tract as an introduction to selective gastrointestinal decontamination ». Epidemiol. Infect. P109,p315-326.
66. **BURGAT-SACAZE V, (1981)**« risque d'accidents allergiques dus aux résidus ». Rec-Méd'Vét. 157,187-190.
67. **DOMINIQUE, (1983)**« Les résidus des antibiotiques dans la viande de veau ». Thèse de doctorat vétérinaire Ecole vétérinaire d'alfort, p 10,11.
68. **LABIE Ch, (1981)**« Dispositions législatives destinées à éviter la présence de résidus d'antibiotiques dans le lait » Rec.Méd.Vét. 157 ;161-167.
69. **JORA**:journal officiel de la république Algérienne du n° 37 du 27 Mai 1998).
70. **NOURINE.FET TOUARLN,(2015)** « suivre et étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de lait cru avant et après pasteurisation de la laiterie d'ARIB », thèse de fin d'étude de l'institut des sciences vétérinaire de Blida.
71. **BOUBARIAH NETBENMENGUDA F,(2012)** « étude de la qualité hygiéniques et sanitaire du lait cru des citernes de la laiterie de BIRKHADEM » thèse de fin d'étude de l'institut des sciences vétérinaire de Blida.
72. **TORCHI N ETMAHDJOUBI M,(2014)** « contrôle de la qualité physico-chimique, hygiénique et sanitaire du lait cru de la laiterie d'EL BOKHARI »,thèse de fin d'étude de l'institut des sciences vétérinaire de Blida.
73. **BROUILLERT, P, (1994),** « Maitrise de la présence d'inhibiteurs dans le lait »,Rec.Méd.Vét.n° 170(6/7),445-455.

ANNEXE 1

Tableau 1 : Résultats des analyses microbiologiques et recherches antibiotiques du lait cru

Echantillons	Coliformes Fécaux	Germe aérobie	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Clostridium Sulfito-réducteurs</i>	Streptocoques Fécaux
01	25	23.10 ³	Abs	Abs	Abs
02	Abs	40.10 ⁴	Abs	Abs	Abs
03	28	45.10 ²	Abs	Abs	Abs
04	Abs	90.10 ³	Abs	Abs	Abs
05	23	47.10 ²	Abs	Abs	Abs
06	Abs	23.10 ⁴	Abs	Abs	Abs
07	Abs	33.10 ²	Abs	Abs	Abs
08	55	80.10 ³	Abs	Abs	Abs
09	Abs	82.10 ²	Abs	Abs	Abs
10	Abs	28.10 ²	Abs	Abs	Abs
11	33	91.10 ²	Abs	Abs	Abs
12	Abs	82.10 ³	Abs	Abs	Abs
13	48	64.10 ²	Abs	Abs	Abs
14	Abs	67.10 ⁴	Abs	Abs	Abs
15	Abs	22.10 ³	Abs	Abs	Abs
16	44	25.10 ³	Abs	Abs	Abs
17	Abs	95.10 ³	Abs	Abs	Abs
18	Abs	36.10 ²	Abs	Abs	Abs
19	Abs	55.10 ²	Abs	Abs	Abs
20	20	87.10 ³	Abs	Abs	Abs
21	Abs	28.10 ²	Abs	Abs	Abs
22	22	18.10 ²	Abs	Abs	Abs
23	Abs	86.10 ⁴	Abs	Abs	Abs
24	Abs	36.10 ³	Abs	Abs	Abs
25	35	19.10 ³	Abs	Abs	Abs

Tableau II : Résultats des analyses physico-chimique du lait cru

Echantillon	MG	EST	ESD	Densité	Acidité	T°C	ph
01	35	119.2	89.4	1029	14	5	6.78
02	32	113.4	78.5	1027	14	5	6.77
03	34	111.4	86.6	1029	17	5	6.58
04	30	111.8	84.1	1029	16	4	6.68
05	27	111.8	89.9	1029	17	4	6.54
06	32	117.8	89.8	1031	16	6	6.68
07	30	112.5	89.4	1029	16	6	6.65
08	32	113.6	87.8	1028	15	6	6.79
09	30	112.3	87.5	1029	16	6	6.68
10	32	109.5	81.9	1028	17	6	6.54
11	32	110.8	80.5	1029	17	6	6.52
12	31	110.9	86.8	1029	17	6	6.51
13	35	115.1	82.6	1029	17	5	6.53
14	35	118.8	83.5	1030	17	5	6.54
15	36	123.4	83.9	1032	16	5	6.62
16	35	118.6	92.0	1030	16	5	6.64
17	36	119.5	80.9	1030	15	5	6.78
18	37	115.8	87.9	1028	15	5	6.80
19	34	119	85.7	1031	15	5	6.60
20	34	114.7	75.6	1029	15	5	6.54
21	33	120.9	68.4	1030	15	5	6.80
22	33	123	75.5	1030	16	7	6.78
23	33	114.7	76.4	1029	16	7	6.83
24	32	113	89.5	1029	16	8	6.64
25	32	116.1	72.6	1032	17	8	6.66
26	31	121	66.5	1029	18	8	6.75
27	34	112	64.3	1030	16	5	6.63

