

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique du lait cru livré à la laiterie COLAITAL (Birkhadem)

Présenté par : CHOULI Lila

HASSAINE Selma

Soutenu le : 02 Juillet 2018

Devant le jury composé de :

- Président : Pr GOUSSEM R.
- Promoteur : Pr HAMDI T.M.
- Examinatrice 1 : Dr BOUAYAD L.
- Examinatrice 2 : Dr BOUHAMMED R.

Année universitaire : 2017/2018

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique du lait cru livré à la laiterie COLAITAL (Birkhadem)

Présenté par : CHOULI Lila

HASSAINE Selma

Soutenu le : 02 Juillet 2018

Devant le jury composé de :

- Président : Pr GOUSSEM R.
- Promoteur : Pr HAMDI T.M.
- Examinatrice 1 : Dr BOUAYAD L.
- Examinatrice 2 : Dr BOUHAMMED R.

Année universitaire : 2017/2018

REMERCIEMENT

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

Nous voudrions présenter nos remerciements à notre encadreur Professeur HAMDI et lui témoigner notre gratitude pour sa patience et son soutien qui nous a été précieux à fin de mener notre travail à bon port.

Nous voudrions également témoigner notre gratitude à l'ensemble des personnels de la laiterie COLAITAL qui ont fait de notre stage un moment très plaisant et intéressant.

Nos vifs remerciements vont également à:

Pr GOUCEM d'avoir accepté de présider le jury, sincère remerciement et respectueuse admiration.

Dr BOUAYAD pour l'honneur qu'elle nous a fait en tant qu'examinatrice et pour ses précieux conseils.

Dr BOUHAMED pour ses précieux conseils ainsi d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Notre reconnaissance est également adressée à M^{elle} BOUDJELAL Louiza pour son aide, sa disponibilité et pour sa sympathie qu'elle nous a manifesté tout au long de notre présence avec elle.

Un remerciement très particulier à nos professeurs qui ont assuré notre formation.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à:

Mes chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leur patience illimitée, leur encouragement contenu, leur aide, en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices, en leur souhaitant une longue vie.

La lumière de mes jours, la source de mon bonheur, le pilier sur lequel je m'appuis Ma chère sœur Nassima

Ma chère sœur Ikram ainsi que son mari, qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute gratitude.

A mes grands parents pour leurs tendresse permanente, pour l'amour et pour le soutien qu'ils m'ont toujours accordé

A mon promoteur, professeur HAMDI, pour sa patience, sa rigueur, son soutien et ses conseils.

A mon binôme, mes chers Amis qui sans leurs encouragement ce travail n'aura jamais vu le jour.

Et à toute ma famille et à tous ceux que j'aime.

Selma

DEDICACE

Je dédie ce travail

A

*Ceux qui ont donné un sens à mon existence, en m'offrant une
Éducation digne de confiance*

Ce qui a attendu avec patience Les fruits d'une bonne éducation

*A celle qui m'a donnée la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour
mon bonheur et ma réussite à ma mère.*

*A mon père, école de mon enfance, que dieu te garde pour moi, j'aurais aimé
que tu seras le premier à partager avec moi cette occasion, Quand je parle de
toi des tremblements dans ma voix mon papa d'amour dans mon cœur pour
toujours, merci pour tous ce que t'avais fait pour moi que dieu te guérit.*

*A mon promoteur, professeur HAMDI, pour son soutien et ses conseils et son
coté paternel.*

*A mon chère frère ALI, je tiens à te remercier pour ton soutien et ta présence.
Tu as su m'accompagner dans cette épreuve, comme tu l'as fait à chaque
étape de ma vie.*

A ma très chère sœur Kahina.

A mon binôme SELMA et sa sœur Nassima.

A mes amies : Sara, Nouzha, Selma, Sarah, intissar, imen et Nawal, Sofiane.

A tous ceux qui me sont chères

A Tous les enseignants qui m'ont suivi tout au long de mon parcours éducatif.

LILA

Liste d'abréviation:

- : Résultat négatif.
% : Pour cent.
/ : Résultat non interprétable.
+ : Résultat positif.
± : Plus ou moins.
°C : Degré Celsius.
°D : Degré Dornic.
A _w : Activity of water (Activité de l'eau).
c : Nombre maximal permis d'unités d'échantillonnage de qualité médiocre.
D : Dénombrable.
DLC : Date Limite de Consommation.
DLUO : Date Limite d'Utilisation Optimale.
<i>E.coli</i> : <i>Escherichia coli</i> .
ESD : Extrait Sec Dégraissé.
EST : Extrait Sec Total.
FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale.
FAO: Food and Agricultural Organization.
g : gramme.
JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.
l : litre.
m : Seuil au-dessous duquel le produit est considéré comme étant de qualité satisfaisante.
M : Seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considéré comme satisfaisants.

MG : Matière Grasse.
n : Nombre d'échantillon à prélever à partir de chaque lot.
N : Numéro de l'échantillon.
ND : Non dénombrable.
PCA: Plate Count Agar.
SNG : Solides non gras.
ST : Solides totaux.
U.H.T : Ultra Haute Température.
UFC : Unité Formant Colonie.
VRBL : gélose lactose biliée au cristal violet et au rouge neutre.
X : Résultat.

Liste des tableaux :

Tableau N°01 : Etat physico-chimique du lait de vache.....	2
Tableau N°02 : Composition moyenne du lait de vache.....	3
Tableau N°03 : Concentration en vitamines du lait de vache.....	7
Tableau N°04 : Propriétés physico-chimiques du lait cru.. ..	12
Tableau N°05 : Composition des laits en poudre.....	25
Tableau N°06 : Réactions biochimiques diverses du test sur gélose TSI.....	41
Tableau N°07 : Tableau récapitulatif des différents micro-organismes dénombrés à partir des prélèvements du lait cru.	42
Tableau N°08 : Concentrations acceptables de microorganismes /g (JORA du 02/07/2017).43	
Tableau N°09 : Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons testés.....	46
Tableau N°10 : Répartition des différentes valeurs obtenues des 4 critères étudiés.....	47
Tableau N°11 : Résultats du dénombrement de la FAMT.....	54
Tableau N°12 : Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques de la FAMT.....	56
Tableau N°13 : Résultats du dénombrement des coliformes thermotolérants.....	58
Tableau N°14 : Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques des coliformes thermotolérants.....	59

Liste des figures

Figure N°01 : Représentation schématique d'un globule gras.....	4
Figure N°02 : Principaux germes constituant la microflore du lait cru.....	14
Figure N°03 : Evaluation de la propreté des vaches.	21
Figure N°04 : Différentes étapes de la transformation du lait.....	26
Figure N°05 : Technique de prélèvement microbiologique.....	30
Figure N°06 : Technique de prélèvement physicochimique.....	31
Figure N°07 : Mesure de la densité par thermo-lactodensimètre.....	32
Figure N°08 : Mesure de l'acidité titrable.....	33
Figure N°09 : Mesure de la matière grasse par la méthode acido-butyrométrique.....	34
Figure N°10 : Préparation des dilutions.....	36
Figure N°11 : Milieux de culture PCA et VRBL.....	37
Figure N°12 : Ensemencement en profondeur.....	38
Figure N°13 : Comptage et dénombrement des colonies.....	39
Figure N°14 : Identification de <i>E.coli</i>	40
Figure N°15 : Réactions biochimiques diverses du test sur gélose TSI.....	42
Figure N°16 : Interprétation selon un plan à 3 classes.	43
Figure N°17 : Recherche des résidus d'antibiotiques dans le lait cru.....	44
Figure N°18 : Pourcentages d'acidité Dornic du lait cru des collecteurs.....	48
Figure N°19 : Moyennes de l'acidité Dornic des laits crus des 04 zones testées.....	48
Figure N°20 : Pourcentage de densité du lait cru des collecteurs.....	49

Figure N°21 : Moyennes des densités des laits crus analysés des 04 zones d'étude.....	50
Figure N°22 : Pourcentages des matières grasses du lait cru des collecteurs.....	50
Figure N°23 : Moyennes des taux de matière grasse des laits crus analysés dans les 04 zones étudiées.. ..	51
Figure N°24 : Pourcentages des valeurs d'ESD du lait cru des collecteurs.....	52
Figure N°25 : Moyennes des ESD des laits crus provenant des 04 zones.....	52
Figure N°26 : Taux de contamination du lait cru par les différents germes étudiés.....	53
Figure N°27 : Résultats du dénombrement de la FAMT.....	55
Figure N°28 : Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques de la FAMT	57
Figure N°29 : Résultats du dénombrement des coliformes thermotolérants.....	58
Figure N°30 : Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques des coliformes thermotolérants.....	60
Figure N°31 : Interprétation des résultats comparatifs selon les collecteurs.....	61
Figure N°32 : Interprétation des résultats comparatifs selon la région.....	62
Figure N°33 : Taux de contamination par <i>Escherichia coli</i>	62
Figure N°34 : Interprétation des résultats de l'identification biochimique.....	63

Table des matières

Introduction

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Généralités sur le lait

I. Définition du lait1

II. Composition globale du lait1

II.1. Eau 4

II.2. Matières grasses 4

II.3. Glucides 4

II.4. Matières azotées totales (MAT) 5

II.5. Sels minéraux 5

II.5.1. Macroéléments 5

II.5.2. Oligoéléments 6

II.6. Vitamines 6

II.7. ENZYMES 8

CHAPITRE II : Analyse du lait

I. Propriétés organoleptiques9

I.1. Couleur 9

I.2. Odeur 9

I.3. Saveur 9

I.4. Viscosité 10

II. Propriétés physico-chimiques.....10

II.1. Densité	10
II.2. Acidité de titration ou acidité Dornic.....	10
II.3. pH du lait ou acidité actuelle.....	10
II.4. Constante cryoscopique ou point de congélation.....	11
II.5. Point d'ébullition	11
II.6. Matière sèche ou extrait sec	12
II.7. Matière grasse	12
II.8. Cendres	12

CHAPITRE III : Differentes sources de contamination du lait

I. Contamination biologique.....13

I.1. microbiote originel	13
I.2. Microbiote de contamination.....	13
I.2.1. Microorganismes présents dans le lait.....	15

II. Contamination chimique16

II.1 Résidus, substances et propriétés antimicrobiennes	16
II.1.1. Résidus éventuellement présent dans le lait.....	16

III. Contamination physique.....17

III.2. Hygiène de la traite	18
III.2.1. Avant la traite.....	18
III.2.2. Pendant la traite.....	19
III.2.3. Après la traite	20

CHAPITRE IV : Traitement du lait

I. Traitements physiques22

I.1. Homogénéisation.....	22
---------------------------	----

I.2. Standardisation	22
I.3. Traitements thermiques	23
I.3.1. Pasteurisation.....	23
I.3.2. Stérilisation.....	24
I.3.3. Lait de conserve.....	24

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I. MATERIELS ET METHODES.....27

I.1. MATERIELS	27
I.1.1. Présentation succincte de l'entreprise.....	27
I.1.2. Echantillonnage	28
I.1.3. Matériels de prélèvement et de laboratoire.....	28
I.1.4 Milieux et réactifs	29
I.2. METHODES	29
I.2.1. Lieu et saison de prélèvement	29
I.2.2. Techniques de prélèvement	30
I.2.3. Analyses physicochimiques réalisées	31
I.2.4. Analyses microbiologiques réalisées.....	35
I.2.5. Recherche des résidus d'antibiotiques:.....	44

CHAPITRE II : Résultats et discussion

I. Analyses physicochimiques46

I.1 Détermination de l'acidité Dornic.....	47
I.2.Détermination de la densité.....	49
I.3. Détermination du taux de matière grasse.....	50
I.4. Détermination de l'extrait sec dégraissé	51

II. Taux de contamination du lait cru par les différents micro-organismes recherchés 53

II.1 Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) à 30°C.....	54
---	----

II.2 Dénombrement des coliformes thermotolérants	57
II.3 Contamination par les deux flores investiguées selon les collecteurs et selon la région	60
II.4 Résultats du test urée-indole	62
II.5.Résultats du test sur gélose TSI	63
<u>III. Recherche des résidus d'antibiotique.....</u>	63
<i>Discussion</i>	64
<i>Conclusion</i>	70
<i>Recommandation</i>	71
Liste des références	
ANNEXE	

Introduction

Le lait est un aliment biologique qui présente un intérêt nutritionnel, et dont la production organisée remonte à plus de dix mille ans. Depuis le 19^{ème} siècle, la production ne cesse d'augmenter en raison des progrès réalisés en médecine vétérinaire, de la sélection de races performantes et des pratiques d'élevage (Faye et Loiseau, 2002).

C'est un aliment hautement nutritif de par sa richesse en glucides, protéines, lipides, vitamines et sels minéraux, il peut néanmoins représenter un danger pour le consommateur, spécialement quand il véhicule des agents zoonotiques et des résidus de substances antimicrobiennes (Aggad et *al*, 2009).

L'Algérie est le premier consommateur laitier du Maghreb avec une consommation de près de 3 milliards de litres par an (Kirat, 2007).

La production de lait en Algérie, reste très insuffisante malgré tous les efforts déployés par l'état pour subvenir à une demande qui ne cesse de s'accroître d'une année à l'autre.

La qualité du lait peut être affectée par de nombreux facteurs tels que l'adultération, les contaminations au cours et après la traite et la présence d'infections mammaires (Aggad et *al*, 2009).

La réglementation fixe des teneurs minimales et maximales des microorganismes dans le lait cru ; et des méthodes officielles et normalisées d'analyses physicochimiques et bactériologiques sont préconisées en même temps et obligatoirement appliquées par des services officiels.

La qualité physico chimique et bactériologique du lait reste toujours irrégulière à cause de plusieurs facteurs, tels que l'alimentation des bovins, le manque d'hygiène, la race et la saison qui constituent des facteurs prépondérants de la mauvaise qualité du lait (Lederer, 1983). Il est donc important, qu'un contrôle rigoureux de la qualité physico chimique du lait ainsi que sa qualité hygiénique soient instaurées.

C'est dans ce cadre que s'inscrit la thématique de notre travail qui vise à l'évaluation de la qualité du lait par des tests bactériologiques et physico-chimiques.

Notre mémoire comprend deux parties distinctes, l'une bibliographique et l'autre expérimentale.

Dans la partie bibliographique sont développés quatre chapitres. Le premier est relatif au lait en général et sa composition, le second aux caractères physico chimiques, le troisième traite

des sources de contamination du lait et le quatrième développe les différents traitements thermiques appliqués au lait.

Dans la partie expérimentale, sont développés successivement, les objectifs visés par notre étude, les matériels et les méthodes utilisés, les résultats et leurs discussion et enfin une conclusion et des recommandations.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LE LAIT

I. Définition du lait

Le lait est un liquide opaque blanc mat, plus au moins jaunâtre selon la teneur en matière grasse et en bêta carotène, d'odeur peu marquée et au goût douceâtre, il est sécrété par les glandes mammaires des femelles mammifères après la naissance du jeune. Selon le congrès international de la répression des fraudes à Genève : « le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (Alais, 1975).

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

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

II. Composition globale du lait

Le lait est un système complexe constitué d'une solution vraie, d'une solution colloïdale, d'une suspension colloïdale et d'une émulsion. Le (**Tableau N° 01**) montre la dimension approximative et l'état physicochimique de chacun des constituants solides majeurs du lait (Carole, 2002).

Partie bibliographique

Tableau N°01 : Etat physico-chimique du lait de vache (Carole, 2002).

Constitution	Dimension	Emulsion	Solution colloïdale	Suspension colloïdale	Solution vraie
Matières grasses	10^{-5} à 10^{-6}	+	/	/	/
Micelles de caséines	10^{-7} à 10^{-8}	/	/	+	/
Protéines du sérum	10^{-8} à 10^{-9}	/	+	/	/
Glucides	10^{-9} à 10^{-10}	/	/	/	+
Minéraux	10^{-9} à 10^{-10}	/	/	/	+

Les solides totaux (ST) :

Ce sont les constituants solides du lait, soit les matières grasses, les protéines, les glucides et les minéraux. On utilise la formule suivante pour déterminer leur taux :

- % ST = % matière grasses + % protéines + % glucides + % minéraux
- % ST = 100% - % eau.

Les solides non gras (SNG) :

Aussi appelé extrait sec dégraissé (ESD) ou solides du sérum, il s'agit de tous les solides du lait (ST) moins les matières grasses. Il reste les protéines, les glucides et les minéraux. Différentes formules sont utilisées pour calculer leur taux :

- % SNG = % ST
- % SNG = % Protéines + % Glucides + % Minéraux
- % SNG = 100% - % Eau - % Matière grasses

Partie bibliographique

Le sérum :

Il est représenté par tous les constituants du lait moins les matières grasses ; il se compose donc de l'eau, des protéines, des glucides et des minéraux. Les formules associées au sérum sont citées ci-dessous :

- % Sérum = 100% - % Matières grasses
- % Sérum = % Eau + % Protéines + % Glucides + % Minéraux
- % sérum = % Eau + % SNG

Le **Tableau N°02** décrit la composition moyenne du lait de vache, cette composition varie selon différents facteurs liés aux animaux, les principaux étant l'individualité, la race, la période de lactation, l'alimentation, la saison, l'âge.

Tableau N° 02 : Composition moyenne du lait de vache (Alais et al, 2008)

Composants	Composition (g/l)	Etat physique des composants
EAU	905	Eau libre (solvant) plus eau Liée (3,7%)
GLUCIDES : Lactose	49	Solution
LIPIDES	35	Emulsion des globules gras (3 à 5Um)
- Matière grasse	34	
- Lécithine	0,5	
- Insaponifiables (stérols, carotènes)	0,5	
Protides	34	Suspension micellaire Phosphocatéinate de calcium (0,08 à 0,12 µm) Solution (colloïdale) Solution (vraie)
- Caséine	27	
- Protéines solubles (globulines, albumines)	2,5	
- Substances azotées non protéiques	1,5	
Sels	9	Solution ou état colloïdale Sel de K, Ca, Na, Mg.....
- De l'acide citrique (en acide)	2	
- De l'acide phosphorique (P ₂ O ₃)	2,6	
- Du chlorure de sodium (NaCl)	1,7	
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces	
Extrait sec total	127	
Extrait sec non gras	92	

II.1. Eau

L'eau est l'élément quantitativement le plus important : 900 à 910 (g/l). En elles, sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous ceux de la matière sèche (Mathieu, 1998).

II.2. Matières grasses

La matière grasse ou taux butyreux représente 25 à 45 (g /l). Elle est présente dans le lait sous forme de globules gras (**Figure N°01**) qui est essentiellement constituée de triglycérides (98%). Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés , 1% de phospholipides polaires et 0,5 % de substances liposolubles, cholestérol , hydrocarbures et vitamines A, D, E et K (Jeness et Loan , 1970).

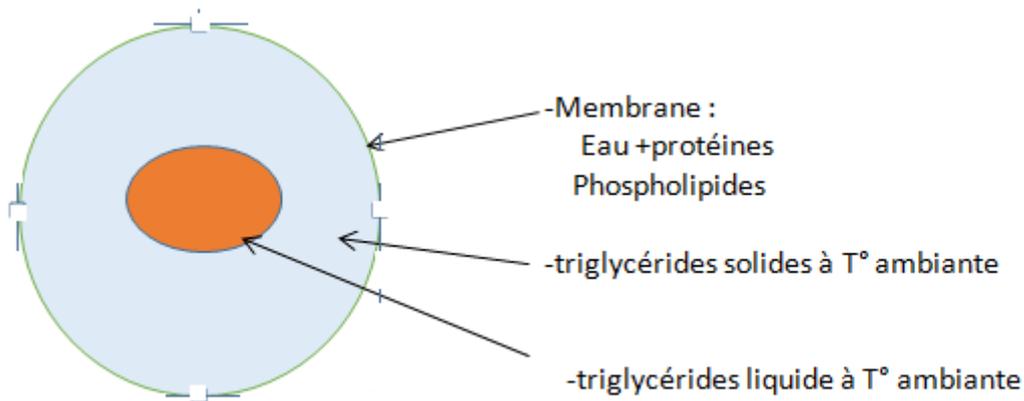


Figure N °01 : Représentation schématique d'un globule gras (Jeness et Sloan, 1970)

II.3. Glucides

Le lactose est le glucide le plus important du lait puisqu'il constitue environ 40% des solides totaux, d'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose qui proviendrait de l'hydrolyse du lactose par la lactase, sa teneur est très stable entre 40 et 50 g/l (Carole, 2002).

II.4. Matières azotées totales (MAT)

On distingue les matières azotées protéiques et les matières azotées non protéiques.

Le taux protéique représente 95% de l'azote totale du lait, soit 32,2 % de protéines par litre. La répartition en % des diverses protéines est de 80% de caséines, 19% de protéines solubles (albumines et globulines), et 1% de diverses protéines (enzymes).

La fraction azotée non protéique est d'environ 0,5 (g /l) dont l'urée représente 30 à 50%, la créatine 15 %, l'acide urique 7%, la créatinine 3%, l'ammoniaque 2%, mais aussi des nucléotides et autres bases puriques (Luquet, 1985).

Les protéines se répartissent en deux phases : une phase micellaire et une phase soluble. La phase micellaire représente la caséine totale (environ 80% des protéines du lait). Elle est formée par quatre protéines individuelles :

- ✚ Alpha- caséines ou caséines α_1 36% et α_2 10%
- ✚ Béta – caséine ou caséines β 34%
- ✚ Kappa- caséine ou caséine k 13%
- ✚ Gamma- caséines ou caséine γ 7% (produit de la protéolyse de la β -caséine)

Une micelle de caséine contient environ 92% de protéines et 8% des minéraux (Cayot et Lorient, 1998).

II.5. Sels minéraux

II.5.1. Macroéléments

II.5.1.1. Calcium et Phosphore

Leurs teneurs extrêmes dans le lait de vache sont de 100 et 140 mg pour le calcium et de 80 à 110 mg pour le phosphore, ce qui donne un rapport de Ca/P de 1,25 presque 2/3 de ces minéraux sont liés à la caséine.

Partie bibliographique

II.5.1.2 Magnésium

Il a une position proche de celle du calcium, mais non identique dont sa teneur dans le lait est environ 10 fois moindre, 13mg pour 100ml et 1/3 seulement présent dans la micelle le reste est en solution.

II.5.1.3. Potassium, Sodium, Chlorures

Potassium : 150 à 175mg/100ml du lait.

Sodium : 40 à 60 mg /100ml du lait.

Chlorures : 115 à 150 mg / 100 ml du lait.