28	38	117.8	74.0	1030	16	5	6.54
29	34	111.7	71.8	1030	16	5	6.61
30	31	123	78.7	1029	17	5	6.55
31	32	106	89.4	1030	17	6	6.52
32	33	116.1	85.6	1029	17	6	6.70
33	35	113	88.5	1029	16	8	6.68
34	34	117	80.5	1029	18	8	6.75
35	35	116	82.8	1030	18	8	6.71
36	33	116.1	87.9	1030	17	9	6.74
37	34	123.9	87.8	1031	16	9	6.80
38	34	125.1	89.7	1031	16	9	6.67
39	34	116.1	95.7	1030	16	5	6.75
40	30	107	85.4	1029	15	8	6.68
41	32	116.2	85.6	1029	15	8	6.64
42	33	116.1	82.5	1029	15	7	6.64
43	33	111	76.6	1029	18	6	6.62
44	33	123	77.2	1029	16	6	6.60
45	34	125.1	76.1	1029	17	6	6.61
46	35	117	73.9	1030	17	9	6.69
47	32	107	72.8	1031	17	9	6.65
48	31	117	69.8	1030	16	9	6.68
49	32	115.1	68.7	1028	16	9	6.68
50	33	111	64.6	1028	16	7	6.62
51	33	116.1	75.4	1029	15	5	6.71
52	34	113.6	85.7	1029	14	5	6.70
53	32	112	68.8	1030	15	5	6.75
54	30	111	89.6	1030	16	6	6.75
55	33	111.1	92.2	1031	16	6	6.68
56	31	112.7	83.9	1030	16	4	6.69
57	33	107.7	88.7	1028	17	6	6.71
58	32	113.8	85.5	1030	18	8	6.75

59	34	112	86.9	1030	16	7	6.65
60	33	114.7	84.0	1031	17	6	6.64
61	33	116	82.9	1032	15	6	6.60
62	31	121.1	82.5	1030	16	6	6.59
63	32	121	82.5	1028	16	6	6.78
64	31	113.9	81.7	1030	15	6	6.74
65	32	114.2	80.6	1031	14	9	6.68
66	33	110.7	83.0	1031	17	9	6.65
67	34	120	89.7	1031	15	7	6.63
68	33	120.5	93.5	1031	17	8	6.57
69	31	118.1	87.0	1029	17	6	6.79
70	30	110.1	87.6	1028	17	6	6.68
71	32	111.3	87.9	1029	18	6	6.70
72	31	116.1	75.1	1030	18	6	6.69
73	31	113	76.8	1029	17	8	6.74
74	35	111	74.5	1029	16	8	6.70
75	36	123	65.5	1028	18	8	6.69
76	33	117.1	89.1	1029	17	7	6.77
77	33	111	81.7	1030	17	6	6.59
78	34	110.1	87.8	1030	18	9	6.58
79	32	111.4	85.6	1031	16	5	6.77
80	32	118.1	84.5	1032	16	5	6.78
81	32	116.6	86.0	1029	15	5	6.75
82	33	107.7	82.5	1029	15	7	6.68
83	31	113	82.6	1029	15	7	6.68
84	31	113.1	82.1	1030	15	9	6.65
85	31	105.8	89.5	1031	15	8	6.60
86	31	106.1	89.5	1031	16	8	6.58
87	30	120	79.5	1032	17	6	6.69
88	30	123.5	77.6	1031	17	6	6.69
89	30	111	93.3	1028	18	6	6.70

90	30	111	85.2	1028	18	6	6.57
91	31	111.2	86.1	1028	14	6	6.58
92	31	117	89.9	1028	15	6	6.71
93	31	116	89.6	1030	16	6	6.55
94	32	110.8	84.4	1032	17	6	6.59
95	33	110.1	82.5	1030	17	6	6.61
96	35	123	81.5	1030	18	6	6.66
97	31	116	83.5	1030	15	6	6.68
98	33	111.5	89.5	1030	16	6	6.78
90	33	108.2	77.7	1030	16	9	6.80
91	24	113	74.7	1031	17	5	6.77
92	35	117.7	82.8	1032	15	6	6.54
93	33	123	81.2	1031	16	6	6.72
94	33	126.1	83.6	1027	16	6	6.60
95	32	123.9	80.2	1030	16	6	6.57
96	33	125.1	89.1	1030	15	6	6.71
97	33	116.1	89.7	1030	17	6	6.70
98	34	107	75.8	1030	17	6	6.70
99	33	116.2	86.9	1030	16	6	6.70
100	32	116.1	6.5	1030	17	6	6.77
101	35	111	76.4	1029	15	5	6.81
102	34	123	65.3.7	1031	15	5	6.76
103	33	125.1	55.9	1030	14	5	6.68
104	34	117	86.8	1030	16	5	6.67
105	34	107	89.4	1029	16	4	6.59
106	33	117	74.5	1028	15	6	6.58
107	32	115.1	82.9	1028	16	5	6.54
108	34	111	86.8	1028	18	6	6.55
109	33	116.1	84.3	1029	16	5	6.87
110	35	113	84.2	1027	17	6	6.65
111	35	112	82.1	1029	16	5	6.66

112	34	111	80.7	1029	17	6	6.61
113	33	111.1	80.8	1032	17	6	6.85
114	31	112.7	83.9	1030	15	6	6.35
115	35	107.7	87.8	1032	15	6	6.67
116	33	113.8	89.5	1029	16	6	6.75