II.5.2. Oligoéléments

II-5-2-1 Fer :

La teneur du lait en fer est très faible, elle est soumise à de franches variations de l'ordre de 0,03mg/100ml bien plus faibles que le lait de la femme 0,1mg/100ml.

II-5-2-2 Zinc :

Les taux de zinc vont de 150 à 400 µg/100 ml avec une moyenne de 300 µg/100ml.

II-5-2-3 Iode :

Les teneurs moyennes sont de l'ordre de 2 à 10 µg/100ml (Adrian, 1972).

II.6. Vitamines

Les vitamines sont des nutriments indispensables au bon fonctionnement de l'organisme du métabolisme et également de la croissance. Elles interviennent entre autre dans la synthèse des hormones, des substances chimiques du système nerveux et du matériel génétique.

Les vitamines sont des biocatalyseurs qui entrent dans de nombreux métabolismes. Le lait apporte un complément vitaminique important.

Les vitamines sont classées selon leurs solubilité dans l'eau ou dans les corps gras, en vitamines hydrosolubles et liposolubles.

- Les vitamines hydrosolubles sont fixées sur les micelles de caséines ou dispersées dans la phase aqueuse, on peut citer les vitamines du groupe B (B1, B2,

Partie bibliographique

B6 et B12) acide pantothénique ainsi que la vitamine C ; ce sont des vitamines non stockables dans l'organisme et doivent être consommées régulièrement (**Tableau N°03**).

➤ Les vitamines liposolubles sont localisées dans la phase grasse ou l'on distingue les vitamines A, D, E, K. Celles-ci contrairement aux vitamines hydrosolubles peuvent être stockées dans des graisses de l'organisme (**Tableau N°03**).

On note par ailleurs que seule la vitamine D peut être synthétisée par l'organisme. Toutes les autres proviennent de l'alimentation (Hamzaoui et Kenane, 2005).

Les carences vitaminiques sont responsables de nombreux dysfonctionnements métaboliques et organiques et une nourriture équilibrée apporte toutes les vitamines nécessaires et suffit en règle générale à se protéger contre les effets d'une carence.

Tableau N°03 : Concentrations en vitamines du lait de vache (mg/litre) (Renner, 1989).

Vitamines	Moyennes (mg/litre)
Vitamines hydrosolubles	
B1 (thiamine)	0,42
B2 (riboflavine)	1,72
B6 (pyridoxine)	0,48
B12 (cobalamine)	0,0045
Acide nicotinique	0,92
Acide folique	0,053
Acide pantothénique	3,6
Inositol	1 60
Biotine	0,036
Choline	1 70
C (acide ascorbique)	8

Partie bibliographique

Vitamines liposolubles	
A	0,37
β -carotène	0,21
D (cholécalférol)	0,0008
E (tocophérol)	1, 1
K	0,03

II.7. ENZYMES

Une soixantaine d'enzymes a été répertoriée dans le lait, mais leur rôle n'est pas toujours clairement établi. Certaines de ces enzymes n'existent d'ailleurs pas ou à peine dans le lait humain.

Certaines sont des facteurs de dégradation (utiles ou nuisibles) comme les protéases qui facilitent l'hydrolyse de la caséine et les lipases facteurs de rancissement. Enfin la quantité de certaines enzymes du lait (catalase) constituent un indicateur de son niveau d'hygiène (Renner, 1989).

CHAPITRE II : ANALYSE DU LAIT

Le lait doit être l'objet de soins attentifs pour préserver ses qualités ; la qualité du lait collecté à la ferme peut être analysée selon la qualité organoleptique et physico-chimique (Fredot, 2006).

I. Propriétés organoleptiques

L'aspect, l'odeur, la saveur et la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais (Mathieu, 1998).

I.1. Couleur

Le lait est un liquide blanc-jaunâtre, cette couleur est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène dont la vache transforme le β -carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (Fredot, 2006).

I.2. Odeur

Le lait a une odeur caractéristique, du fait que la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées au contexte de la traite, à l'alimentation dont les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur, à la conservation où l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette (Mathieu, 1998).

I.3. Saveur

L'appréciation de ces sensations varie généralement en fonction des individus, du fait des différences importantes dans l'acuité des sens (Alais, 1984).

Le lait frais normal présente un goût sucré et salé du au lactose et aux chlorures (Luquet, 1985).

La saveur du lait normal frais est agréable. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (Thieulin et Vuillaume, 1967).

I.4. Viscosité

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait (Rheotest, 2010).

II. Propriétés physico-chimiques

Les propriétés physico-chimiques du lait sont plus ou moins stables, elles dépendent soit de l'ensemble des constitutions comme la densité, soit des substances en solution comme le point de congélation ou encore des concentrations en ions comme le pH (**Tableau 4**) (Carole et al, 2002).

II.1. Densité

Elle oscille entre 1,028 et 1,034 et varie proportionnellement à la concentration des éléments dissous et en suspension (solide non gras) et la proportion de matière grasse (Boudier et Luquet, 1981), et permet de soupçonner un mouillage ou un écrémage du lait puisque celui-ci l'augmente et l'addition d'eau a un effet inverse (Mathieu, 1998).

II.2. Acidité de titration ou acidité Dornic

Dès sa sortie du pis de la vache, le lait a une certaine acidité. Cette acidité est due principalement à la présence des protéines, surtout les caséines et les lactalbumines, des substances minérales telles que les phosphates et le gaz carbonique, ainsi que des acides organiques, le plus souvent l'acide citrique (Amariglio, 1986).

L'acidité de titration indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. Elle peut être titrée par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénophtaléine à 1 % comme indicateur coloré. Cette acidité est exprimée en ($^{\circ}$ D), c'est le nombre de dixième de millilitre de soude utilisé pour titrer dix millilitres de lait en présence de phénolphtaléine. 1° D = 1 millilitre d'acide lactique dans 10 millilitre de lait soit 0,1 gramme d'acide lactique par litre.

Un lait frais a une acidité de titration de 15 à 18° Dornic ($^{\circ}$ D), c'est à dire 15 à 18 en décigrammes d'acide lactique par litre (Mathieu, 1998).

II.3. pH du lait ou acidité actuelle

L'acidité actuelle s'apprécie par le pH et renseigne sur l'état de fraîcheur du lait.

Partie bibliographique

Un lait de vache frais a un pH de l'ordre de de 6,6 à 6,8. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H_3O^+) et donc une diminution du pH, car : $pH = \log 1 / [H_3O^+]$. Il est réalisé par trempage de pH-mètre dans un bécher contenant quelques ml de lait. Sa valeur n'est pas constante mais varie au cours du cycle de lactation et est sous l'influence de l'alimentation. Dans une même espèce l'amplitude des variations est faible (Alais, 1984).

A la différence avec l'acidité titrable, qui elle mesure tous les ions H^+ disponibles dans le milieu, dissociés ou non (acidité naturelle + acidité développée), reflétant ainsi les composés acides du lait. Un lait mammiteux contenant des composés à caractéristiques basiques, aura un $pH > 7$ et le colostrum a un pH voisin de 6 (Boudier et Luquet, 1981).

Deux laits peuvent avoir le même pH et des acidités titrables différentes et inversement. C'est dire qu'il n'y a pas de relation d'équivalence réelle entre le pH et l'acidité de titration (Dieng, 2001).

II.4. Constante cryoscopique ou point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre $-0,54$ et $-0,55^\circ C$. Le mouillage élève le point de congélation vers $0^\circ C$ dont un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ $0,0055^\circ C$ (Goursaud, 1985) par contre l'écémage ne modifie pas le point de congélation. Cependant, l'acidification lactique et l'addition de sels solubles l'abaissent (Alais, 1984).

II.5. Point d'ébullition

Il est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit $100,5^\circ C$; ce test permet d'anticiper le comportement du lait à la stérilisation (Amiot, 2002).

II.6. Matière sèche ou extrait sec

La teneur en extrait sec est le produit résultant de l'évaporation au bain marie à 70°C puis dessiccation de l'échantillon pendant 3 heures à l'étuve à 105 ± 2°C puis la pesée du résidu (Amarglio, 1986).

II.7. Matière grasse

La teneur en matière grasse est déterminée par la méthode acidobutyrométrique de Gerber. Dans cette technique les protéines du lait sont dissoutes par l'acide sulfurique, les matières grasses résistantes à l'action de l'acide sulfurique, sont séparées par centrifugation à chaud en présence d'alcool isoamylique (3-méthyl-1-butanol). La matière grasse, moins dense, se rassemble en une couche claire et transparente (Audigie et al, 1978).

II.8. Cendres

La teneur en cendres est la quantité de matière minérale contenue dans un volume donné de lait, après incinération dans un four à température de 530°C pendant 2 heures (Amarglio, 1986).

Tableau 4 : propriétés physico-chimiques du lait cru (Veisseyre, 1979).

Caractéristiques physico-chimiques	Valeurs
Densité	1,028 – 1,034
Acidité titrable en degré Dornic (°D)	15 -18
Ph	6,6 – 6,8
Température de congélation (°C)	-0,5- 0,55
Point d'ébullition	100,5 °C
Température en °C	4,5 à10
La valeur énergétique en Kcal /l	700
Teneur en eau	87,3
Extrait sec total	12,7
Taux de matière grasse	3,9
Extrait sec dégraissé	9,2
Teneur en lactose	4,9
Teneur en cendre	0,90

CHAPITRE III : DIFFERENTES SOURCES DE CONTAMINATION DU LAIT

Les contaminations du lait peuvent être classées selon leur origine, biologique, chimique et physique :

I. Contamination biologique

Le microbiote du lait est subdivisé en deux catégories : le microbiote originel et le microbiote de contamination. Ce dernier est subdivisé en deux catégories : les agents d'altération, de la qualité sensorielle, organoleptique et nutritionnelle du lait et les agents pathogènes.

I.1. microbiote originel

Il s'agit essentiellement des éléments saprophytes du pis et des canaux galactophores : microcoques mais aussi streptocoques lactiques (*Lactococcus*) et lactobacilles (Bourgeois et al, 1998).

I.2. Microbiote de contamination

Selon Guiraud (1998), le lait peut être contaminé par des apports microbiens d'origine diverses (Figure N°02) :

- Fèces et téguments de l'animal : coliformes, entérocoques, clostridium et éventuellement entérobactéries pathogènes (*Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*), etc.
- Sol : *Streptomyces*, *Listeria*, bactéries sporulées, spores fongiques.
- Litières et aliments : Flore banale variée en particulier lactobacilles, clostridium butyrique (ensilage).
- Air et eau : Flore diverse dont *Pseudomonas* et bactéries sporulées, etc.
- Equipement de traite et de stockage du lait : microcoques, levures, et flore lactique avec lactobacilles, streptocoques (*Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*).
- Manipulateurs : Staphylocoques dans le cas de traite manuelle, mais aussi des germes provenant d'expectoration, de contamination fécale, etc.
- Vecteurs divers (insectes en particulier) : flore de contamination fécale.
- D'autres microorganismes peuvent se retrouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade ; ils sont généralement pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire.

Partie bibliographique

Il peut s'agir d'agent de mammites ; streptocoques pyogènes, staphylocoques, etc. Il peut s'agir de germes d'infection générale qui peuvent passer dans le lait ; *Salmonella*, *Brucella* et exceptionnellement *L. monocytogenes*, *Mycobacterium*, *Bacillus anthracis*, *Coxiella burnettii* et quelques virus (Guiraud, 1998).

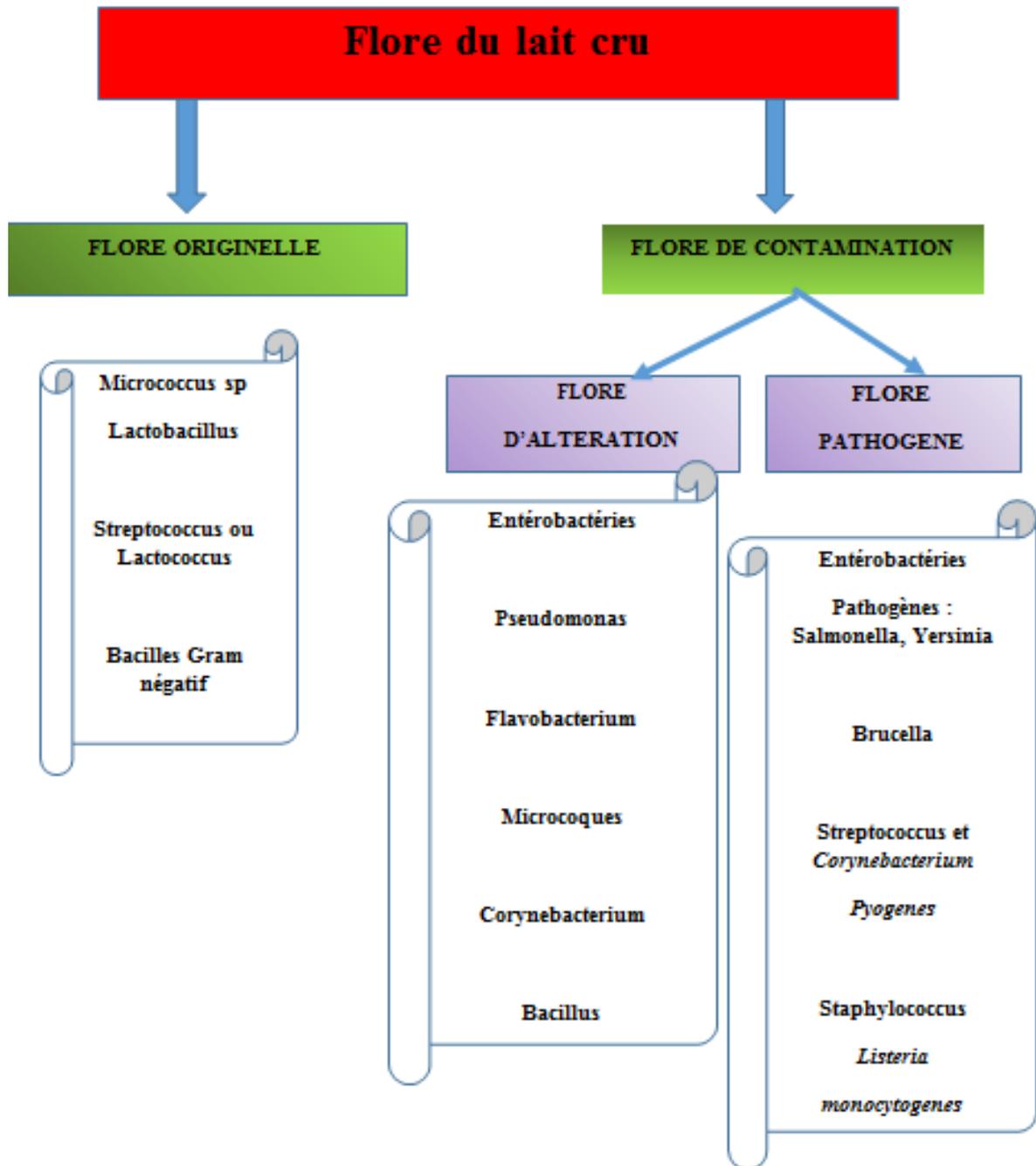


Figure N°02 : Principaux germes constituant la microflore du lait cru
(Bourgeois et al, 1998).

Partie bibliographique

I.2.1. Microorganismes présents dans le lait

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 103 germes/ml). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (Cuq, 2007). La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (Vignola, 2002). Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (Guiraud, 2003) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (Benhedane 2012).

1.2.1.1 Bactéries :

Selon le type d'action de chaque groupe bactérien et ses répercussions sur le lait et la santé des consommateurs, on classe les bactéries laitières en 2 grands groupes :

❖ **Bactéries utiles** ; appelées encore ferments, utilisés dans l'industrie laitière pour la production de fromage, yaourt et autres produits laitiers fermentés. Parmi ces bactéries les ferments lactiques utilisés pour acidification (FAO, 1995).

❖ **Les bactéries pathogènes** : Ce sont les bactéries responsables des affections de la santé des manipulateurs et des consommateurs soit par leur présence dans le lait au moment de sa consommation (Salmonelles, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, Campylobacter ,etc) ou par production de toxines qui provoquent les maladies (Staphylocoques, *Clostridium botulinum*) (FAO, 1995).

1.2.1.2. Virus

Les principaux virus rencontrés dans le secteur laitier sont les virus de l'hépatite A et les bactériophages qui sont spécifiques des bactéries et ne représentent aucun danger pour la santé humaine (FAO, 1995).

1.2.1.3. Levures et moisissures

Elles se manifestent dans le fromage (peu dans le lait). Les levures sont des champignons microscopiques unicellulaires et sont souvent rondes à ovales, la division se fait par bourgeonnement, plus rarement par scissiparité. A cité que des levures d'altération sont associées au domaine laitier (Hermier et al. 1992).

Ont cité que les moisissures sont des champignons microscopiques filamenteux, dix fois

plus grosse que les levures, il existe plusieurs genres de moisissures notamment les genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium* (Meyer et al, 2004).

II. Contamination chimique

Certains contaminants chimiques peuvent subsister dans les produits consommés et constituent un danger potentiel pour la santé des consommateurs. Toutefois, il faut souligner que contrairement au danger microbiologique, le danger chimique a un effet cumulatif. C'est-à-dire que le consommateur ne tombe pas malade à la première ingestion du produit, mais l'ingestion répétée peut occasionner des problèmes de santé (cancer par l'ingestion répétée de doses de pesticides par exemple, apparition de bactéries résistantes aux antibiotiques).

II.1 Résidus, substances et propriétés antimicrobiennes

II.1.1. Résidus éventuellement présent dans le lait

Outre des microorganismes, il peut exister dans le lait des substances inertes mais néanmoins dangereuses pour la consommation humaine. Les résidus les plus fréquents sont les antibiotiques, soit qu'ils aient été administrés à l'animal par voie générale soit qu'ils aient été injectés directement dans le trayon. La présence d'antibiotiques dans le lait pose des problèmes divers (Rozier et al, 1985) :

✓ **D'ordre toxique** : Le consommateur peut être allergique à ces molécules.

✓ **D'ordre microbiologique** : Sélection de germes antibiorésistants, perturbation des analyses de laboratoire, inhibition de ferments utiles pour la transformation du lait.

On peut déceler des résidus de nature différente comme des métaux lourds, des résidus d'antibiotiques, d'antiparasitaires, de désinfectants, etc.

II.1.1.1 Substance anti microbiennes du lait :

Il existe naturellement dans le lait des substances qui inhibent la croissance bactérienne comme :

- Le lysozyme qui détruit la paroi des bactéries Gram+
- La lactoperoxydase, protéine antibactérienne
- La lactoferrine qui chélate les métaux bivalents (absorption intestinale du fer)
- La lacténine qui est une agglutinine, anticorps spécifique des bactéries lactiques

- Des anticorps

- Des acides gras qui ont une action inhibitrice par abaissement du pH et interfèrent avec le métabolisme microbien (inhibition d'autant plus efficace que la chaîne est longue et insaturée) (rozier et al,1985).

II.1.1.2. Origine alimentaire et environnementale :

II.1.1.2. 1. Alimentation :

L'alimentation joue un rôle important ; elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines. En effet, selon (Coulon et Hoden ,1991), le taux protéique varie dans le même sens que les apports énergétiques, il peut aussi être amélioré par des apports spécifiques en acides aminés (lysine et méthionine). Quant au taux butyreux, il dépend à la fois de la part d'aliment concentré dans la ration, de son mode de présentation et de distribution (finesse de hachage, nombre de repas, mélange des aliments) (Benhedane 2012).

II.1.1.2.2 Environnement :

Les contaminants chimiques notamment les pesticides peuvent engendrer deux types de danger :

- Pour la santé animale par surdosage ou ingestion involontaire.

- Pour la santé humaine par contact avec les animaux et ou ingestion de produits animaux contaminés.

L'alimentation n'est pas la seule voie de contamination chimique. En effet, les voies respiratoires et la peau constituent des voies de passage pour certaines molécules provenant des industries (notamment les polychlorobiphényles : PCB) et de la combustion des hydrocarbures et autres déchets (furanes et dioxines) (Benhedane, 2012).

III. Contamination physique

L'hygiène des locaux ainsi que l'hygiène de la traite sont les deux facteurs qui contribuent à la réduction de la contamination par des éléments physiques ;

III.1. Hygiène des locaux :

L'une des premières conditions pour obtenir une production laitière hygiénique et de protéger le lait contre toute contamination extérieure au cours de la traite, ainsi que dans les

Partie bibliographique

locaux ou celle-ci s'effectue. On s'efforcera, par tous les moyens, d'éviter que les micro-organismes ou des impuretés de toute nature ne s'introduisent dans le lait, il faut aussi combattre l'idée que les opérations intérieures de tamisage, de filtrage, de réfrigération et de traitement thermique peuvent remplacer l'observation des règles de propreté dans la production du lait.

Les étables laitières doivent répondre à certaines conditions sanitaires et hygiéniques :

- ✓ Les locaux doivent être conçus, construits, entretenus et gérés de façon à garantir.
 - De bonnes conditions d'hébergement, d'hygiène, de propreté et de santé pour les animaux.
 - Des conditions d'hygiène satisfaisantes pour la traite, la manipulation, le refroidissement et le stockage du lait.
- ✓ Les locaux dans lesquels s'effectue la traite ou dans lesquels le lait est stocké, manipulé ou refroidi doivent être situés et construits de façon à éviter tout risque de contamination du lait, ils doivent être faciles à nettoyer et à désinfecter et être pourvus pour le moins
 - De murs et de sols faciles à nettoyer et à désinfecter.
 - De sols permettant un drainage facile des substances liquides et l'élimination des déchets dans de bonnes conditions.
 - D'un système d'approvisionnement en eau potable pour les opérations de la traite de nettoyage du matériel et des instruments.
 - D'une séparation convenable de toute source de contamination telle que toilettes et fumier (*EL HOUSSAIN BOUICHOU, 2009*).

III.2. Hygiène de la traite

Le lait est une denrée fragile dont le devenir industriel (lait en nature, beurre, fromage.....) dépend de sa qualité. La production d'un lait de qualité n'exige ni des installations coûteuses dans la ferme, ni des transformations ruineuses dans le système commercial et industriel ; il faut surtout un suivi rigoureux et permanent des bonnes pratiques d'hygiène tout le long du circuit de sa production notamment à la traite (**Figure N°03**) (Benhedane2012) .

III.2.1. Avant la traite

- ✓ Contrôler régulièrement l'état sanitaire de la mamelle.
- ✓ Programmer l'ordre de la traite.

Partie bibliographique

- ✓ Identifier clairement les animaux infectés et les traire séparément.
- ✓ Traire les vaches dont le statut est douteux, (les sujets nouvellement introduits) après les animaux sains et avant ceux qui sont infectés, de façon à réduire la propagation de l'infection.
 - ✓ De traire les vaches en début de la lactation avancée car elles présentent moins de risques d'être infectées par un micro-organisme contagieux. Pour la même raison il faut traire les vaches qui sont à leur première lactation avant les sujets plus âgés.
 - ✓ Tirer les premiers jets avant la traite : l'observation systématique des premiers jets est une mesure essentielle de contrôle de la santé de la mamelle. Elle permet de déceler précocement les anomalies visibles du lait (couleur, aspect, grumeaux...) la présence de « flocons » ou de « caillots » indique une inflammation « mammites ». Le traitement des mammites détectées précocement a plus de chance de succès. Deux jets par quartier suffisent. Il est recommandé de les récupérer dans un récipient ou un bol à fond noir, ce qui facilite l'observation et réduit les risques de contamination. L'élimination des premiers jets dans le bol ou dans la main du trayeur a pour incidence une diffusion non contrôlée des agents pathogènes d'un animal à l'autre.
 - ✓ Nettoyer soigneusement les trayons et l'extrémité des trayons.
 - ✓ La détection des mammites et la production d'un lait de haute qualité exige que les vaches aient des trayons propres et secs avant la pose des gobelets trayeurs.
 - ✓ Nettoyer les trayons et l'extrémité des trayons avec des lavettes propres.
 - ✓ Employer un papier ou une lavette à usage unique pour nettoyer et sécher les trayons, un par animal. En cas d'utilisation de lavettes textiles, assurer vous de les laver et les sécher soigneusement avant de les utiliser à nouveau.
 - ✓ Ne jamais commencer la traite par le nettoyage des trayons. Les germes se développent dans le canal du trayon on pourraient se propager dans toute la mamelle, commencer toujours pas recueillir les premiers jets avant de nettoyer les mamelles (*EL HOUSSAIN BOUICHOU ,2009*).

III.2.2. Pendant la traite

- ✓ Contrôler l'installation de la traite.
- ✓ Sélectionner un niveau de traite et un système de pulsation adéquat à l'exploitation.
- ✓ Poser le faisceau trayeur au bon moment.

Partie bibliographique

- ✓ Poser le faisceau trayeur dans les 60 à 90 secondes suivant la préparation des trayons.
- ✓ Éviter les entrées d'air au moment de la pose du faisceau trayeur.
- ✓ Vérifier le bon positionnement du faisceau trayeur de manière à ce qu'il soit parfaitement équilibré à l'avant par rapport à l'arrière et d'un côté par rapport à l'autre et vous assurer qu'il ne vrille pas.
- ✓ Optimiser à la fin de traite : lorsque la traite est terminée, couper l'arrivée du vide manuellement ou automatiquement. Laisser descendre le niveau de vide complètement avant de retirer le faisceau trayeur. Ne jamais presser la mamelle et tirer sur les faisceaux trayeurs, car de l'air rentrerait par l'embouchure du manchon et conduirait à de nouvelles mammites (*EL HOUSSAIN BOUICHOU*, 2009) .

III.2.3. Après la traite

- ✓ Désinfecter les trayons après la traite.
- ✓ Le plus rapidement possible après la dépose du faisceau trayeur, désinfecter les trayons avec une solution de trempage approuvée. C'est la seule méthode réellement efficace pour éviter la contamination croisée et la transmission des microorganismes responsables des mammites contagieuses.
- ✓ Nettoyer les équipements de traite immédiatement après la traite.
- ✓ Nettoyer l'extérieur des postes de traite.
- ✓ Après chaque utilisation rincer et nettoyer manuellement ou automatiquement toute l'installation de traite avec des produits appropriés et à une température adéquate.
- ✓ Laisser sécher le système de traite.
- ✓ En cas de besoin désinfecter l'installation de traite avant la traite suivante au moyen de désinfectant homologué et correctement dosé.
- ✓ Lorsqu'on emploie des produits chimiques pour le nettoyage ou la désinfection on doit savoir exactement comment préparer les solutions nécessaires, il est essentiel qu'aucun de ces produits ne pénètre dans le lait, ou il risquerait d'avoir des effets nocifs.
- ✓ Refroidir le lait selon les procédures appropriées.
- ✓ Contrôler les températures de refroidissement pour s'assurer que la procédure de refroidissement s'est parfaitement déroulée pendant et après la traite.
- ✓ Une procédure de réfrigération correcte permet de ralentir voire même

Partie bibliographique

d'empêcher le développement de la plupart des bactéries.

✓ Contrôler régulièrement la qualité du lait, les équipements de traite ainsi que les données de la performance de traite. (EL HOUSSAIN BOUICHOU ,2009).



FigureN°03 ; Evaluation de la propreté des vaches (Levesque, 2004).

(Etat 1 propre ; 2 relativement propre ; 3 souillé; 4 très souillé).

CHAPITRE IV : TRAITEMENTS DU LAIT

Le lait est un milieu nutritif qui favorise la prolifération des germes, il est donc nécessaire de lui faire subir des traitements pour le conserver (**Figure N°04**).

Le lait doit être conservé immédiatement après la traite à une température inférieure ou égale à 6 °C, il doit être mis à la disposition des entreprises laitières dans un délai de 48h après la traite et 72h entre la traite et le premier traitement thermique (AIM du 18/08/93, JORA N° 069 du 27-10-1993).

I. Traitements physiques

Les laits destinés à la consommation courante peuvent subir des traitements physiques tels que l'homogénéisation et la standardisation du taux de matière grasse (MG). L'ensemble de ces techniques permet d'offrir à la consommation une grande variété de laits qui peuvent être utilisés pour des besoins différents.

I.1. Homogénéisation

Ce traitement physique par pression, fait éclater les globules de MG en fines particules homogènes. L'objectif est d'éviter que la MG ne remonte à la surface, ne gêne l'écoulement du lait ou ne se dépose sur l'emballage lors du traitement thermique de conservation.

I.2. Standardisation

A la sortie du pis de la vache, le lait n'a pas toujours la même teneur en lipides. Elle varie généralement entre 3,7 et 4,5 g/100 ml. La réglementation impose une teneur connue en MG :

- Lait entier : il est standardisé à 3,5% de lipides au minimum, et grâce à la présence de la crème il a plus d'arômes et d'onctuosité. La valeur énergétique du lait est dépendante de la teneur en lipides, le lait entier est donc le plus calorique.
- Lait demi écrémé : sa teneur en matière grasse doit être au minimum 1,5% et au maximum 1,8 ; il est une source intéressante de vitamines, d'oligo-éléments ; Il peut être consommé en boisson mais aussi utilisé en cuisine.
- Lait écrémé : c'est le lait le moins gras, il contient moins de 0.5% de lipides, mais est tout aussi riche en protéines et calcium .Etant moins gras, il perd en onctuosité, en goût et en vitamines liposolubles.il s'adresse essentiellement aux personnes souhaitant contrôler leurs apports en MG (Noblet, 2012).

I.3. Traitements thermiques

Cette section porte sur les traitements thermique d'usage courant en industrie laitière et appliqué en vue de la conservation ou de la transformation du lait (Carole, 2002).

I.3.1. Pasteurisation

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

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

Il existe :

- ✓ La pasteurisation basse avec un barème de 62-65°C/30min, celle-ci est abandonnée en laiterie.
- ✓ La pasteurisation haute consiste à appliquer un barème de 71-72°C/15-40s ou HTST (High Temperature Short Time) : elle est réservée aux laits de bonne qualité hygiénique. Au plan organoleptique et nutritionnel, la pasteurisation haute n'a que peu d'effets. Au niveau biochimique, la phosphatase alcaline est détruite par contre la peroxydase reste active et les taux de dénaturation des protéines sériques et des vitamines sont faibles.
- ✓ La Flash pasteurisation utilise un barème de 85-90°C/1-2s : elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne ; la phosphatase et la peroxydase sont détruites. (Jeantet et al, 2008).

Cependant, le lait pasteurisé contient toujours une flore résiduelle (bactéries lactiques) dont le développement doit être empêché en réfrigérant le lait immédiatement et rapidement après chauffage à une température comprise entre 2 et 4 °C puis conservé à cette température jusqu'à sa consommation. Il se conserve entre 7 et 15 jours au frais. Il s'agit d'une DLC et il doit être consommé deux à trois jours après l'ouverture (Noblet, 2012).

I.3.2. Stérilisation

On distingue le lait stérilisé et le lait stérilisé UHT. Ces laits doivent être stables jusqu'à la date limite de consommation (Leseur et Melik, 1999).

✓ **Lait stérilisé :**

C'est un traitement utilisé pour détruire tous les germes du lait. Ce dernier est chauffé pendant 10 à 20 minutes, à 115-120 °C ; il est conditionné directement dans sa bouteille hermétiquement fermée.

Ce type de traitement peut avoir un impact sur la qualité organoleptique : le lait brunit légèrement et peut avoir un léger goût de caramel.

La destruction de la flore est totale, c'est pourquoi ce lait peut se conserver (avant ouverture) à température ambiante pendant plusieurs mois jusqu'à la date limite d'utilisation optimale (DLUO). C'est-à-dire qu'il est à consommer de préférence avant cette date limite, il reste consommable après cette date mais les qualités gustatives et nutritionnelles peuvent être diminuées.

✓ **Stérilisation à ultra-haute température (UHT) :**

Le lait est chauffé à 135—140 °C pendant deux secondes, puis conditionné dans un emballage stérile. La destruction des germes est totale. Ce type de traitement à température haute et un temps très court permet de ne pas altérer les qualités organoleptiques du lait, réduit ainsi les modifications physicochimiques du lait ce qui justifie l'intérêt des traitements UHT.

Sur chaque emballage figure une DLUO de plusieurs mois. Pendant cette période, le lait peut être conservé à température ambiante (avant ouverture). Comme tous les laits, une fois ouvert, il se conserve deux à trois jours après ouverture (Noblet, 2012).

I.3.3. Lait de conserve

La conservation est assurée soit par la réduction, soit par la suppression de l'eau disponible ce qui permet d'éviter le développement microbien et de réduire le volume du lait. Ainsi, l'usage de ces laits est facilité dans le temps et dans l'espace. Les techniques utilisées sont soit la concentration, soit la déshydratation.

✓ **Lait concentré :**

Lait concentré c'est le produit provenant de la concentration du lait propre à la consommation. La concentration du lait peut se faire avec ou sans addition de sucre (Décret n° 2-00-425 du 7 décembre 2000).

Partie bibliographique

▪ Non sucré :

Le lait est tout d'abord standardisé puis pasteurisé. Il est ensuite concentré, c'est-à-dire que l'eau contenue dans le lait est partiellement évaporée, sous vide partiel. Ainsi, 55 à 65 % de l'eau est évaporée, par chauffage à environ 100 °C. Il est ensuite homogénéisé. Le lait concentré est conditionné dans des boîtes métalliques et stérilisé à l'autoclave. La mention «non sucré» est facultative. Ce lait se conserve à température ambiante avant ouverture, la DLUO est comprise entre 12 et 18 mois après la date de fabrication. Ce lait est principalement utilisé en cuisine.

▪ Sucré :

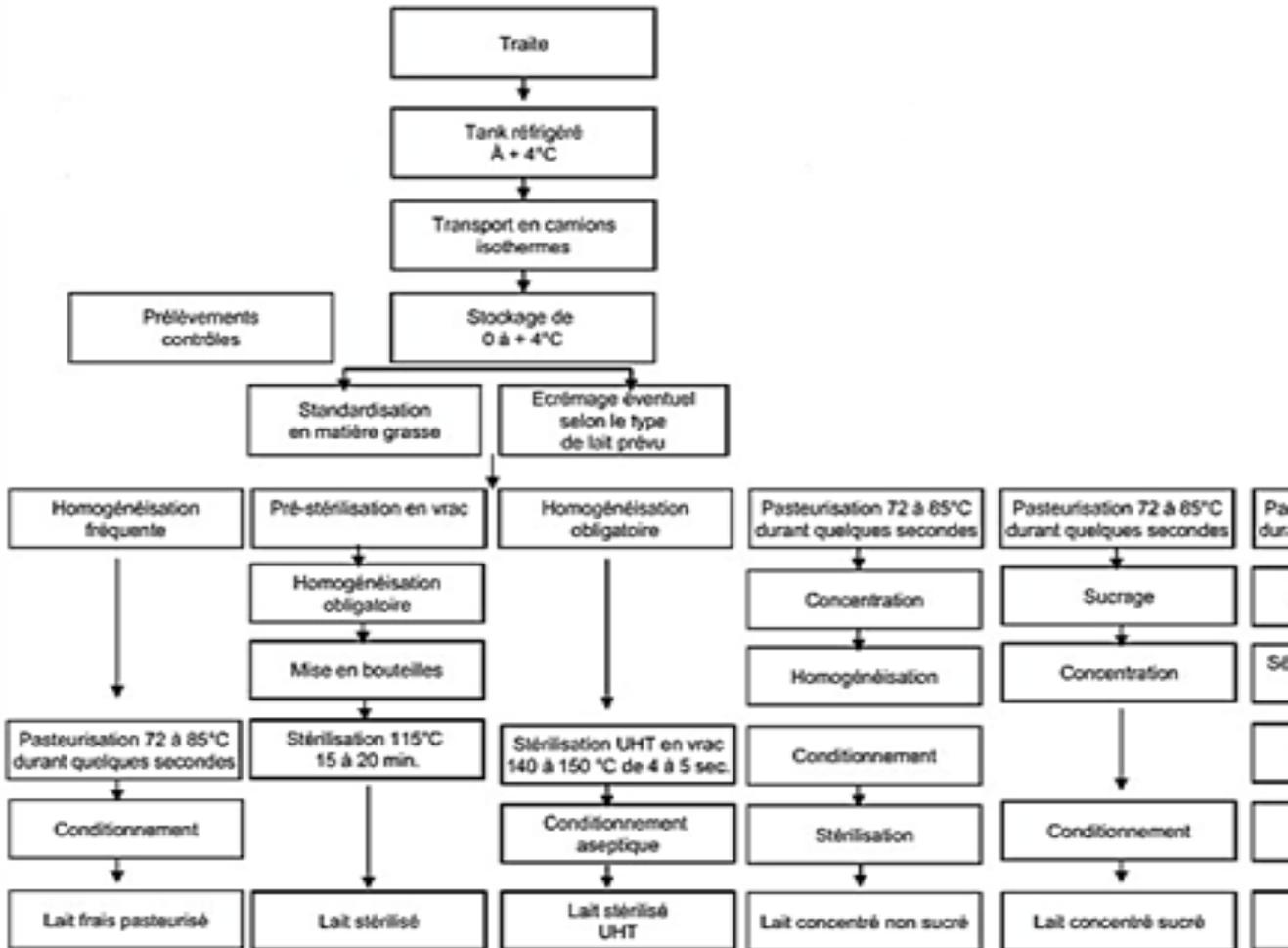
Après standardisation et pasteurisation, l'addition de saccharose assure la conservation du produit sans étape de stérilisation en limitant le développement des micro-organismes par abaissement de l'*a_w* (Jeantet et al, 2008). Sa DLUO est de 12 à 18 mois après fabrication, il se conserve à température ambiante (sauf après ouverture). La mention «sucré» est obligatoire.

✓ Lait en poudre :

Les poudres de lait sont des produits résultants de l'enlèvement partiel de l'eau du lait. On répartit les poudres en trois groupes : La poudre de lait entier, la poudre de lait partiellement écrémé et la poudre de lait écrémé (**Tableau N°05**) (Michel et al, 2002).

Tableau N°05 : Composition des laits en poudre (% m/m) (Alimentarius, C ,1999)

	Lait entier	Lait partiellement écrémé	Lait écrémé
Matière grasse laitière			
Minimum	26	>1.5	
Maximum	<40	<26	1.5
Eau maximum	5	5	5



(Figure N°04). Différentes étapes de la transformation du lait (Noblet 2012).

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES

Objectif de l'étude

Les objectifs de notre étude sont les suivants :

1. Le premier objectif de notre étude est de contribuer à évaluer la qualité physicochimique du lait cru livré à la laiterie « COLAITAL » de Birkhadem d'Alger et d'apprécier ainsi sa conformité vis-à-vis des normes réglementaires.
2. Le second objectif est d'apprécier sa qualité bactériologique, et l'impact éventuel qu'il pourrait engendrer sur la santé publique, par l'étude de la contamination du lait cru, par le dénombrement des germes totaux et des coliformes thermotolérants. Ces micro-organismes constituent des indicateurs d'hygiène, rencontrés lors du procédé de fabrication, susceptibles de présenter un risque pour la santé humaine.
3. La recherche des résidus d'antibiotiques dans le lait cru est notre troisième objectif.

I. MATERIELS ET METHODES

I.1. MATERIELS

I.1.1. Présentation succincte de l'entreprise :

Le complexe laitier « COLAITAL », intégré au groupe Giplait le 23 juillet 1987, se situe sur les hauteurs, à 10 km à l'ouest d'Alger (Birkhadem). L'usine produit environ 400 000 litres par jour, et approvisionne la globalité du centre, de l'ouest algérois et une bonne partie de l'est de la capitale en matière de lait et dérivés qu'elle produit.

Le complexe s'étend sur une superficie de 5 ha, dont la moitié est occupée par un bâtiment administratif et un hangar, le reste est réservé à la voirie.

La filiale emploie un effectif estimé à plus de 500 employés. La capacité de production est de 250 000 l/jour. Quant au chiffre d'affaires annuel, il est de 6 millions de dinars. Le complexe est composé de différents ateliers, celui de la recombinaison, de la pasteurisation, du conditionnement et de la distribution. Une rotation de 3X8 est assurée pour la fabrication du lait et 2X8 pour les autres produits. Le lait pasteurisé, le lait UHT longue conservation, le lait fermenté (l'ben), le fromage frais, la crème fraîche, le beurre et le lait cru pasteurisé constituent la gamme des produits de « COLAITAL ».

Partie expérimentale

I.1.2. Echantillonnage

30 prélèvements du lait cru de 250 ml chacun ont été récoltés, à partir des citernes des collecteurs qui livrent la laiterie « COLAITAL» de Birkhadem d'Alger.

I.1.3. Matériels de prélèvement et de laboratoire

Afin de réaliser cette étude, nous avons utilisé le matériel suivant :

➤ Matériels de prélèvement :

 **Microbiologie**

- Flacons stériles de 250ml.
- Alcool, flambeau.
- Enceinte réfrigérée.

 **Physicochimie**

- Louche.

➤ Matériels de laboratoire :

 **Microbiologie :**

- ✓ Etuves pré-réglées à : 30°C ; 37°C et 44°C.
- ✓ Matériel de stérilisation : Autoclave, bec Bunsen.
- ✓ Matériels divers : Tubes stériles, micropipettes (1ml), embouts plastiques stériles. portoir, anse de platine, boîtes de pétri stériles.
- ✓ Bain marie.
- ✓ Vortex.
- ✓ Appareil de comptage lumineux.

 **Physicochimie**

- ✓ Lactodensimètre avec thermomètre incorporé.
- ✓ Eprouvette, de hauteur apportée à celle du lactodensimètre .
- ✓ Matériels divers : Pipettes, burettes, béchers.
- ✓ Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié.
- ✓ Centrifugeuse GERBER.

I.1.4 Milieux et réactifs

Microbiologie :

TSE (Tryptone Sels Eau).

PCA (Gélose Plate Count Agar).

VRBL (gélose biliée lactosée au rouge neutre et cristal violet).

Gélose TSI (Triple Sugar Iron).

Réactif de Kovacs.

La composition des milieux et des réactifs spécifiques utilisés pour la recherche et le dénombrement des bactéries étudiées sont cités en **Annexe A**.

Physicochimie :

Solution de phénolphtaléine à 1%.

Solution titrée d'hydroxyde de sodium 0.1N.

Alcool isoamylique.

Acide sulfurique.

I.2. METHODES

I.2.1. Lieu et saison de prélèvement :

L'étude a été menée durant la période s'étalant du 11/02/2018 jusqu'au 11/03/2018. Sur les mêmes échantillons, nous avons effectué l'étude physicochimique et microbiologique. Toutes les analyses physico-chimiques ont été réalisées dans le laboratoire d'analyse de physico-chimie de laiterie le jour même du prélèvement. Ils sont ensuite été conservés dans une enceinte isotherme à +4C° afin de stabiliser la flore, puis acheminés vers le laboratoire d'HIDAOA de l'ENSV pour effectuer le jour même l'analyse microbiologique.

I.2.2. Techniques de prélèvement :

L'échantillonnage est un point clef de l'obtention de résultats analytiques valides. En effet, sa bonne mise en œuvre permettra d'obtenir une bonne représentativité de l'échantillon prélevé (Pointurier, 2003).

+ Méthode de prélèvement, transport et conservation des échantillons en vue de l'analyse microbiologique :

Le prélèvement pour les analyses microbiologiques s'effectue à partir du robinet disposé à la partie inférieure de la citerne des collecteurs. Le robinet est flambé au préalable, après élimination des premiers jets, le flacon stérile de 250 ml est rempli et bouché avec un bouchon à vis après avoir été identifié (**Figure N°05**).



Figure N°05 : Technique de prélèvement microbiologique (Photos personnelles).

+ Méthode de prélèvement, transport et conservation des échantillons en vue de l'analyse physicochimique :

Le prélèvement pour analyses physico-chimiques est effectué à partir du même citerne prélevé pour la microbiologie, sur du lait bien mélangé, parfaitement homogénéisé et nécessite l'emploi d'une louche qu'on plonge à l'intérieur du citerne par son ouverture supérieure (**Figure N°06**).



Figure N°06 : Technique de prélèvement physicochimique (photo personnelle).

I.2.3. Analyses physicochimiques réalisées

Dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique du lait cru nous avons procédé aux analyses suivantes :

- Détermination de la densité et la température avec le thermo-lactodensimètre.
- Détermination de l'acidité titrable par titration.
- Dosage de la matière grasse par la méthode acido-butyrométrique.
- Et la mesure de la teneur en matière sèche par la Formule de Fleischman.

I.2.3.1. Détermination de la densité et de la température :

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (Pointurier, 2003). La densité est déterminée à 20°C par le thermo-lactodensimètre qui permet de déterminer à la fois la densité et la température.

Mode opératoire :

- Le lait a été versé dans une éprouvette inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air.
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait provoque un débordement de liquide, ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture.
- Placer l'éprouvette ainsi remplie en position verticale.

Partie expérimentale

- Le thermo-lactodensimètre a été plongé doucement dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre.
- Attendre trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation.
- La lecture de la valeur de densité se fait au bord supérieur en fonction de la température (**Figure N°07**).
- La correction de la densité a été procédée en utilisant les formules suivantes :

Si $T^{\circ} \text{ lait} = 20^{\circ}\text{C} \rightarrow D \text{ Réelle} = D \text{ Lue}$

Si $T^{\circ} \text{ lait} > 20^{\circ}\text{C} \rightarrow D \text{ Réelle} = D \text{ Lue} + 0.2 \times (T^{\circ} \text{ lait} - 20)$

Si $T^{\circ} \text{ lait} < 20^{\circ}\text{C} \rightarrow D \text{ Réelle} = D \text{ Lue} - 0.2 \times (20 - T^{\circ} \text{ lait})$



Figure N°07 : Mesure de la densité par thermo-lactodensimètre (Photos personnelles).

I.2.3.2. Détermination de l'acidité titrable :

L'acidité titrable du lait est exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait (AFNOR, 1985). Il s'agit d'un titrage acido-basique, l'acide lactique est neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (N/9) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

Mode opératoire :

- Introduire dans un bécher 10 ml de lait prélevé à la pipette.
- Ajouter dans le bécher 3 à 4 gouttes de la solution de phénolphtaléine à 1%.
- Secouer le bécher pour homogénéiser le mélange.
- Titrer avec la soude contenue dans la burette jusqu'au virage de l'incolore au rose, la coloration doit persister au moins pendant 8 secondes.
- La lecture de la chute de la burette est faite. Le résultat est exprimé en degré Dornic (°D) (**Figure N°08**).



Figure N°08 : Mesure de l'acidité titrable (photos personnelles).

I.2.3.3 Détermination de la matière grasse par la méthode acido- butyrométrique :

La teneur en matière grasse a été déterminée par la méthode acidobutyrométrique de Gerber. Cette technique est basée sur la dissolution de la matière grasse à doser par l'acide sulfurique. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool isoamylique, la matière grasse, moins dense, se rassemble en une couche claire et transparente dont les graduations du butyromètre révèlent le taux (Audigie et al.1978).

Mode opératoire :

- 10ml d'acide sulfurique sont introduits dans le butyromètre de GERBER.
- 11ml de l'échantillon sont rajoutés en évitant de mélanger les liquides .
- 1 ml d'alcool isoamylique est ajouté.
- Le butyromètre est fermé à l'aide d'un bouchon.

Partie expérimentale

- Le butyromètre est agité et retourné jusqu'à ce que son contenu soit complètement mélangé, et jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes.
- Le butyromètre est placé immédiatement dans la centrifugeuse GERBER, puis centrifugé à 1200 tours/mn pendant 2 minutes. La lecture se fait directement sur le butyromètre (**Figure N°09**).



Figure N°09 : Mesure de la matière grasse par la méthode acido-butyrométrique
(Photos personnelles).

Partie expérimentale

I.2.3.4 Détermination de l'extrait sec dégraissé :

La formule de Fleischman est appliquée pour la détermination de l'extrait sec total :

$$\text{EST} = 1,2 \text{ G} + 2.665 (\text{D}_{15} - 1)$$

EST : Extrait sec total ; G : Taux de matière grasse / 100g de lait ; D₁₅ : Densité à 15°C.

L'ESD est calculé après soustraction de la quantité de MG (ESD =EST-MG).

I.2.4. Analyses microbiologiques réalisées

L'analyse microbiologique du lait cru consiste en la recherche et/ou dénombrement d'un certain nombre de microorganismes susceptibles d'être présents dans le lait.

Pour une bonne pratique au laboratoire, il faut respecter certaines règles lors des manipulations :

- – Se laver les mains avant et après manipulation.
- – Nettoyer et aseptiser les paillasse avant et après manipulation.
- – Travailler le plus près possible du bec bunsen avec ustensiles stériles.
- – Travailler de façon absolument aseptique.
- – Toutes les boîtes de pétri, bouillons ensemencés, ainsi que les ustensiles souillés devront être autoclavés ou décontaminés.

I.2.4.1 Préparation des dilutions :

Pour réduire la concentration des bactéries dans l'échantillon de lait, afin de faciliter le dénombrement éventuel des colonies, 3 dilutions successives ont été effectuées :

- A l'aide d'une pipette de 10ml, prélever et introduire 9 ml de diluant TSE dans chacun des trois tubes.
- Homogénéiser convenablement le produit à examiner, puis à l'aide d'une micropipette prélever 1ml de lait, aspirer doucement pour être précis et éviter d'aspirer de l'air.
- Introduire aseptiquement le volume prélevé dans un tube contenant 9ml de TSE, ainsi s'obtient une dilution au 1/10. Le tube est ainsi étiqueté 10⁻¹.
- Agiter le tube afin de rendre la dilution homogène à l'aide du vortex.
- Rejeter l'embout dans un récipient contenant de l'eau javellisé.

Partie expérimentale

- Ensuite à l'aide d'un nouvel embout stérile, prélever 1ml de la dilution au 1/10, l'introduire dans un second tube contenant 9ml de diluant, ainsi est obtenu une dilution au 1/100 ou plus simplement 10^{-2} .
- Une troisième opération est effectuée de la même manière afin d'obtenir une dilution au 1/1000 ou 10^{-3} (**Figure N°10**).



Figure N°10 : Préparation des dilutions (photos personnelles).

I.2.4.2. Recherche, dénombrement et identification des flores recherchées :

Selon l'arrêté ministériel du 02 juillet 2017 du journal officiel de la République Algérienne relatif aux normes microbiologiques auxquelles doivent répondre les denrées alimentaires, parmi les micro-organismes devant être recherchés et dénombrés à partir des échantillons testés, nous retrouvons :

- ❖ La flore aérobie mésophile totale (FAMT) (Germes aérobies à 30°C).
- ❖ Les coliformes thermotolérants.

Au cours de notre étude, nous avons également recherché l'espèce *Escherichia coli*.

Normes utilisées :

Afin de dénombrer et rechercher les microorganismes étudiés, nous avons utilisé les normes suivantes :

Partie expérimentale

- ❖ La norme AFNOR-V-08-051-1992 pour le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale ;
- ❖ La norme NF V08-017 relative au dénombrement des coliformes thermotolérants ;
- ❖ Et la norme NF V08-015 et NF V08-016 relative à la recherche des *E. coli*.

I.2.4.3. Modes opératoires :

✚ Ensemencement en profondeur :

Un ensemencement en profondeur a été effectué pour les micro-organismes suivants :

- ❖ Flore aérobie mésophile totale (Germes aérobies à 30°C) dénombrée sur gélose PCA (Plate Count Agar) (**Figure N°11**).
- ❖ Coliformes thermotolérants dénombrés sur gélose VRBL (gélose lactosée biliée au Cristal violet et au rouge neutre) (**Figure N°11**).



Figure N°11 : Milieux de culture PCA et VRBL (Photos personnelles).

Partie expérimentale

1. Manipulation :

Pour chaque micro-organisme dénombré :

- L'ensemble du protocole doit se dérouler dans un champ stérile.
- Transférer 1 ml de chacune des dilutions dans une boîte de Pétri stérile, préalablement préparée et numérotée pour cet usage (dans ce cas on ne change pas d'embout car on part du moins concentrer vers le plus concentrer).
- Couler dans chacune des boîtes de pétri environ 15 ml de gélose PCA ou VRBL fondue, refroidie et maintenue à $47 + 2^{\circ}\text{C}$.
- Mélanger soigneusement le milieu et l'inoculum en effectuant des mouvements en 8 et des mouvements de va-et-vient puis laisser le mélange se solidifier sur une paillasse horizontale et fraîche.
- Après solidification des milieux, une deuxième couche de gélose est coulée par-dessus afin d'empêcher le développement d'éventuelles flores de contamination superficielles.
- Retourner les boîtes ainsi préparées puis les incuber pendant 48 à 72 h à 30°C pour la flore aérobie mésophile totale, et 24 h à 44°C pour les coliformes thermotolérants (**Figure N°12**).



Figure N°12 : Ensemencement en profondeur (Photos personnelles).

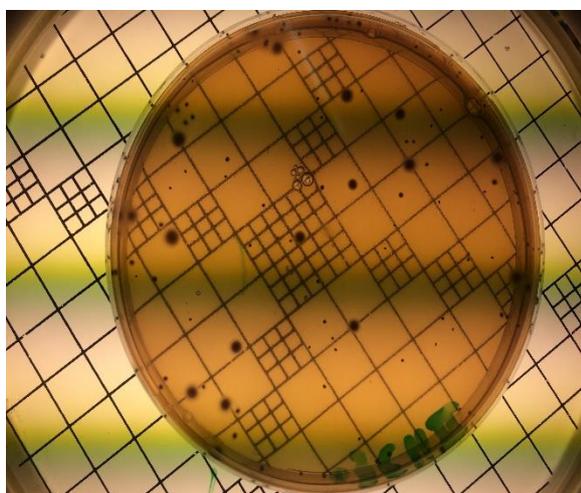
2. Comptage et dénombrement :

- Placer la boîte de Pétri de manière à ce que le couvercle repose sur la surface lumineuse d'un compteur de colonies.
- Compter uniquement les colonies de deux dilutions successives présentant entre 15 et 300 colonies par boîte pour la FAMT, et 15 et 150 colonies par boîte pour les coliformes.
- Sur gélose PCA, les colonies sont blanchâtres, lenticulaires et en tête d'épingle poussant en profondeur (**Figure N°13**).
- Sur gélose VRBL, les colonies sont lenticulaires, violettes poussant en masse (**Figure N°13**).
- Appliquer la formule suivante :

$$N = \frac{\sum c}{1.1 \times d} (UFC/g)$$

Où :

- $\sum c$: Somme des colonies comptées dans deux boîtes de dilution successives.
- 1,1 : Constante mathématique.
- d : Valeur de la première dilution retenue parmi les deux boîtes .
- N : Nombre de germes par gramme de produit.



(1) : Colonies de coliformes thermotolérants



(2) : Colonies de la FAMT

Figure N°13 : Comptage et dénombrement des colonies (Photos personnelles).

Partie expérimentale

I.2.4.4. Identification d'*E. coli* :

La recherche des *E. coli* a été effectuée à partir des colonies typiques des coliformes thermotolérants de la façon suivante :

- ❖ Réaliser une suspension bactérienne dans de l'eau peptonée exempte d'indole.
- ❖ Après incubation à 37°C durant 24 heures, rajouter le réactif de Kovacs contenant du diméthyl-amino-4-benzaldéhyde. Ce dernier réagit avec l'indole, produit de l'activité de la tryptophanase.
- ❖ Un composé coloré en rouge apparaît lorsque le test est positif. Dans le cas contraire, le composé coloré est absent. (**Figure N°14**).



Figure N°14 : Identification des *E. coli* (Photos personnelles).

I.2.4.5. Identification des Entérobactéries :

Pour chaque échantillon, une colonie typique des coliformes thermotolérants sur VRBL a été ensemencée sur des tubes contenant de la gélose TSI selon la façon suivante :

- ❖ A l'aide de l'anse de platine le culot a été ensemencé par piqûre centrale et la pente par des stries serrées.
- ❖ Incuber à 37°C pendant 24 heures.

Partie expérimentale

Lecture :

La gélose TSI fournit quatre renseignements principaux :

1. Fermentation de glucose :

- Culot rouge : glucose non fermenté.

-Culot jaune : glucose fermenté.

2. Fermentation du lactose et/ou du saccharose :

-Pente inclinée rouge : lactose et saccharose non fermentés.

-Pente inclinée jaune : lactose et/ou saccharose fermenté(s).

3. Production de gaz :

- Apparition de gaz dans le culot.

4. Formation d'H₂S :

-Formation d'une coloration noire entre le culot et la pente ou le long de la piqûre.

Ces renseignements sont récapitulés dans la (**Figure N°15**) et le (**Tableau N°06**) suivants :

Tableau N°06 : réactions biochimiques diverses du test sur gélose TSI (Biokar diagnostics).

Microorganismes	Pente	Culot	H ₂ S	Gaz
<i>Escherichia coli</i>	jaune	jaune	-	+
<i>Citrobacter freundii</i>	jaune	jaune	+	+
<i>Proteus vulgaris</i>	jaune	jaune	+	+
<i>Salmonella Enteritidis</i>	rouge	jaune	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	rouge	jaune	+	+
		rouge	-	-

Partie expérimentale

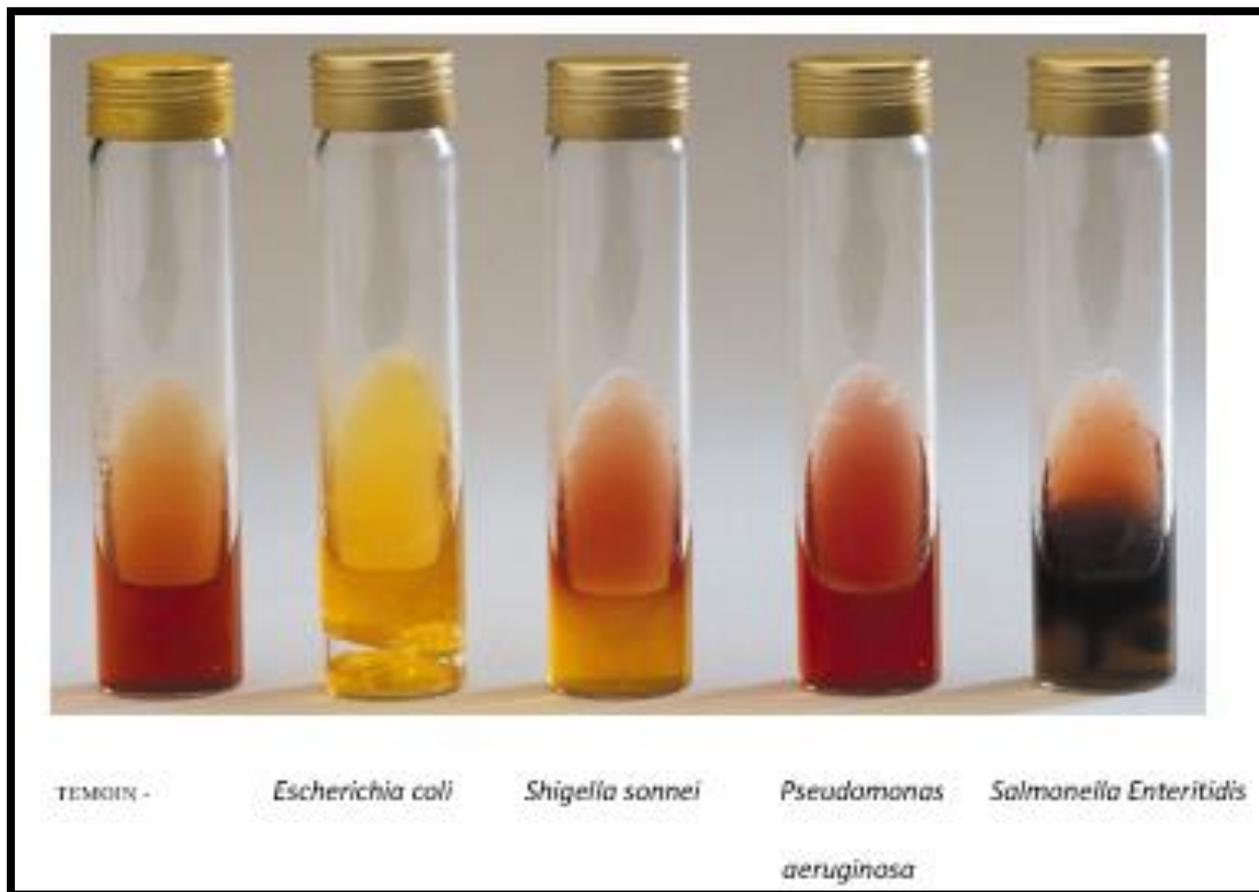


Figure N°15 : Réactions biochimiques diverses du test sur gélose TSI (Biokar Diagnostics).

Le **Tableau N°07** est un tableau récapitulatif des différents micro-organismes recherchés :

Tableau N°07 : Tableau récapitulatif des différents micro-organismes dénombrés à partir des prélèvements du lait cru de vache.

Micro-organismes	Milieu gélosé	Incubation	Colonies bactériennes
FAMT	PCA	30°C/72H	Colonies blanchâtres, lenticulaires et en tête d'épingle poussant en profondeur.
Coliformes thermotolérants	VRBL	44°C/24H	Colonies lenticulaires, violettes poussant en masse.

Partie expérimentale

I.2.4.4 Interprétation :

L'interprétation de résultats de la FAMT et des coliformes thermotolérants est effectuée selon les recommandations de l'arrêté ministériel du 04/10/2016 du Journal Officiel de la République Algérienne (AM DU 04/10/2016 du JORA du 02/07/2017). Les critères microbiologiques de ces microorganismes sont rapportés dans le (**Tableau N°08**).

Tableau N°08 : Concentrations acceptables de microorganismes / g (JORA du 02/07/2017).

Flore recherchée selon la réglementation (JORA du 02/07/2017)				
Micro-organismes	Plan d'Echantillonnage		Limites microbiologiques (ufc 1/g ou ufc/ml)	
	n	c	m	M
Germes aérobies à 30 °C	5	2	$3 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^6$
Coliformes thermotolérants	5	2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^3$

L'interprétation de nos résultats est basée sur le classement du plan à 3 classes, selon que la valeur enregistrée est inférieure au « m », comprise entre « m » et « M », ou supérieure au « M » (**Figure N°16**).

Les résultats des échantillons jugés « non dénombrables » sont calculés selon la norme ISO 7218:1996/Amd.1:2001(F).

Les valeurs obtenues sont utilisées pour calculer la moyenne globale et la moyenne par collecteur.

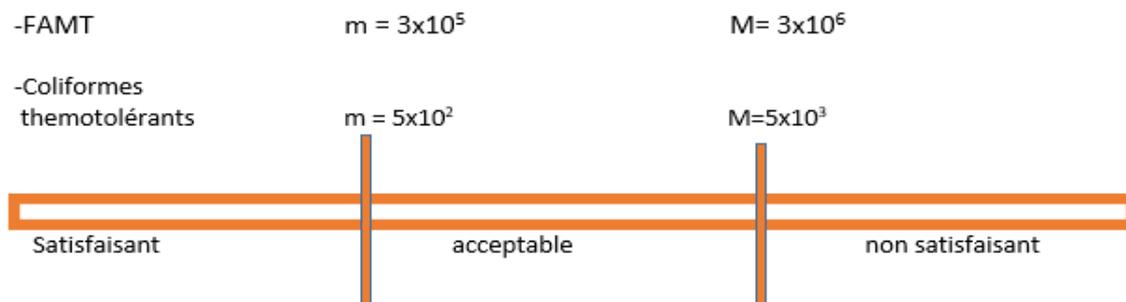


Figure N°16 : Interprétation selon un plan à 3 classes. (Photo personnelle).

Partie expérimentale

I.2.5. Recherche des résidus d'antibiotiques :

Beta Star Combo est un test de détection visuelle rapide pour les résidus des Bêta-lactamines (Amoxicilline, Ampicilline...) et Tétracyclines (Oxytétracycline, Tétracycline...) dans le lait cru.

Mode opératoire :

Prendre une pipette neuve pour chaque échantillon de lait, presser le petit bulbe du haut de la pipette une fois, maintenir la pression. Plonger la pipette environ 1 cm dans le lait, relâcher la pression sur le bulbe, la pipette va prélever le volume approprié (0,1ml). Transférer l'échantillon de lait en pressant doucement et totalement sur le même bulbe du haut, en ajoutant le lait directement dans le flacon ; incuber à 47,6°C pendant 2 min.

A la fin des 2 min d'incubation, placer la bandelette dans le flacon et incuber pendant 3 min à 47,6°C. Enlever la bandelette après 3 minutes et lire le résultat (**Figure N°17**).



Figure N°17 : Recherche des résidus d'antibiotiques dans le lait cru (Beta Star Combo)
(photo personnelle).

Partie expérimentale

Lecture :

On interprète immédiatement et visuellement le résultat comme suit :

- La ligne de contrôle C doit apparaître dans tous les cas, sinon le test est invalide.
- Toutes les lignes apparaissent : Le résultat du test est négatif, pas d'antibiotiques de la liste répertoriée.
- Lignes T et C apparaissent : Test positif, β -lactamine détectés.
- Lignes B et C apparaissent : Test positif, tétracyclines détectés.
- Seule la ligne C apparaît : β -lactamine et tétracyclines sont détectés.

RESULTATS ET DISCUSSION

Résultats

I. Analyses physicochimiques

Les résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le lait cru de vache des 30 collecteurs provenant des 04 zones : Alger, Tipaza, Boumerdès et Blida sont rapportés dans le (Tableau N°09).

Tableau N° 09 : Résultats des analyses physicochimiques des échantillons testés

Collecteurs	Régions	Acidité (D°)	Densité Mesurée à 20°C	MG (g/l)	T° (C°)	ESD (g/l)
C	Alger	17	1029	29	6	85
G	Tipaza	17	1030	35	10	88
Z	Boumerdès	15	1028	36	15	83
A	Blida	16	1029	38	10	86
O	Alger	17	1030	35	10	88
Z	Boumerdès	16	1028	28	10	82
C	Alger	17	1028	30	10	82
G	Tipaza	18	1028	32	10	83
T	Boumerdès	16	1029	30	10	85
B	Alger	18	1029	32	10	85
L	Blida	16	1029	37	10	86
S	Tipaza	16	1029	31	10	85
D	Tipaza	16	1029	31	10	85
R	Alger	17	1031	35	10	91
A	Blida	16	1029	38	10	86
Z	Boumerdès	17	1028	32	10	83
G	Tipaza	17	1028	32	7	83
C	Alger	17	1028	36	10	83
L	Blida	16	1029	31	10	85
B	Alger	17	1029	30	10	85
K	Boumerdès	15	1028	32	15	82
G	Tipaza	16	1028	30	15	82
C	Alger	15	1028	35	9	83
O	Alger	16	1028	34	15	83
H	Blida	16	1028	34	15	83
M	Boumerdès	17	1028	29	15	82
Z	Boumerdès	16	1029	33	8	85
L	Blida	15	1029	35	10	86
J	Alger	15	1029	35	10	86
C	Alger	17	1028	35	10	85
Moyennes		16,33	1028,66	33	11,33	84,53
Ecart type		0,82	0,74	2,73	3,295	2,074
Valeur Minimale		15	1028	28	6	82
Valeur Maximale		18	1031	38	20	91

Résultats

La catégorisation des résultats obtenus par fréquence est présentée dans le (**Tableau N°10**) ci-dessous.

Tableau N°10 : Répartition des différentes valeurs obtenues des 4 critères étudiés

Acidité D°		Densité		MG (g/l)		ESD (g/l)	
Normes de l'entreprise COLAITAL (Source COLAITAL)							
14-18		1028-1031		28-38		82-92	
Valeur	%	Valeur	%	Valeur	%	Valeur	%
15	16%	1028	47%	28	3%	82	17%
16	40%	1029	43%	29	7%	83	27%
17	37%	1030	7%	30	13%	85	30%
18	7%	1031	3%	32	17%	86	17%
				34	7%	88	6%
				35	23%	92	3%
				36	7%		
				33	3%		
				38	7%		
				37	3%		
				31	10%		

I.1 Détermination de l'acidité Dornic. :

La moyenne de l'acidité Dornic des 30 échantillons est de 16.33 °D \pm 0,82, avec une valeur maximale de 18°D et une valeur minimale de 15°D. Les résultats enregistrés pour l'ensemble des échantillons testés sont compris entre 7% pour la valeur 18 °D et 40% pour la valeur 16°D.

Les résultats des tests de l'acidité Dornic montrent que 100% des échantillons sont conformes aux normes fixées par l'entreprise « COLAITAL » pour ses fournisseurs en lait cru (Source « COLAITAL » : entre 14 et 18°D), puisque leurs valeurs se situent toutes entre 15 et 18°D. 77% des échantillons présentent des valeurs comprises entre 16 et 17 °D, seuls 7% présentent des valeurs égales à 18°D, 16% la valeur de 15°D (**Figure N°18**).

Résultats

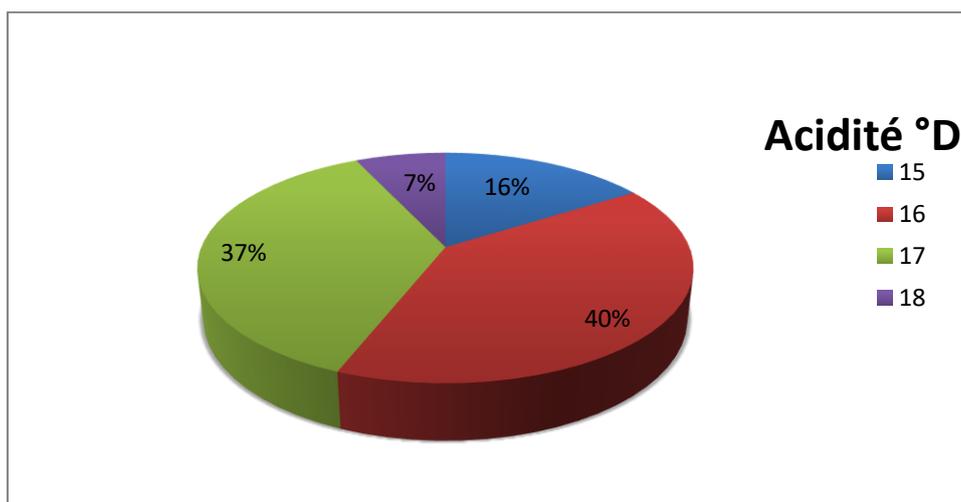


Figure N°18 : Pourcentages d'acidité Dornic du lait cru des collecteurs

Les valeurs moyennes de l'acidité titrable exprimée en °D par Wilaya sont comprises entre 16,33 (W. d'Alger) et 16,47 (W. Tipaza). Les wilayas de Blida et de Boumerdès enregistrent des valeurs successives de 16,38 et 16,36 °D (**Figure N°19**).

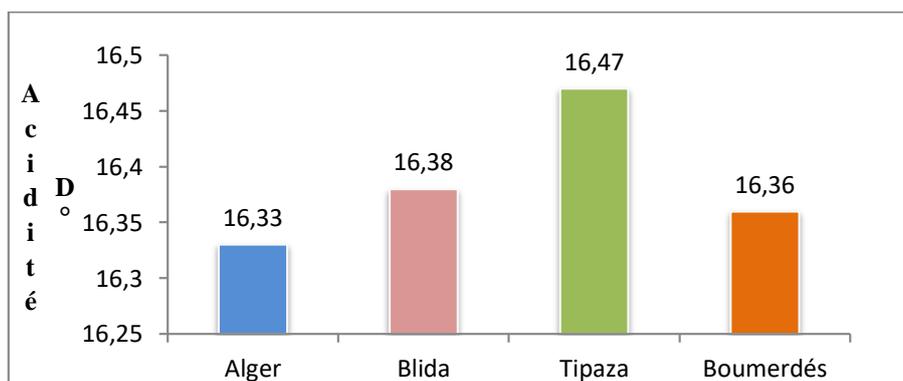


Figure N°19 : Moyennes de l'acidité Dornic des laits crus provenant des 04 zones testées.

I.2.Détermination de la densité :

La densité moyenne des 30 échantillons analysés est de $1028,66 \pm 0,74$, avec une valeur maximale 1031 et une valeur minimale de 1028.

En matière de densité, 100% des échantillons testés à 20°C sont conformes aux critères fixés par l'entreprise « COLAITAL » pour ses fournisseurs en lait cru (Source « COLAITAL » : entre 1028 et 1031), puisque leurs valeurs se situent toutes entre 1028 et 1031. 90% des échantillons présentent des valeurs comprises entre 1028 et 1029, et 10% des valeurs sont compris entre 1030 et 1031(**Figure N°20**).

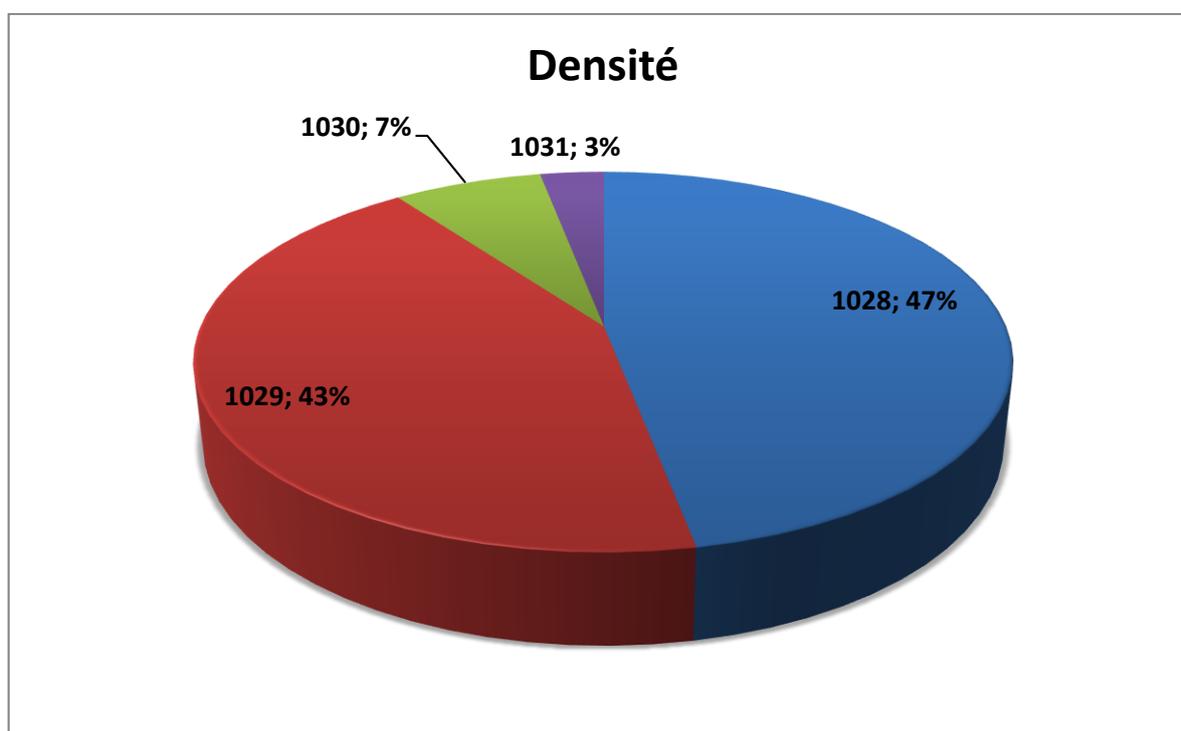


Figure N°20 : pourcentage de densité du lait cru des collecteurs.

En moyenne, les valeurs de la densité du lait cru récolté dans les 04 régions Alger, Blida, Tipaza et Boumerdès présente des valeurs presque toutes similaires (1028) (**Figure N°21**).

Résultats

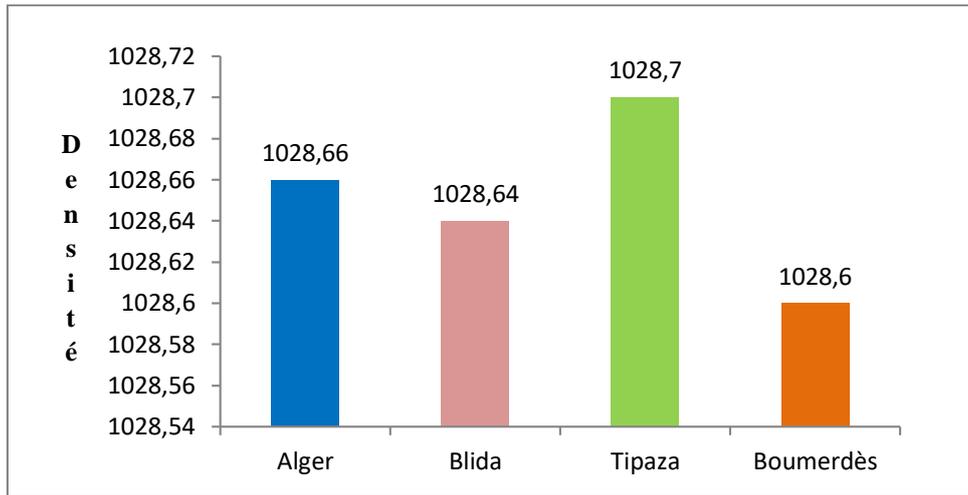


Figure N°21 : Moyennes des densités des laits crus analysés des 04 zones d'étude.

1.3. Détermination du taux de matière grasse :

Le taux de matière grasse est le paramètre qui enregistre le plus de variations. Les valeurs sont comprises entre 28(g/l) pour la valeur minimale et 38 g/l pour la maximale. Autrement dit, 100 % des échantillons répondent aux critères fixés par l'entreprise « COLAITAL » concernant les taux de matière grasse qui doivent être compris entre 28 g/l et 38 g/l (Source « COLAITAL »).

La moyenne globale de la matière grasse des 30 échantillons testés est de $33 \pm 2,73$ avec une valeur maximale de 38(g/l) et une valeur minimale de 28 (g/l).

La répartition des différentes valeurs enregistrées en pourcentage est illustrée par la (Figure N° 22).

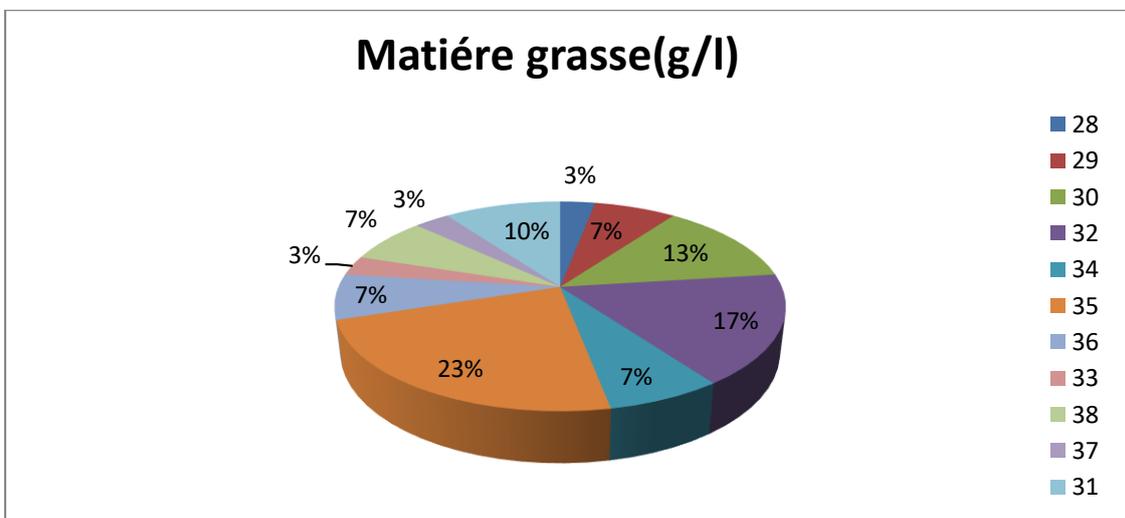


Figure N°22 : Pourcentages des matières grasses du lait cru des collecteurs.

Résultats

La répartition des valeurs enregistrées en moyennes (**Figure N°23**) pour la matière grasse par région montre que la wilaya d'Alger enregistre la moyenne la plus élevée avec 33 (g/l), suivi de Tipaza avec une moyenne de 32,9(g/l). A Boumerdès et Blida, les moyennes sont comme suite 32.84 (g/l) et 32,8 (g/l).

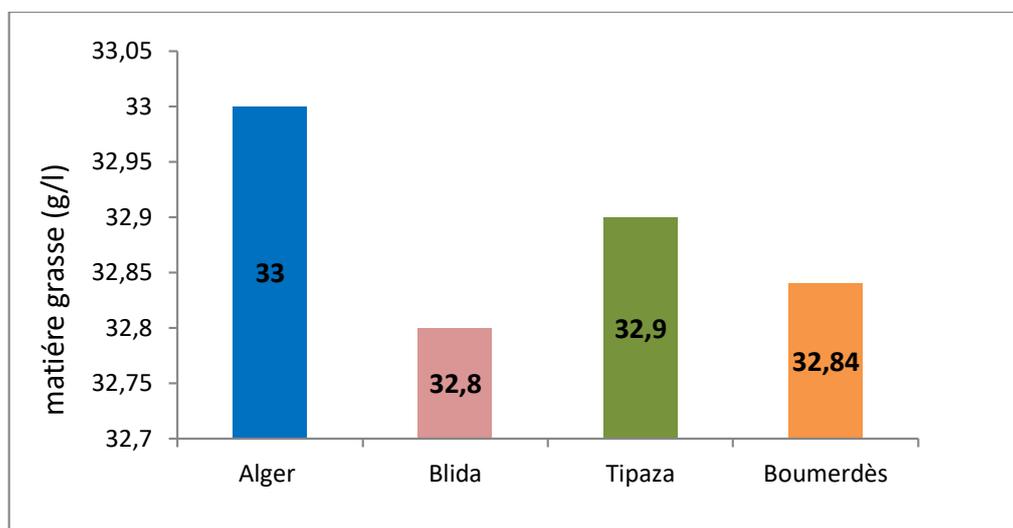


Figure N°23 : Moyennes de matière grasse des laits crus analysés dans les 04 zones étudiées.

1.4. Détermination de l'extrait sec dégraissé :

Les résultats de la détermination (**Tableau N° 09**) de la teneur en extrait sec dégraissé enregistrés pour l'ensemble des échantillons testés sont compris entre 82(g/l) pour une valeur minimale et 92g/l pour la maximale, avec une moyenne de 84.53 ± 2.07 (g/l). Ce qui signifie que 100% des échantillons sont en conformité avec les critères fixés par l'entreprise « COLAITAL » concernant les taux d'ESD qui doivent être compris entre 82 et 92g/l (Source « COLAITAL »).

30% des résultats (**Figure N°24**) obtenus correspondent à la valeur de 85(g/l), et seul 03% correspondent à la valeur maximale 92 (g/l).

Résultats

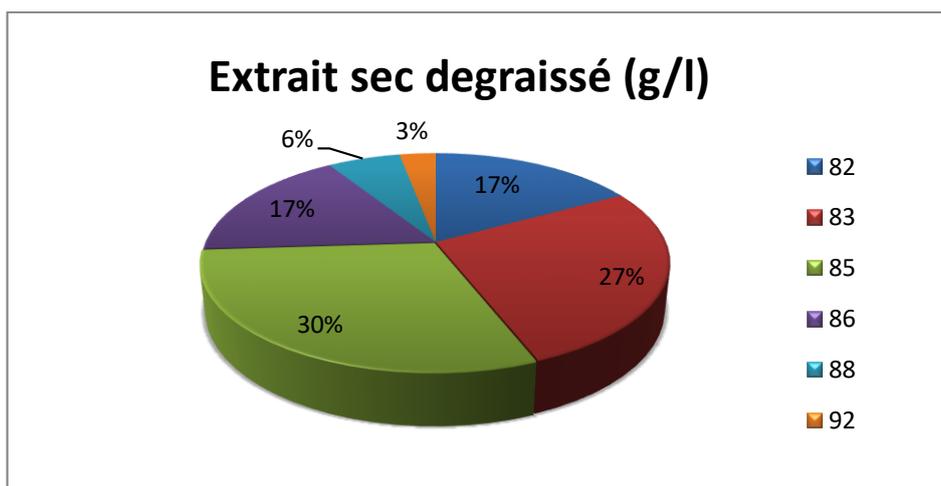


Figure N° 24 : Pourcentages des valeurs d'ESD du lait cru des collecteurs.

Les moyennes des extraits secs dégraissés calculées des échantillons provenant des 04 zones sont comprises entre 84,2 et 84,7 g/l.

La répartition des résultats par Wilaya (**Figure N°25**) a donné les résultats suivants :

Tipaza enregistre la moyenne des taux d'ESD la plus élevée 84,66 (g/l). Les trois autres wilayas enregistrent des valeurs similaires de l'ordre de 84 (g/l).

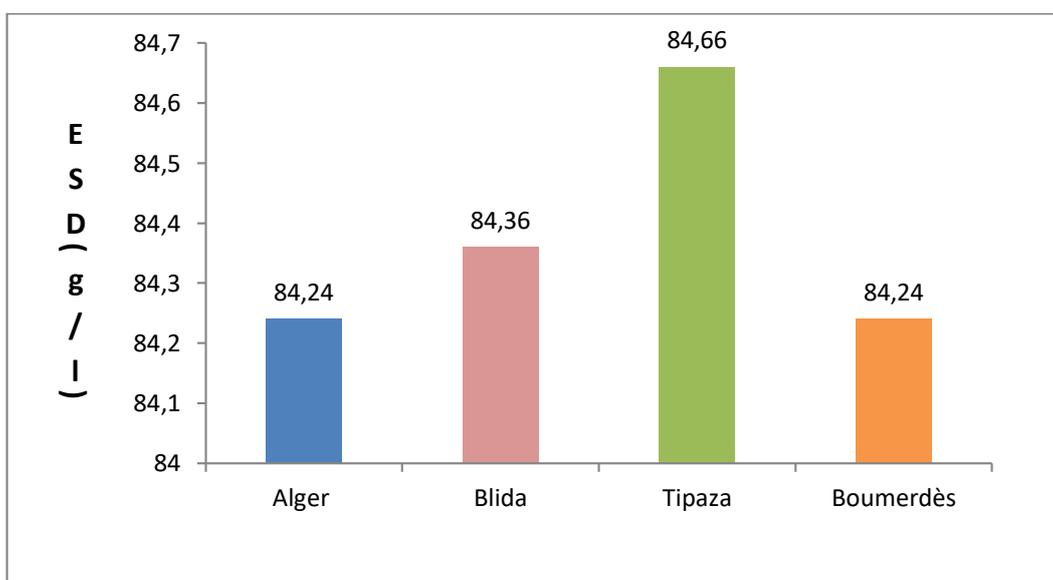


Figure N°25 : Moyennes des ESD des laits crus provenant des 04 zones.

II. Taux de contamination du lait cru par les différents micro-organismes recherchés :

100% (30/30) des échantillons analysés sont contaminés par la FAMT et les coliformes thermotolérants. Par ailleurs, 73% (22/30) des échantillons testés présentent une contamination par *E. coli*.

Les taux de contaminations enregistrées sont répertoriés dans la (**Figure N°26**):

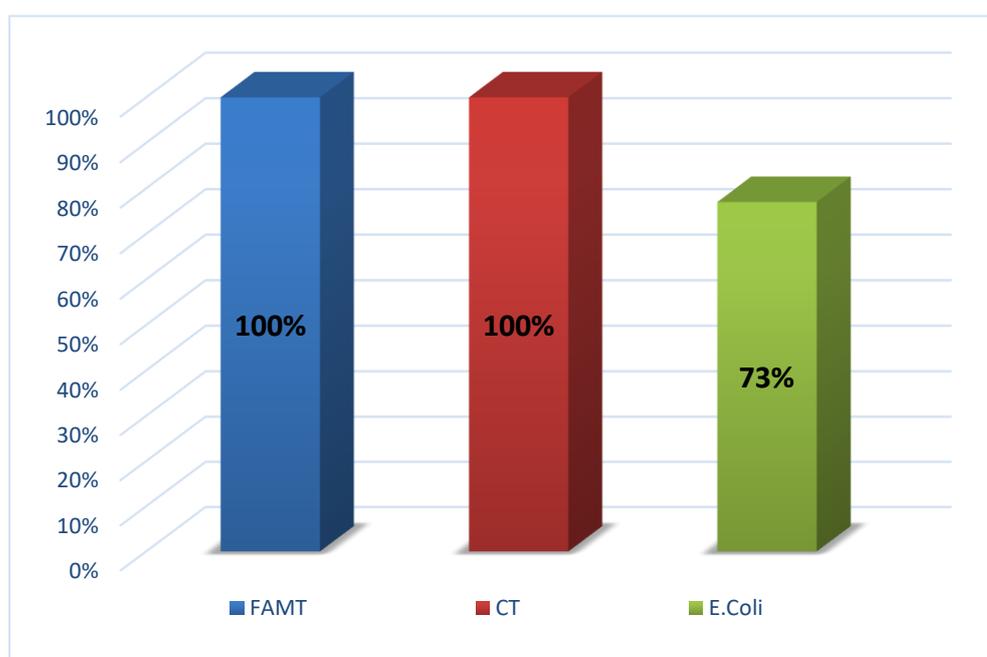


Figure N°26 : Taux de contamination du lait cru par les différents germes étudiés.

Résultats

II.1 Dénombrement de la flore aérobique mésophile totale (FAMT) à 30°C

Les résultats des dénombrements de la flore aérobique mésophile totale (FAMT) à 30°C, des 30 échantillons testés sont rapportés dans (**Tableau N°11**). 87% (26/30) des 30 échantillons testés sont dénombrables, et 13% (4/30) sont indénombrables (**Figure N°27**).

La valeur minimale des dénombrements de la FAMT enregistrée est de $3,9 \times 10^3$ UFC/g, alors que la valeur maximale est de 4×10^5 UFC/g. La moyenne de l'ensemble des échantillons testés est de $1,7 \times 10^5$.

Tableau N°11 : Résultats du dénombrement de la FAMT.

N	Résultats (UFC/g)	N	Résultats (UFC/g)
1	3×10^5	16	$1,3 \times 10^4$
2	$2,6 \times 10^5$	17	10^4
3	$1,7 \times 10^5$	18	$1,2 \times 10^4$
4	$1,9 \times 10^5$	19	$1,8 \times 10^4$
5	$1,9 \times 10^5$	20	$1,6 \times 10^4$
6	$4,4 \times 10^4$	21	4×10^5
7	2×10^4	22	$1,7 \times 10^5$
8	ND	23	$2,1 \times 10^5$
9	$1,4 \times 10^4$	24	$3,9 \times 10^5$
10	ND	25	3×10^4
11	$4,9 \times 10^4$	26	$3,3 \times 10^5$
12	ND	27	$2,6 \times 10^5$
13	$2,4 \times 10^4$	28	$9,1 \times 10^4$
14	$3,9 \times 10^3$	29	$3,7 \times 10^5$
15	ND	30	2×10^5
Moyenne globale		$1,7 \times 10^5$	

Résultats

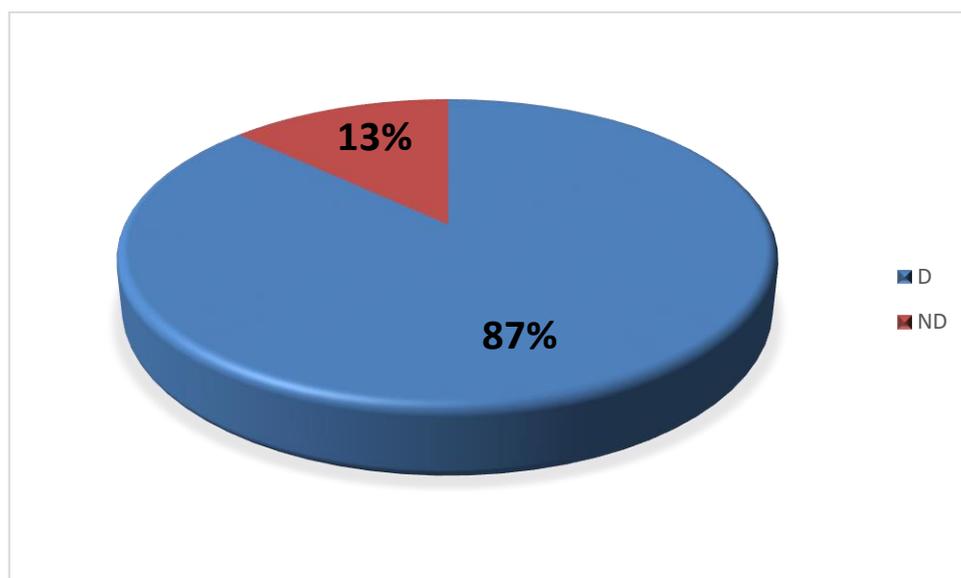


Figure N°27 : Résultats du dénombrement de la FAMT.

N : Numéro de l'échantillon ; UFC : Unité Formant Colonie ; g : gramme ; ND : Non dénombrable.

En matière de qualité bactériologique, ces échantillons peuvent être classés comme suit par rapport aux critères microbiologiques de la réglementation nationale :

- ❖ 85% (22/26) présentent des résultats d'analyses inférieurs au critère « **m** » ; ce qui signifie que la qualité bactériologique de ces échantillons est satisfaisante.
- ❖ 15% (4/26) des échantillons testés présentent des résultats d'analyses compris entre les critères « **m** » et « **M** » ; ce qui signifie que la qualité bactériologique de ces échantillons est acceptable.
- ❖ Et 0% (0/26) des échantillons testés présentent des résultats d'analyses supérieurs à « **M** » ; ce qui signifie qu'aucun des échantillons testés n'était de qualité bactériologique non satisfaisante.

Les résultats obtenus sont rapportés dans (**Tableau N°12**) et illustrés par la (**Figure N°28**).

Résultats

Tableau N°12 : Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques de la FAMT.

N	Résultats (UFC/g) (X)	Interprétation			N	Résultats (UFC/g) (X)	Interprétation		
		X < m	m < X < M	X > M			X < m	m < X < M	X > M
1	3x10 ⁵	+	-	-	16	1,3x10 ⁴	+	-	-
2	2,6x10 ⁵	+	-	-	17	10 ⁴	+	-	-
3	1,7x10 ⁵	+	-	-	18	1,2x10 ⁴	+	-	-
4	1,9x10 ⁵	+	-	-	19	1,8x10 ⁴	+	-	-
5	1,9x10 ⁵	+	-	-	20	1,6x10 ⁴	+	-	-
6	4,4x10 ⁴	+	-	-	21	4x10 ⁵	-	+	-
7	2x10 ⁴	+	-	-	22	1,7x10 ⁵	+	-	-
8	ND	/	/	/	23	2,1x10 ⁵	+	-	-
9	1,4x10 ⁴	+	-	-	24	3,9x10 ⁵	-	+	-
10	ND	/	/	/	25	3x10 ⁴	+	-	-
11	4,9x10 ⁴	+	-	-	26	3,3x10 ⁵	-	+	-
12	ND	/	/	/	27	2,6x10 ⁵	+	-	-
13	2,4x10 ⁴	+	-	-	28	9,1x10 ⁴	+	-	-
14	3,9x10 ³	+	-	-	29	3,7x10 ⁵	-	+	-
15	ND	/	/	/	30	2x10 ⁵	+	-	-

N : Numéro de l'échantillon ; UFC : Unité Formant Colonie ; ND : Non dénombrable ; X : Résultat ; / : Résultat non interprétable ; + : Résultat positif ; - : Résultat négatif.

m= 3x10⁵ ; M= 3x10⁶

Résultats

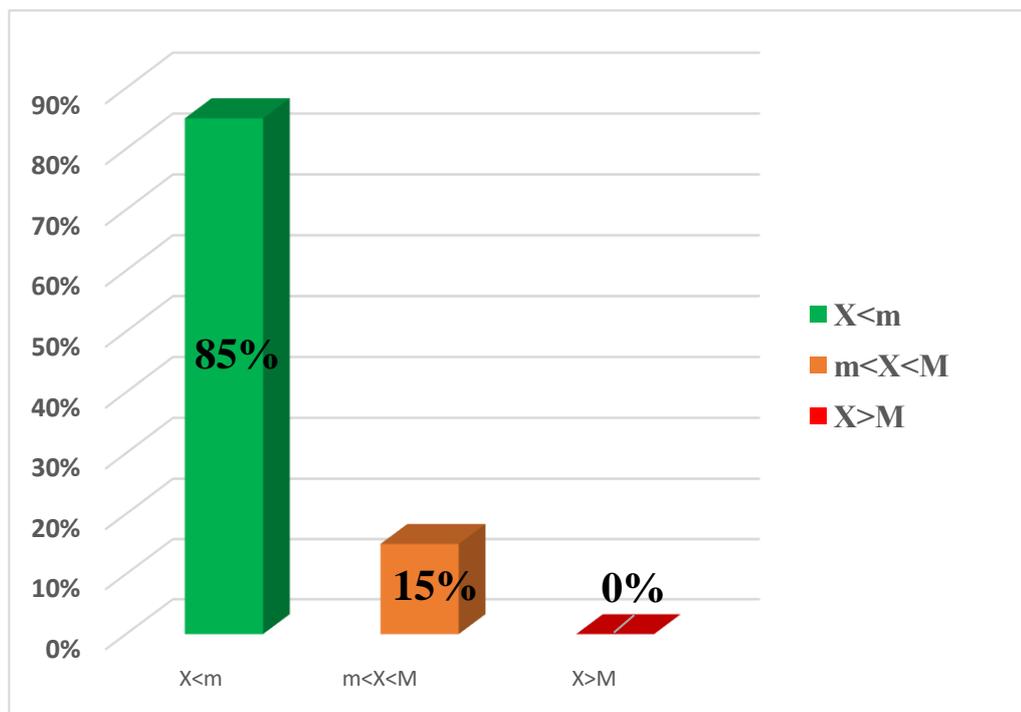


Figure N°28 : Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques de la FAMT.

II.2 Dénombrement des coliformes thermotolérants :

100% *des* échantillons testés présentent une contamination par les coliformes thermotolérants, dont 83% (25/30) sont dénombrables (**Figure N°29**). Les résultats obtenus sont rapportés dans le (**Tableau N°13**).

La valeur minimale des dénombrements des coliformes thermotolérants enregistrée est de $1,6 \times 10^2$ UFC/g, alors que la valeur maximale est de $1,8 \times 10^5$ UFC/g.

La moyenne des dénombrements de l'ensemble des échantillons testés est de $6,2 \times 10^4$.

Résultats

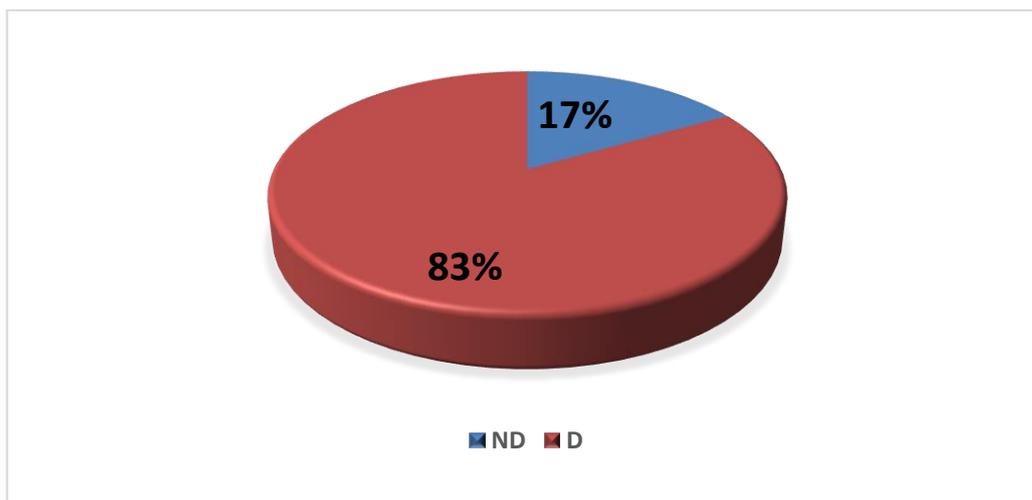


Figure N°29 : Résultats du dénombrement des coliformes thermotolérants.

Tableau N°13 : Résultats du dénombrement des coliformes thermotolérants.

N	Résultats (UFC/g)	N	Résultats (UFC/g)
1	$2,7 \times 10^3$	16	ND
2	ND	17	$1,2 \times 10^4$
3	$5,3 \times 10^4$	18	ND
4	$8,1 \times 10^4$	19	$1,1 \times 10^3$
5	$1,5 \times 10^5$	20	ND
6	ND	21	$1,8 \times 10^5$
7	$7,3 \times 10^2$	22	$1,4 \times 10^5$
8	$1,5 \times 10^4$	23	$1,7 \times 10^5$
9	$3,1 \times 10^3$	24	$2,3 \times 10^3$
10	$1,4 \times 10^4$	25	$1,7 \times 10^4$
11	$8,9 \times 10^2$	26	$1,3 \times 10^5$
12	$1,3 \times 10^4$	27	$1,4 \times 10^3$
13	$1,9 \times 10^3$	28	$1,6 \times 10^2$
14	$1,8 \times 10^2$	29	$1,5 \times 10^3$
15	$1,2 \times 10^3$	30	$1,1 \times 10^5$
Moyenne globale		$6,2 \times 10^4$	

N : Numéro de l'échantillon ; UFC : Unité Formant Colonie ; g : gramme ; ND : Non dénombrable

Résultats

Les résultats de la qualité bactériologique des échantillons dénombrables peuvent être classés comme suit par rapport aux critères microbiologiques de la réglementation nationale :

- ❖ 8% des échantillons testés (2/25) présentent des valeurs inférieures à «**m** » ; ce qui signifie que la qualité bactériologique de ces échantillons est satisfaisante.
- ❖ 40% des échantillons testés (10/25) présentent des valeurs comprises entre « **m** » et « **M** » ; ce qui signifie que la qualité bactériologique de ces échantillons est acceptable.
- ❖ Et 52% des échantillons testés (13/25) présentent des valeurs supérieures à « **M** » ; ce qui signifie que la qualité bactériologique de ces échantillons est non satisfaisante.

Les résultats du dénombrement et leur classement sont notés dans le (**Tableau N°14**) et illustrés par la (**Figure N°30**).

Tableau N°14 : Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques des coliformes thermotolérants.

N	Résultats (UFC/g)(X)	Interprétation			N	Résultats (UFC/g)(X)	Interprétation		
		X<m	m<X<M	X>M			X<m	m<X<M	X>M
1	2,7x10 ³	-	+	-	16	ND	/	/	/
2	ND	/	/	/	17	1,2x10 ⁴	-	-	+
3	5,3x10 ⁴	-	-	+	18	ND	/	/	/
4	8,1x10 ⁴	-	-	+	19	1,1x10 ³	-	+	-
5	1,5x10 ⁵	-	-	+	20	ND	/	/	/
6	ND	/	/	/	21	1,8x10 ⁵	-	-	+
7	7,3x10 ²	-	+	-	22	1,4x10 ⁵	-	-	+
8	1,5x10 ⁴	-	-	+	23	1,7x10 ⁵	-	-	+
9	3,1x10 ³	-	+	-	24	2,3x10 ³	-	+	-
10	1,4x10 ⁴	-	-	+	25	1,7x10 ⁴	-	-	+
11	8,9x10 ²	-	+	-	26	1,3x10 ⁵	-	-	+
12	1,3x10 ⁴	-	-	+	27	1,4x10 ³	-	+	-
13	1,9x10 ³	-	+	-	28	1,6x10 ²	+	-	-
14	1,8x10 ²	+	-	-	29	1,5x10 ³	-	+	-
15	1,2x10 ³	-	+	-	30	1,1x10 ⁵	-	-	+

Résultats

N : Numéro de l'échantillon ; UFC : Unité Formant Colonie ; ND : Non dénombrable ; X : Résultat ; / : Résultat non interprétable ; + : Résultat positif ; - : Résultat négatif

$m= 5 \times 10^2$; $M=5 \times 10^3$.

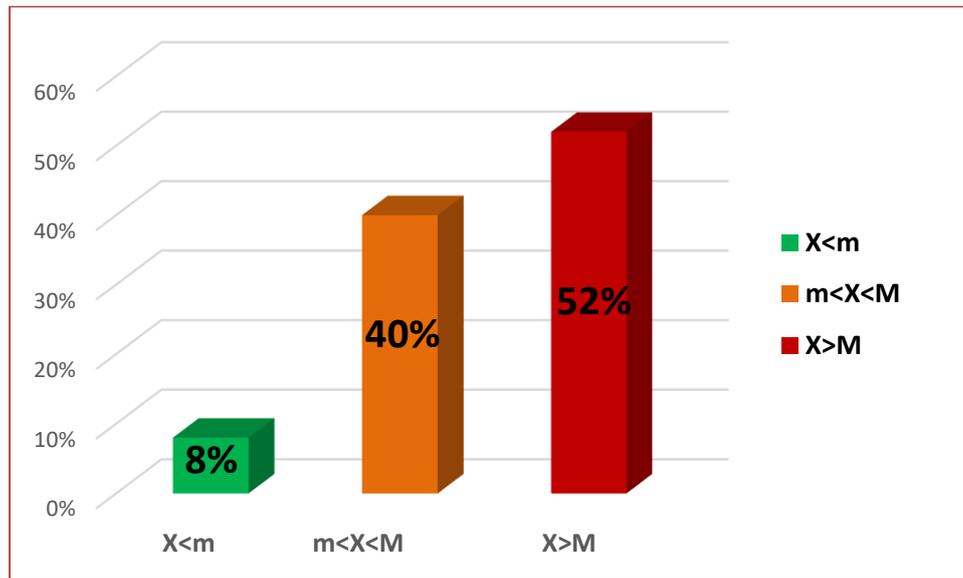


Figure N°30 : Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques des coliformes thermotolérants.

II.3 Contamination par les deux flores investiguées selon les collecteurs et selon la région

- Pour les 15 collecteurs :
 - ❖ Les résultats du dénombrement de la FAMT des collecteurs J, K, et M présentent des moyennes comprises entre « m » et « M » ; ce qui signifie que la qualité bactériologique de ces échantillons est acceptable. Les douze autres collecteurs présentent des moyennes inférieures à « m » ; ce qui signifie que la qualité bactériologique de ces échantillons était satisfaisante.
 - ❖ Les résultats du dénombrement des coliformes thermotolérants de dix des quinze collecteurs présentent des moyennes de dénombrements supérieures à la valeur « M » fixée par la réglementation nationale ; ce qui signifie que la qualité bactériologique de ces échantillons est non satisfaisante ;
Les collecteurs : L, J, D et T présentent des moyennes comprises entre « m » et « M » ; ce qui signifie que la qualité bactériologique de leurs échantillons est acceptable ; et le

Résultats

collecteur R présente des moyennes inférieures à « m » ; ce qui signifie que la qualité bactériologique de ses échantillons est satisfaisante (**Figure N°31**).

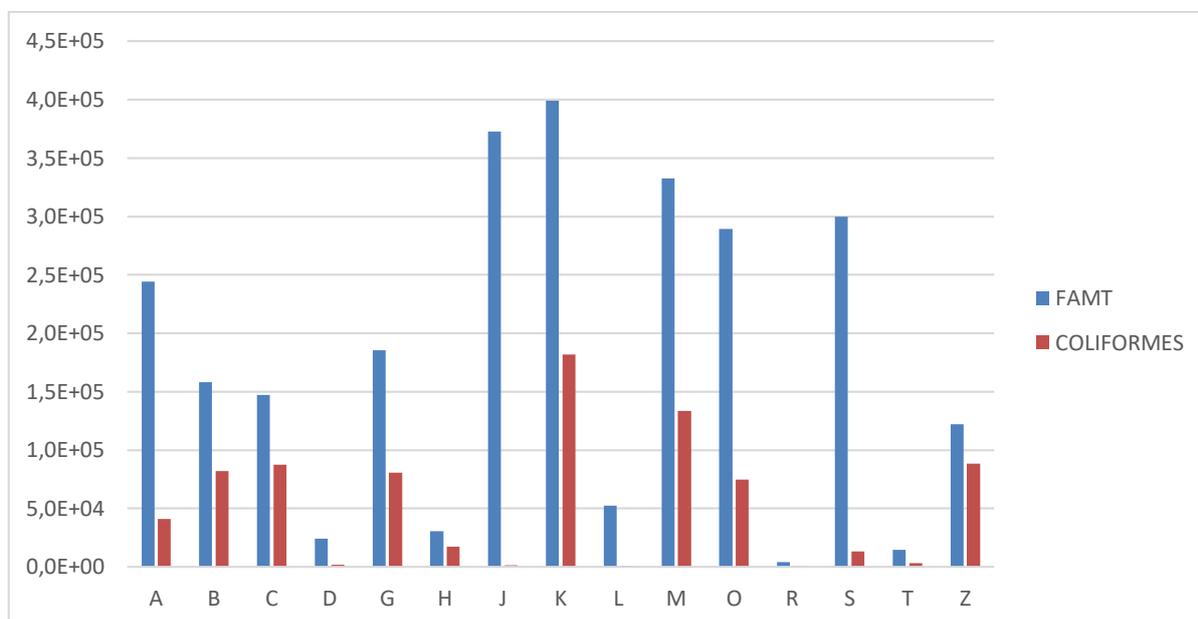


Figure N°31 : Interprétation des résultats comparatifs selon les collecteurs.

- Les résultats rapportés à l'origine géographique des échantillons permettent de constater que :
 - ❖ les résultats du dénombrement de la FAMT de toutes les Wilayas testées enregistrent des moyennes inférieures au critère « m » ; ce qui signifie que la qualité bactériologique de ces échantillons est satisfaisante.
 - ❖ Les résultats du dénombrement des coliformes thermotolérants de toutes les Wilayas testées enregistrent des moyennes supérieures au critère « M » ; ce qui signifie que la qualité bactériologique de ces échantillons est non satisfaisante (**Figure N°32**).

Résultats

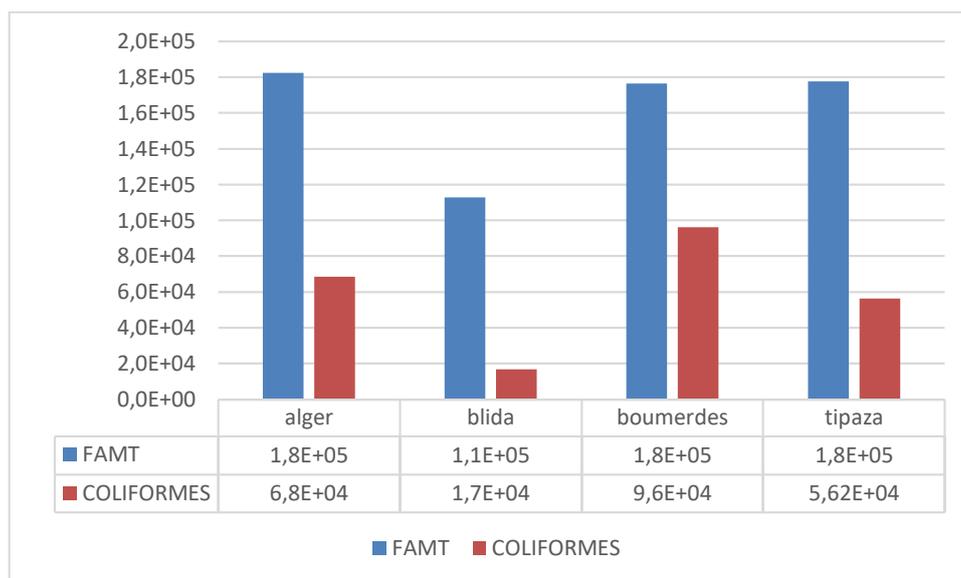


Figure N°32 : Interprétation des résultats comparatifs selon la région.

II.4 Résultats du test urée-indole :

100% des échantillons testés ont présenté une contamination par les coliformes thermotolérants, ils ont ainsi tous été soumis au test urée-indole. Les résultats du test (**Figure N°33**) montrent que :

- ❖ 73% (22/30) des souches testées sont positives au test .
- ❖ Et 27% (8/30) sont négatives au test.

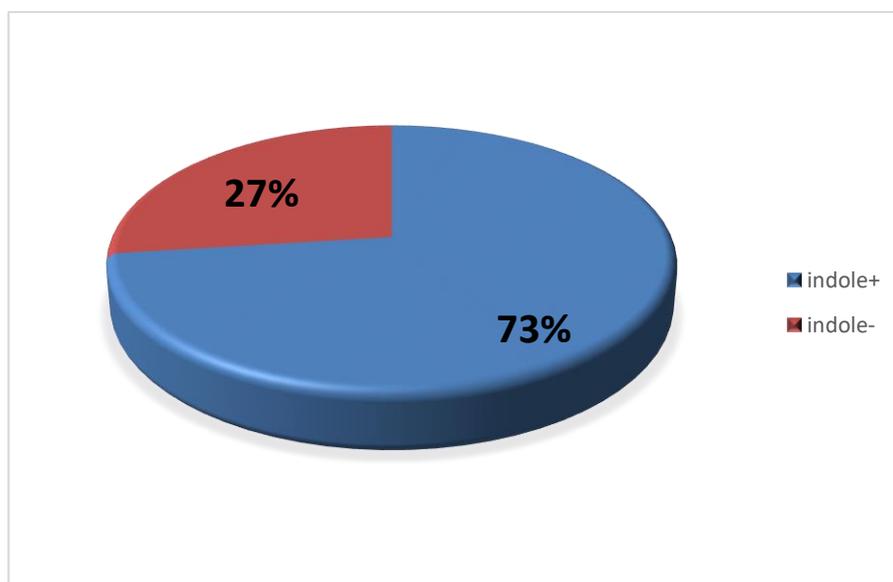


Figure N°33 : Taux de contamination par *Escherichia coli*.

II.5. Résultats du test sur gélose TSI

100% des échantillons testés présentaient une contamination par les coliformes thermotolérants, ils ont ainsi tous été soumis à une identification biochimique par ensemencement sur gélose TSI. Les résultats (**Figure N°34**) montrent que :

- ❖ 73% (22/30) des souches testées présentent les caractéristiques d'*E. coli*.
- ❖ Et 27% (8/30) présentent des caractères négatifs.

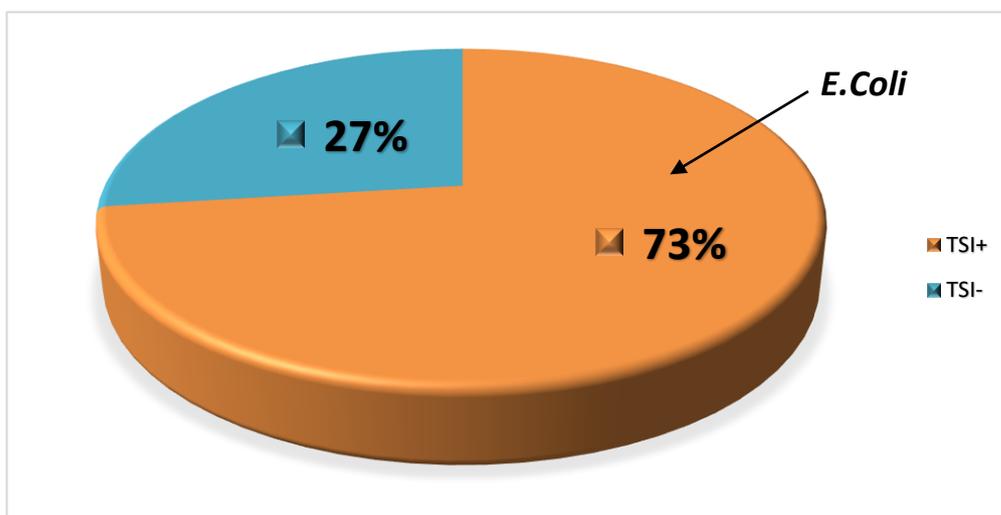


Figure N°34 : Interprétation des résultats de l'identification biochimique.

III. Recherche des résidus d'antibiotique

Les résultats obtenus pour tous les échantillons (30/30) indiquent l'absence d'antibiotiques dans le lait, ce qui signifie que 100% des échantillons étaient négatifs au test.

Discussion

L'analyse physico-chimique est un outil important dans le processus qui consiste à mettre à la disposition du consommateur des produits sains et loyaux.

Ces analyses permettent de vérifier la composition des produits (loyauté de la transaction commerciale), les fiches techniques du produit, et le respect des normes et des dispositions réglementaires.

Notre analyse physico-chimique a montré que le produit est conforme à 100% pour les déterminations effectuées par rapport aux normes de la laiterie « COLAITAL ». Ceci est confirmé par les valeurs moyennes obtenues des différents tests réalisés, l'acidité avec une moyenne de 16.33°D, la densité égale à 1028.66, la matière grasse est de 33g/l et l'extrait sec dégraissé avec une valeur de 84.53 g/l.

L'acidité est un paramètre physicochimique très important dans l'industrie laitière, elle nous renseigne sur la richesse du lait en nutriments ainsi que sur une acidité développée si elle est supérieure à 18°D. L'unité de « COLAITAL » refuse la réception des laits ayant une acidité supérieure à 18°D.

L'acidité des laits provenant des quatre wilayas (Tipaza, Alger, Boumerdès, Blida) est globalement acceptable, avec des valeurs similaires, qui peuvent être liées à différents facteurs endogènes et exogènes tels que le climat, le stade de lactation, la saison (même période d'étude) et la conduite d'élevage, notamment l'alimentation et l'apport hydrique. Selon Jean et Dijon (1993), l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphates, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique.

L'acidité titrable des échantillons testés exprimée en degré Dornic est conforme aux critères fixés par la laiterie « COLAITAL », aucune des valeurs enregistrées n'atteint la limite maximale fixée par la norme de 18°D. Les valeurs d'acidité titrable enregistrées sont en accord avec les critères fixés par l'entreprise « COLAITAL » (14-18°D), la valeur moyenne est de 16,33°D. Cette valeur est similaire à celle enregistrée par Labioui et al. (2009) au Maroc, qui enregistrent une moyenne de 16,75°D.

L'excès d'acide lactique peut être à l'origine de l'instabilité thermique des laits crus, ces derniers ne seront pas capables de subir un traitement thermique.

Discussion

Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité ≤ 21 °D. Un lait dont l'acidité est ≥ 27 °D coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité est ≥ 70 °D coagule à froid.

La densité moyenne mesurée des laits testés est de $1028,66 \pm 0,74$, cette valeur reste conforme aux critères fixés par la laiterie de « COLAITAL ». L'étude menée par Filipovitch (1954), sur la densité des laits de mélange confirme de faibles fluctuations se situant entre 1,030 et 1,032 par rapport aux variations dans les laits individuels. En dehors de tout mouillage du lait, la densité d'un lait varie selon sa richesse en matière sèche, et est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. Ainsi l'écémage du lait conduit à une élévation de sa densité (Luquet, 1985). Cependant, Bonnefoye et al. (2002) considèrent que pour des valeurs situées entre 1,028 à 1,032 ; la densité des laits est classée normale. D'autre part et considérant la période de l'étude, Hassainya et al. (2006) montrent que généralement la densité du lait est maximale au printemps et minimale en automne, cette variation peut être expliquée par le phénomène de mouillage pendant la saison de basse production.

La valeur moyenne du taux de matière grasse des laits crus analysés est de $33 \pm 2,73$ (g/l). Ce taux des laits provenant des quatre zones étudiées est conforme à la norme exigée par la laiterie « COLAITAL ». D'après Lederer (1983), un lait de très bonne qualité contient 40g/l de matière grasse, dans notre étude, 7% seulement des échantillons présentent une valeur de 38g/l, la teneur moyenne en matière grasse calculée présente une qualité moyenne.

Différents facteurs endogènes et exogènes peuvent être à l'origine de la richesse du lait en matières grasses, parmi ces nombreux facteurs, on retrouve, la race bovine exploitée, conditions d'élevage telles que le stade de lactation, l'alimentation (stratégie d'alimentation beaucoup plus basée sur les concentrés), la traite (Luquet, 1985).

A noter que l'unité de « COLAITAL » paye le lait des collecteurs en fonction de leur teneur en matière grasse.

La valeur moyenne des échantillons testés de l'extrait sec dégraissé est de $84,53 \pm 2,07$. Les valeurs de l'ESD des laits crus provenant des quatre zones sont conformes aux critères fixés par l'entreprise.

L'ESD est un critère qui peut servir pour calculer le mouillage du lait, selon Coubronne et al. (1980), les rations peu énergétiques réduisent le taux d'extrait sec dégraissé.

Discussion

Les germes dénombrés sont considérés comme des indicateurs de la qualité globale du lait et des pratiques d'hygiène. Les résultats obtenus ont permis d'évaluer les contaminations cumulées de la production à l'arrivée du lait cru à la laiterie « COLAITAL ».

Nos résultats révèlent que 100% (30/30) des échantillons analysés étaient contaminés par la FAMT et les coliformes thermotolérants. De plus, 73% (22/30) des échantillons testés présentaient une contamination par *E. coli*.

Selon Guiraud et Rosec (2004), la flore totale aérobie mésophile est constituée d'un ensemble de microorganismes variés correspondant aux germes banaux de contamination capables de se multiplier en présence d'oxygène à une température de 25 à 40 C°.

La flore mésophile aérobie totale existe toujours dans le lait cru quelque soient les conditions de sa production. Même le lait traité et manipulé dans les meilleures conditions d'hygiène, contient toujours des bactéries provenant de l'homme manipulateur, de l'animal porteur de germes au niveau du trayon des mamelles et de la peau, des installations et du matériel de traite et enfin du milieu environnant des vaches laitières. La présence de la FAMT dans le lait cru nous renseigne sur la qualité hygiénique globale des élevages. Le dénombrement de cette flore est la méthode la plus communément utilisée par les unités de transformation du lait pour évaluer la qualité bactérienne du lait et par conséquent elle constitue un indicateur important des conditions d'hygiène et de fabrication lors de la traite (Mhone et al., 2011).

En matière de FAMT, nos résultats sont similaires à ceux obtenus par Hamiroune et al. (2016) qui ont enregistré un taux de contamination dans les fermes des laits crus individuels (par vache) de 78,9 % et de 96,2 % dans les cuves. Ces mêmes auteurs estiment que le lait est de plus en plus contaminé au fur et à mesure de son passage dans les différents équipements de traite. Ils constatent dans leur étude que, du pis à la cuve de stockage du lait, la proportion d'échantillons de lait de bonne qualité a chuté de 76,1 % à 35,8 %. La dégradation rapide de la qualité bactériologique du lait tout au long de la chaîne de production à la ferme est le résultat de contaminations successives provenant des ustensiles, des mamelles, des gobelets trayeurs, de l'environnement de la traite et des mains des trayeurs. C'est au cours des opérations de récolte que le lait se contamine, et plus il est manipulé, plus le risque de contamination bactérienne augmente (Ababouch, 1995 ; Guiraud, 1998, Hamiroune et al, 2011).

Au regard des critères requis par l'Arrêté Ministériel du 04/10/2016 du JORA du 02/07/2017, relatif aux spécifications microbiologiques du lait cru, les résultats obtenus lors de l'analyse des 30 échantillons, nous ont permis de constater que 87% (26/30) des échantillons testés étaient

Discussion

dénombrables ; 85% (22/26) étaient de qualité bactériologique satisfaisante, 15% (4/26) étaient de qualité bactériologique acceptable et aucun des échantillons testés 0% (0/26) n'était de qualité bactériologique non satisfaisante pour la FAMT.

Douze collecteurs sur un total de quinze, ainsi que toutes les Wilayas testées présentaient une qualité bactériologique satisfaisante du lait cru. La valeur moyenne de la FAMT de nos échantillons est de $1,7 \times 10^5$ (ufc/g). Cette valeur est inférieure à celles retrouvées par Benhedane et al. (2015) qui est de $2,88 \times 10^7$, et par Taybi et al. (2014) qui est de $2,15 \times 10^7$ (ufc/g).

Kaouache, (2010) dans un travail réalisé sur 70 échantillons de lait cru de vaches appartenant à deux régions différentes, Constantine et Mila a enregistré des valeurs de dénombrement de la FAMT comprises entre $1,3 \times 10^4$ et $8,1 \times 10^4$ UFC/g, avec une moyenne de $4,0 \times 10^4$ UFC/g pour la région de Constantine, alors que la région de Mila a enregistré une moyenne de $4,5 \times 10^4$ UFC/g, avec un intervalle des valeurs comprises entre 1,9 et $7,6 \times 10^4$ UFC/g. Les valeurs enregistrées par Kaouache ,(2010) à l'Est du pays sont inférieures à celles que nous avons enregistrées.

Ces résultats concordent avec les normes citées par Ercolini *et al.* (2009) estimées à $5 \cdot 10^3 - 6 \cdot 10^5$ UFC/g. Cependant, Barbano *et al.* (2006) ont obtenu des valeurs supérieures aux nôtres. Ces auteurs considèrent qu'une valeur de 10^5 UFC/g est considérée comme un indice de bonne qualité de lait.

Notre résultat est supérieur à celui de Nero *et al.* (2009) (10^4 UFC/g), qui prédit à partir de cette moyenne, la présence des bactéries pathogènes dont *Listeria monocytogenes* et *Salmonella enteridis*.

Il nous est possible d'affirmer, comparativement à ces données et aux critères fixés par la réglementation algérienne en la matière, que les échantillons de lait cru testés présentent une bonne qualité microbiologique.

L'augmentation du taux de la flore aérobie mésophile totale peut provoquer des modifications néfastes du lait cru qui peuvent expliquer, en partie, les difficultés rencontrées dans les processus de fabrication, les anomalies de maturation des fromages ou de conservation des produits laitiers en général.

Il est à signaler que nous avons observé une présence de champignons lors du dénombrement de la FAMT, ceci est probablement dû à un manque d'hygiène des citernes de stockage des collecteurs conventionnés avec la laiterie « COLAITAL ».

Discussion

En matière des coliformes thermotolérants : parmi les 83% (25/30) des échantillons qui étaient dénombrables, 8% (2/25) étaient de qualité bactériologique satisfaisante, 40% (10/25) étaient de qualité bactériologique acceptable et 52% (13/25) étaient de qualité bactériologique non satisfaisante. En outre, dix des quinze collecteurs investigués présentent une qualité bactériologique non satisfaisante (A, B, C G, H, K, M, O, S et Z).

Quatre collecteurs présentent un lait de qualité bactériologique acceptable (L, J, D et T) ; et un seul collecteur présente un lait de qualité bactériologique satisfaisante (R).

L'évaluation par Wilaya testée permet de constater que les quatre wilayas présentent des laits de qualité bactériologique non-satisfaisante.

Ces résultats indiquent qu'une contamination d'origine fécale s'est produite lors de la traite soit par les mains du trayeur ou par les fèces des vaches qui contaminent le lait par contact direct avec le pis, ce qui signifie que les bonnes pratiques d'hygiène de la traite n'ont pas été respectées.

La valeur moyenne des dénombrements des coliformes thermotolérants de nos échantillons est de $6,2 \times 10^4$ ufc/g. Ce taux est inférieur à celui noté par Benhedane et al. (2015) qui est de $36,7 \cdot 10^4$ ufc/g et par Taybi et al. (2014) qui est de $3,02 \cdot 10^5$ ufc/g.

La présence des coliformes thermotolérants dans le lait cru indique une source environnementale de contamination. Leur abondance dans le lait cru reflète la non-observance des dispositions sanitaires requises au cours de la traite pour la récolte du lait, et probablement une contamination au cours du stockage du lait. Les principaux vecteurs sont fortement liés à la peau des trayons, souillée par les fèces et le matériel de traite mal conçu et mal nettoyé (Mhone et al. (2011)). En effet, Bonfoh *et al.* (2006) ont pu signaler que le mauvais nettoyage des récipients au contact du lait à la ferme laisse des niveaux résiduels de contamination de l'ordre de $4,1 \log_{10}$ ufc/g.

73% (22/30) des échantillons testés par le test urée-indole et sur gélose TSI présentaient une contamination par *E. coli*.

En termes d'hygiène alimentaire la présence d'*E.coli* indique une contamination d'origine fécale (Jay et al. 2005). Cette contamination proviendrait de l'environnement des fermes laitières. Elle pourrait être liée à des mammites à *E.coli* qui contamineraient directement le lait ; à une mauvaise hygiène lors de la traite, les pis mal nettoyés, des ustensiles non désinfectés ;

Discussion

ou encore aux biofilms que forment ces germes sur les surfaces (seaux, machines à traire, citernes de collecte etc.) et continuent à contaminer le lait collecté (Roux et Ghigo, 2006).

La plupart des souches d'*E.coli* sont inoffensives, seules certaines sont pathogènes et peuvent provoquer des toxi-infections alimentaires (OMS, 2016). Nous n'avons pas effectué de sérotypage pour voir si les souches retrouvées sont pathogène ou pas, mais nous ne pouvons pas écarter le danger que peuvent représenter ces germes sur la santé du consommateur du lait cru. Des infections graves chez des enfants, liées à la consommation de lait cru ont été rapportées par le CDC en 2008 et le germe mis en cause était *Escherichia coli* 0157 :H7 (CDC, 2008).

L'étude menée par Michelutti et al. (1999) sur les mammites à *E.coli*, démontre que la composition protéique du lait est modifiée, notamment celle des caséines qui diminue de près de 21%. Ces changements affectent la transformation fromagère et la qualité des produits laitiers.

Il est à noter que nos résultats sont supérieurs à ceux enregistrés par Benhedane et al. (2015) qui a noté que 64% des échantillons testés présentaient une contamination par *E.coli*.

Un lait de bonne qualité ne doit pas contenir d'inhibiteurs bactériens, ce qui concorde avec les résultats de notre étude qui a révélé que 100% des échantillons (30/30) ne contenaient pas d'antibiotiques, ce qui traduit soit la non utilisation d'antibiotiques, soit le respect des délais d'attente des exploitations laitières conventionnées avec la laiterie « COLAITAL ».

Nos résultats ne concordent pas ceux enregistrés par Fernane-Boumedine, (2017) qui a noté que 25% des échantillons étaient positifs au test.

La présence d'antibiotiques dans les denrées alimentaires en général et dans les laits en particulier, les rend impropres à la consommation et à la transformation, il est souhaitable d'étendre ce test et d'en faire un test de routine.

Conclusion

Le lait est un aliment dont l'importance nutritionnelle n'est plus à démontrer. En effet, il constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge. Il renferme les nutriments de base nécessaire au bon développement de l'organisme humain. Il demeure en même temps indispensable tout au long de la vie.

L'étude réalisée est orientée vers l'appréciation des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait cru livré par les collecteurs et destiné à l'utilisation par la laiterie COLAITAL. L'analyse physico-chimique a montré que le lait collecté présente globalement une composition acceptable. Il est important de signaler à ce niveau que les vaches produisent un lait riche, ayant un taux de matière grasse estimé moyen de 33 g/l \pm 1,78 ; une densité appréciable avec une valeur moyenne de 1028,66 \pm 0,74 ; une acidité titrable moyenne de 16,33D° \pm 0,82 ; et un taux d'extrait sec dégraissé moyen de 84,53 g/l \pm 2,07. Tous les résultats d'analyses physico-chimiques sont conformes aux normes de la laiterie.

Sur le plan bactériologique, nos résultats ont révélé que la flore aérobie mésophile totale (FAMT) et les coliformes thermotolérants étaient présents dans tous les échantillons testés. 85% (22/26) des échantillons présentaient une qualité bactériologique satisfaisante pour la FAMT, et aucun échantillon 0% (0/26) n'a présenté une qualité bactériologique non satisfaisante. En matière de coliformes thermotolérants, 8% (2/25) des échantillons testés, présentaient une qualité bactériologique satisfaisante, et 52% (13/25) présentaient une qualité bactériologique non satisfaisante.

Par ailleurs, nous avons constaté que 73% (22/30) des échantillons testés présentaient une contamination par *E.coli*.

En raison des taux non négligeables des coliformes thermotolérants, nous pouvons dire qu'il y a une contamination considérable du lait cru par les bactéries indicatrices de contamination fécale. Cela signifie que les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication ne sont pas correctement mises en œuvre.

Notre étude a révélé que 100% des échantillons testés (30/30) ne contenaient pas de résidus d'antibiotiques.

Recommandations

A la lumière des résultats obtenus, et pour une production d'un lait cru propre et de qualité bactériologique satisfaisante, en évitant sa contamination par les germes, nous recommandons certaines pratiques :

- Veiller à l'hygiène de la mamelle, laver et essuyer les trayons avant chaque traite pour éviter la contamination du lait par les fèces.
- Nettoyage quotidien de la machine à traire pour prévenir l'apparition des biofilms.
- Nettoyage et désinfection des citernes.
- Veillez au respect de l'hygiène du vacher lors de la traite.
- Un contrôle adéquat à l'aide de tests bactériologiques du lait depuis sa production jusqu'à sa consommation.
- Une meilleure conservation du lait cru entre +3° à +5°C afin d'empêcher la multiplication bactérienne.
- Veiller à une pasteurisation convenable du lait cru afin d'éviter tout danger pour la santé humaine.
- Sensibilisation du public sur les dangers issus de la consommation d'un lait cru contaminé.
- Renforcer le rôle du vétérinaire dans le contrôle de la sécurité et la salubrité du lait tout au long de la chaîne de production.

Références :

1. **ABABOUCHE L., (1995).** Assurance de la qualité en industrie halieutique. Rabat : Ed. Actes, p. 214.
2. **ADRIAN J., (1972).** Valeur alimentaire du lait, Ed. la maison Rustique Paris, p. 229
3. **ADRIAN J., (1972).** Valeur alimentaire du lait. Paris: Rustique In: Bulletin de l'Académie de médecine, Volume 157 G. Masson, Editeur, Libraire de l'Académie de médecine, 1973
4. **ALAIS C., (1984).** Sciences du lait. Principes de techniques laitières. 3^{ème} Edition, Edition Publicité France, p. 814.
5. **AMARIGLIO S., (1986).** Contrôle de la qualité des produits laitiers, analyses physiques et chimiques, ITSV, 3^{ème} Edition AFNOR -Paris.
6. **AMIOT J.F.S., (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyses du lait, In: VIGNOLA. Science et technologie du lait - Transformation du lait. Montréal: Ecole polytechnique.
7. **ARRETE INTERMINISTERIEL DU 18 AOUT 1993,** relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE. (1993). JORA N° 069 du 27-10-1993.
8. **ARRETE INTERMINISTERIEL DU 24 JANVIER 1998,** modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées. Ministère du Commerce. (1998).
9. **AUDIGIÉ C., DUPONT G., ZONSHAIN F., (1984).** Principes des méthodes d'analyse biochimique. Tome 1, Ed Doin, p: 220
10. **BARBANO D. M., MA Y. AND SANTOS M. V. (2006).** Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. *J. Dairy Sci.* 89 : 15- 19.
11. **BENHEDANE-BACHTARZI, N. (2012).** Qualité microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérien. Mémoire de magister en sciences alimentaires Université Mentouri Constantine, 83p.
12. **BIOKAR DIAGNOSTICS.** (s.d.). Gelose TSI. [http://solabia.com/solabia/produitsDiagnostic.nsf/0/D5D9F075857C0657C12574B4002A40BF/\\$file/FT_BK059_v6.pdf](http://solabia.com/solabia/produitsDiagnostic.nsf/0/D5D9F075857C0657C12574B4002A40BF/$file/FT_BK059_v6.pdf)
13. **BONFOH B., ROTH C., TRAORE A.N., FANE A., SIMBE C.F., ALFAROUKH I.O., NICOLET J., FARAH Z. ET ZINSSTAG J., 2006.** Effect of washing and

disinfecting containers on the microbiological quality of fresh milk sold in Bamako. *Food Control*, **17** (2), 153–161.

14. **BONNEFOY C., GUILLET F., LEYRAL G., BOURDAIS E.V., (2002).** Microbiologie et qualité dans les industries alimentaires, In : Élisabeth VIERLING , 2008 Sciences des aliments, Collection Biosciences et techniques, Ed Doin, pp : 45, 79, 83, 103
15. **BOUICHOU E.H., (2009).** Contribution à l'évaluation des pratiques frauduleuses dans le lait à la réception à Gharb Chrada bni Hsen (Maroc) P 103.
16. **BOURGEOIS C.M., (1996).** Microbiologie alimentaire Tome 1, Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments, Editeur LAVOISIER / TEC ET DOC, p 704
17. **CAROLE L. VIGNOLA (2002).** Science et technologie du lait, Transformation du lait Editeur : PRESSES INTERNATIONALES POLYTECHNIQUES, p. 600
18. **CAU J., (1993).** Au Fil du lait. Editeur : Centre Régional de Documentation Pédagogique (CRDP) Dijon 847p.
19. **CAYOT P., LORIENT D., (1998).** Structures et Techno fonctions des Protéines du lait. Paris: Tec ET Doc Lavoisier.384p.
20. **CDC. (2008).** Escherichia coli 0157:H7 Infections in Children Associated with Raw Milk and Raw Colostrum From Cows , California, 2006.57, 625-628.
21. **CLAUDE MICHEL J., POULIOT M., RICHARD J., VALLERAND C., (2002).** Lait de consommation, In: VIGNOLA C. L., Science et technologie du lait-transformation du lait, Ecole polytechnique de Montréal, ISBN:298 (600 pages).
22. **CODEX ALIMENTARIUS (1999).** Norme générale pour l'utilisation des termes de laiterie. CODEX STAN 206-. Pp: 1-4.
23. **COUBRONNE C., (1980).** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières, étude dans deux élevages. Thèse de doctorat vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, France.
24. **DECRET N° 2-00-425 DU 7 DECEMBRE 2000,** relatif au contrôle de la Production et de la commercialisation du lait et produits. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE. (2001). Bulletin officiel n° 4862 du 9 chaoual 1421 (4 janvier 2001), .

25. **DEFORGES J., DERENS E., ROSSET R., SERRAND M., (1999).** Maîtrise de la chaîne du froid des produits laitiers réfrigérés. CemOA Publications, Cemagref Editions, 108p.
26. **DIENG M., (2001).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché Dakarois. Thèse Docteur vétérinaire, Université de Dakar Sénégal. .
27. **EARLY R., (1995).** Technology of Dairy Products, Second Edition, Blackie Academic & Professional
28. **ERCOLINI D., RUSSO F., FERROCINO I., VILLANI F., (2009).** Molecular identification of mesophilic and psychrotrophic bacteria from raw cow's milk. Food Microbiol. 26: 228- 231.
29. **F.A.O. (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO : Alimentation et nutritionN°28
30. **FAYE B., LOISEAU G., (2002).** Sources de contamination dans les filières laitières et exemple de démarches qualité. In : Actes atelier int. Gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement. Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité, Montpellier, France, 11-13 déc. 2000. Montpellier, France, Cirad.
31. **FERNANE BOUMEDINE H., (2017).** Etude des bactéries thermorésistantes. Thèse de doctorat en sciences, Université Mustapha Stambouli de Mascara, p.147
32. **FILIPOVITCH Dj., (1954).** Étude sur les variations de la densité du lait de mélange. Le Lait, INRA Editions, 34 (333_334), pp.129-132.
33. **FREDOT E., (2012).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Lavoisier/TECH ET DOC, Éd. 25, p. 397.
34. **GUIRAUD J.P. (1998).** Microbiologie des principaux produits alimentaires. Microbiologie alimentaire, techniques de laboratoire, Ed. Dunod. 652 p.
35. **GUIRAUD J.P., ROSEC J.P., (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Édition AFNOR. 300p.
36. **HAMIROUNE M., BERBER A., BOUBEKEUR S., (2016).** Évaluation de la qualité bactériologique du lait cru bovin à divers stades de la chaîne de production laitière dans des fermes en Algérie, Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 2016, 35 (3), p : 24

37. **HAMZAOUI A., KENANE C., (2005).** Evaluation de la qualité bactériologique et physicochimique du lait cru au niveau de la laiterie de Beni Tamou, Blida, PFE - ENSV, p 69.
38. **HASSAINYA J., PADILLA M., TOZANLI S., (2006).** Lait et produits laitiers en méditerranée. Des filières en pleine restructuration. Editions Karthala, p 377.
39. **HERMIER J., L. J. (1992.).** *Les groupes microbiens d'intérêt laitier.* . Edition CEPIU, paris, pp. 62-88. <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>
40. **INSTITUT DE L'ELEVAGE. (2009).** Produire mieux, Traite des vaches laitières Matériel. Installation Entretien .1^{ère} Edition Guides France Agricole. Pp 55-506.
41. **JAY J.M., LOESSNER M.J., GOLDEN D.A., (2005).** Indicator of food microbial quality and food safety In: Modern Food microbiology. 7th Edn, New York: Springer, pp: 473-495.
42. **JEANTET R., CROGUENNES T., MAHAUT M., SCHUCK P., BRULÉ G., (2008).** Les produits laitiers, Collection : Sciences et techniques agroalimentaires, Editeur : LAVOISIER / TEC ET DOC
43. **JENESS S.e., (1970).** THE COMPOSITION OF MILK OF VARIOUS SPECIES; A REVIEW In: Dairy Science. Journal of Dairy Science, Volume 63, Numéros 9 à 12.
44. **KAOUACHE S., (2010).** Evaluation et taxonomie numérique de la flore *Listeria* spp. Dans un environnement d'élevage bovin Mémoire de Magistère, Département de biochimie et microbiologie, Université Mentouri Constantine.
45. **KIRAT S., (2007).** Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines - Cas de la Wilaya de Jijel en Algérie. Montpellier (France): CIHEAM-IAMM.139 p.
46. **LABIOUI H., ELMOUALDI L., BENZAKOUR A., EL YACHIOUI M., BERNY E., OUHSSINE M., (2009).** Étude physico-chimique et Microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2009, 148. pp: 7-16.
47. **LEDERER J., (1986).** Encyclopédie de l'hygiène alimentaire. Le lait; Tome 2. Paris: 2ème édition.
48. **LUQUET F.M., (1985).** Lait et produits laitiers (Vache, Brebis, Chèvre). Tome 2 Société scientifique d'hygiène alimentaire. Pp 42

49. **M'BOYA J.C., (2001).** Le lait pasteurisé, Groupe de recherche et d'échanges technologiques. Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques, Ed Agridoc, Paris, 7p.
50. **MATHIEU J., (1998).** Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec et Doc .Lavoisier Paris 220 p.
51. **MERYER C.H., D. J. ((1999)).** . *Elevage de la vache laitière en zone tropicale.* . Edition CIRAD, pp. 74-84.
52. **MHONE T.A., MATOPE G., SAIDI P.T., (2011).** Aerobic bacterial, coliform, Escherichia coli and Staphylococcus aureus counts of raw and processed milk from selected smallholder dairy farms of Zimbabwe. *Int. J. Food Microbiol*, pp. 151 223-228.
53. **MICHELUTTI I., LE ROUX Y., RAINARD P., POUTREL B., LAURENT F., (1999).** Cinétiques des variations de la composition protéique du lait au cours d'une mammite expérimentale à Escherichia coli. *Le Lait*, INRA Editions, 79 (5), pp.535-549.
54. **NERO LA., DE MATTOS M.R., DE AGUIAR F.B.M., BETOTI V. et DE METO FRANCO D.G., (2009).** Interference of raw milk autochthonous microbiota on the performance of conventional methodologies for *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. detection. *Microbiol. Res.* 164 : 529- 535.
55. **NICOLET J., FARAH Z. et ZINSSTAG J. (2006).** Effect of washing and disinfecting containers on the microbiological quality of fresh milk sold in Bamako. *Food Control*, 17 (2), 153–161. doi:10.1016/j.foodcont.2004.09.015
56. **NOBLET B., (2012).** Le lait : produits, composition et consommation en France Milk: Products, composition and consumption, *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, Volume 47, Issue 5, November 2012, Pages 242-249.
57. **OMS. (2018).** Escherichia coli, Aide-mémoire .
<http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
58. **OUAZZANI TAYBI N., ARFAOUI A., FADLI M., (2014).** Evaluation de la qualité microbiologique du lait cru dans la région du Gharb, Maroc. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 9 No. 2 Sep. 2014, pp. 487-493.
59. **POINTURIER H., (2003).** La gestion matières dans l'industrie laitière Coll. Sciences et techniques agroalimentaires, Lavoisier/TECH ET DOC, Éd., p. 388.
60. **RENNER E., SCHAAFSMA G., SCOTT K.J., (1989).** Micronutrients in milk and milk-based food products. London, Elsevier Applied Science.

61. **RHEOTEST M. (2010).** Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire, RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants
62. **ROUX A., GHIGO J.M., (2006).** Les biofilms bactériens, Communication 261, Bull. Acad. Vét. France — 2006 - Tome 159 - N°3.
63. **ROZIER, J; CARLIER V; BOLNOT, F., (1985).** Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments Paris / S.E.P.A.I.C 230P
64. **THIEULIN G., VUILLAUME R., (1967).** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs. revue générale des questions laitières, 388 pages.
65. **VEISSEYRE R., (1979).** Technologie du lait. Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3e édition Techniques laitières. Paris, Maison Rustique 1979, VI-714p.
66. **VIERLING, É. (2008).** Aliments et boissons, Technologies et aspects réglementaires Collection : Biosciences et techniques, Ed Doin, 203p.

ANNEXE

Milieux de culture et réactifs utilisés

1. Eau peptonnée exempte d'indole :

COMPOSITION	(grammes/litre)
Tryptone	10,0
Chlorure de sodium	5,0
pH 7,2±0,2	

2. Tryptone Sels Eau :

COMPOSITION	(grammes/litre)
Tryptone (peptone de caséine)	1,0
Chlorure de sodium	8,50
pH 7,0±0,2	

3. Gélose standard pour le dénombrement ou Plate Count Agar (PCA) :

COMPOSITION	(grammes/litre)
Peptone	5
Extrait de levure	2,5
Glucose	1
Agar	15
pH 7,0	

4. Gélose lactose biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) :

COMPOSITION	(grammes/litre)
Extrait de levure	3,0
Peptone	7,0
Chlorure de sodium	5,0
Sels biliaires n°3	1,5
Lactose	10,0
Rouge neutre	0,03
Cristal violet	0,002
Agar	12,0
pH 7,4±0,2	

5. Réactif de Kovacs :

COMPOSITION	
Paradiméthyleamino benzaldéhyde	5 g
Alcool amylique	75 ml
Acide chlorhydrique concentré	25ml

Résumé :

Le lait est considéré comme un aliment complet et équilibré du fait de sa richesse en plusieurs éléments nutritifs (protéines, lipides, sels minéraux, lactoses et vitamines).

Notre étude a pour but de l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de 30 échantillons de lait cru provenant des quatre wilayas (Alger, Boumerdès, Tipaza et Blida) dans la laiterie de « COLAITAL » de Birkhadem et le laboratoire d'HIDAOA de l'ENSV, pour vérifier que le produit analysé ne présente pas de dangers pour la santé du consommateur.

L'analyse physicochimique des laits cru testés, a permis d'obtenir les valeurs suivantes : un taux de matière grasse moyen de 33 g/l $\pm 1,78$; une densité moyenne de $1028,66 \pm 0,74$; une acidité titrable moyenne de $16,33 D^{\circ} \pm 0,82$; et un taux d'extrait sec dégraissé moyen de 84,53 g/l $\pm 2,07$. Tous les résultats d'analyses physico-chimiques sont conformes aux normes de la laiterie.

L'analyse microbiologique montre que la flore mésophile aérobie total est présente dans tous les échantillons testés. 85% des échantillons présentent une qualité bactériologique satisfaisante pour la FAMT, et aucun échantillon 0% n'a présenté une qualité bactériologique non satisfaisante.

Pour les coliformes thermotolérants, 8% des échantillons testés, présentent une qualité bactériologique satisfaisante, et 52% présentent une qualité bactériologique non satisfaisante. Enfin, 77% des échantillons testés présentaient une contamination par *E. Coli*, et aucun résidu d'antibiotiques n'a été retrouvé.

Ces résultats signifient que les bonnes pratiques d'hygiène ne sont pas correctement mises en œuvre.

Mots-clés : COLAITAL ; lait cru ; physico-chimie ; bactériologie ; FAMT ; coliformes thermotolérants ; *E. Coli*.

ملخص :

يعتبر الحليب غذاءً كاملاً ومتوازناً بسبب ثرائه بالعديد من المغذيات (البروتينات والدهون والمعادن واللاكتوز والفيتامينات). تهدف دراستنا إلى تقييم الجودة الفيزيائية والمكروبيولوجية لـ 30 عينة من حليب البقر الخام القادم من أربع ولايات (الجزائر وبومرداس وتيبازة والبلدية) في ملبنة كوليتال المتواجدة في بئر خادم ومخبر المدرسة الوطنية العليا للبيطرة للتحقق من أن المنتج الذي تم تحليله لا يشكل خطراً على صحة المستهلك.

الجودة الفيزيوكيميائية لهذا الحليب البقري الذي تم تحليله موافقة لمعايير الملبنة كوليتال، مع متوسط محتوى الدهون المقدر بـ 33 جرام / لتر ± 1.78 ؛ كثافة تقدر بمتوسط قيمة 1028.66 ± 0.74 ؛ متوسط الحموضة من 16.33 ± 0.82 ؛ ومعدل المواد الصلبة منزوع الدسم من 84.53 جم / لتر ± 2.07 .

التحليلات المكروبيولوجية تبين أن مجموع البكتيريا متوسطة الحرارة الهوائية كانت موجودة في جميع العينات، كان 85% من العينات البكتريولوجية ذات جودة مرضية ، ولم تظهر أي عينة 0% بان الجودة البكتريولوجية غير مرضية. فيما يخص بكتيريا البراز 8% من العينات التي تم فحصها، أظهرت ان الجودة البكتريولوجية مرضية، وكان 52% من الجودة البكتريولوجية غير مرضية، كذلك 77% من العينات ملوثة باشرشيا كولي. اظهرت النتائج كذلك عدم وجود بقايا الادوية في الحليب الطازج. هذه النتائج تعني أن ممارسات النظافة غير محترمة.

كلمات البحث: كوليتال، بكتيريا متوسطة الحرارة الهوائية ، بكتيريا البراز ، اشريشيا كولي ، البكتريولوجية, الفيزيوكيميائية.

Abstract :

Milk is considered a complete and balanced food because of its richness in several nutrients (proteins, lipids, minerals, lactose and vitamins).

Our study aims to evaluate the chemical-physico and microbiological quality of 30 samples of raw cow's milk from Algiers, Boumerdes, Tipaza and Blida ; in the dairy of Colaital Birkhadem and microbiology laboratory at ENSV to verify that the product analyzed does not pose a risk to the health of the consumer.

The physicochemical quality of this raw cow milk analyzed is in the standards, with an estimated average fat content of $33 \text{ g/l} \pm 1.78$; an appreciable density with an average value of 1028.66 ± 0.74 ; an average acidity of $16.33^\circ \pm 0.82$; and an average defatted solids content of $84.53 \text{ g/l} \pm 2.07$. All chemical-physico results are in accordance with the standards of the dairy Colaital.

Microbiological analyzes showed that total aerobic mesophilic flora was present in all samples, 85% of the samples had satisfactory bacterial quality for FAMT, and 0% sample showed unsatisfactory bacteriological quality.

For the thermo-tolerant coliforms, 8% of the samples tested were of satisfactory bacteriological quality, and 52% were of unsatisfactory bacteriological quality, 77% of the samples tested were contaminated by *Escherichia coli*, and there is no antibiotic residue.

These results mean that good hygiene practices are defective.

Keywords: COLAITAL, FAMT, thermo-tolerant coliforms, *Escherichia coli*, chemical-physico, bacteriological

Résumé :

Le lait est considéré comme un aliment complet et équilibré du fait de sa richesse en plusieurs éléments nutritifs (protéines, lipides, sels minéraux, lactoses et vitamines).

Notre étude a pour but de l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de 30 échantillons de lait cru provenant des quatre wilayas (Alger, Boumerdès, Tipaza et Blida) dans la laiterie de « COLAITAL » de Birkhadem et le laboratoire d'HIDAOA de l'ENSV, pour vérifier que le produit analysé ne présente pas de dangers pour la santé du consommateur.

L'analyse physicochimique des laits cru testés, a permis d'obtenir les valeurs suivantes : un taux de matière grasse moyen de $33 \text{ g/l} \pm 1,78$; une densité moyenne de $1028,66 \pm 0,74$; une acidité titrable moyenne de $16,33 \text{D}^\circ \pm 0,82$; et un taux d'extrait sec dégraissé moyen de $84,53 \text{ g/l} \pm 2,07$. Tous les résultats d'analyses physico-chimiques sont conformes aux normes de la laiterie.

L'analyse microbiologique montre que la flore mésophile aérobie total est présente dans tous les échantillons testés. 85% des échantillons présentent une qualité bactériologique satisfaisante pour la FAMT, et aucun échantillon 0% n'a présenté une qualité bactériologique non satisfaisante.

Pour les coliformes thermotolérants, 8% des échantillons testés, présentent une qualité bactériologique satisfaisante, et 52% présentent une qualité bactériologique non satisfaisante. Enfin, 77% des échantillons testés présentaient une contamination par *E. Coli*, et aucun résidu d'antibiotiques n'a été retrouvé. Ces résultats signifient que les bonnes pratiques d'hygiène ne sont pas correctement mises en œuvre.

Mots-clés : COLAITAL ; lait cru ; physico-chimie ; bactériologie ; FAMT ; coliformes thermotolérants ; *E. Coli*.

ملخص:

يعتبر الحليب غذاءً كاملاً ومتوازناً بسبب ثرائه بالعديد من المغذيات (البروتينات والدهون والمعادن واللاكتوز والفيتامينات). تهدف دراستنا إلى تقييم الجودة الفيزيائية والمكروبيولوجية لـ 30 عينة من حليب البقر الخام القادم من أربع ولايات (الجزائر وبومرداس وتيبازة والبلدية) في ملبنة كوليتال المتواجدة في بئر خادم ومخبر المدرسة الوطنية العليا للبيطرة للتحقق من أن المنتج الذي تم تحليله لا يشكل خطراً على صحة المستهلك.

الجودة الفيزيوكيميائية لهذا الحليب البقري الذي تم تحليله موافقة لمعايير الملبنة كوليتال، مع متوسط محتوى الدهون المقدر بـ 33 جرام / لتر $1.78 \pm$ ؛ كثافة تقدر بمتوسط قيمة 1028.66 ± 0.74 ؛ متوسط الحموضة من 16.33 ± 0.82 ؛ ومعدل المواد الصلبة منزوع الدسم من $84.53 \text{ جم / لتر} \pm 2.07$.

التحليلات المكروبيولوجية تبين أن مجموع البكتيريا متوسطة الحرارة الهوائية كانت موجودة في جميع العينات، كان 85% من العينات البكتريولوجية ذات جودة مرضية، ولم تظهر أي عينة 0% بان الجودة البكتريولوجية غير مرضية. فيما يخص بكتيريا البراز 8% من العينات التي تم فحصها، أظهرت ان الجودة البكتريولوجية مرضية، وكان 52% من الجودة البكتريولوجية غير مرضية، كذلك 77% من العينات ملوثة بأشرباشيا كولي.

أظهرت النتائج كذلك عدم وجود بقايا الادوية في الحليب الطازج.

هذه النتائج تعني أن ممارسات النظافة غير محترمة.

كلمات البحث: كوليتال، بكتيريا متوسطة الحرارة الهوائية، بكتيريا البراز، أشرباشيا كولي، البكتريولوجية، الفيزيوكيميائية.

Abstract :

Milk is considered a complete and balanced food because of its richness in several nutrients (proteins, lipids, minerals, lactose and vitamins).

Our study aims to evaluate the chemical-physico and microbiological quality of 30 samples of raw cow's milk from Algiers, Boumerdes, Tipaza and Blida ; in the dairy of Colaital Birkhadem and microbiology laboratory at ENSV to verify that the product analyzed does not pose a risk to the health of the consumer.

The physicochemical quality of this raw cow milk analyzed is in the standards, with an estimated average fat content of $33 \text{ g / l} \pm 1.78$; an appreciable density with an average value of 1028.66 ± 0.74 ; an average acidity of $16.33^\circ \pm 0.82$; and an average defatted solids content of $84.53 \text{ g / l} \pm 2.07$. All chemical-physico results are in accordance with the standards of the dairy Colaital.

Microbiological analyzes showed that total aerobic mesophilic flora was present in all samples, 85% of the samples had satisfactory bacterial quality for FAMT, and 0% sample showed unsatisfactory bacteriological quality. For the thermo-tolerant coliforms, 8% of the samples tested were of satisfactory bacteriological quality, and 52% were of unsatisfactory bacteriological quality, 77% of the samples tested were contaminated by *Escherichia coli*, and there is no antibiotic residue.

These results mean that good hygiene practices are defective.

Keywords: COLAITAL, FAMT, thermo-tolerant coliforms, *Escherichia coli*, chemical-physico, bacteriological.