

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET  
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES  
DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE

PROJET DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE  
DOCTEUR VETERINAIRE

SOUS LE THEME

*CONTRÔLE DE LA QUALITÉ  
MICROBIOLOGIQUE DU LAIT DE VACHE  
PASTEURISÉ CONDITIONNÉ ET DE LA VIANDE  
HACHÉE FRAÎCHE*

PRESENTE PAR:

Mlle BOMOUA Ablan  
Olivia Charlène

ENCADRE PAR:

Dr MAHOUZ  
FATIMA



## **DEDICACES**

À mes parents,

Mon père que j'aime de tout mon cœur et qui a toujours fais de bon choix pour ma vie.

Ma mère, mon idole, l'idéal des mères, que j'aime aussi de tout mon cœur.

Merci pour vos conseils et vos prières et plus encore pour votre amour. Je vous aime et je vous dédie ce travail de bon gré et avec reconnaissance.

À mes frères, mes sœurs BLANCHARD et AMANDINE BOMOUA, DANIELLE ECLA, BRAHIMAN, et tous les membres de ma famille qui m'ont vraiment soutenu ; Pour avoir été présent quand j'ai eu besoin de vous et ce malgré la distance qui nous séparait. Je vous dédie aussi ce travail

À ma famille en Emmanuel ; Pour vos prières Guillaîne, Barbara, Emma, Espoir, Julia, Véronique, Prisca, Danielle, Carmela, et notre communauté de Tiaret. Je vous garderez toujours dans mon cœur où que je sois. Merci infiniment

À mes Amis proches Dofoungo OUATTARA, Morel OYERE, Barbara BAYA, Emmanuela GAUVIN, Espoir, Julia OUATTARA ; Vos conseils, votre présence, votre soutien m'ont permis d'arriver à ce résultat. Je me réjouis de vous avoir connu et c'est pour cela que je suis heureuse de vous dédier ce travail.

À ces deux personnes que je n'oublierai jamais ; À toi Monique Matsanga et toi Maman PAULINE, vous êtes deux femmes importante dans ma vie. Vous avez quittez ce monde tellement tôt avant de voir le fruit de vos conseils, de vos prières. Personne n'arrachera votre place dans mon cœur. Reposez en paix et que votre dernière demeure soit au paradis.

Aux pères HUBERT, RENE, MARIUS et au frère DOMINIQUE

Je ne peux pas finir de vous dire merci pour votre présence et le temps que vous avez disposez pour moi. La considération dont vous avez fait preuve en mon égard m'a donné confiance en moi et m'a permis d'avancer. Je vous dédie ce travail car il est le fruit de vos conseils.

À vous RITCHY, CANESIUS, BERNARD et tous mes amis qui m'ont soutenu de loin ou de près...



## **REMERCIEMENTS**

Mes remerciements s'adressent particulièrement au tout puissant EL SCHADAÏ, celui qui ne m'a jamais abandonné. Il m'a donné la force et la connaissance nécessaire pour rédiger ce travail ainsi permettre ce moment ;

A ma promotrice

Au Docteur MAHOUZ FATIMA qui a dirigé ce travail avec patience et dévouement ;

Au président du jury et examinateur

Au Docteur AISSET SAAD, pour avoir accepté de présider le jury ;

Au Docteur FERNANE HABIBA :

Je tiens à remercier l'ensemble des enseignants pour leurs contributions à ma formation ;

A l'équipe du laboratoire de microbiologie sise à l'Institut Vétérinaire de Tiaret mais plus particulièrement mademoiselle ABDELAH FATIHA;

Ma promotion 2014 pour leur soutien ;

Ma famille, mes amis, et tous ceux qui m'ont aidé pour la réalisation de ce travail ;

Je vous adresse mes vifs remerciements.

# SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX.....	i
LISTE DES PHOTOS.....	i
LISTE DES FIGURES.....	i
LISTE DES ABREVIATIONS.....	ii
INTRODUCTION.....	1
PARTIE 1 : SYTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LE LAIT CRU ET PASTEURISÉ.....	4
I.1- LE LAIT CRU.....	4
I.1.1- Définition.....	4
I.1.2- Composition physico-chimique du lait.....	4
I.1.2.1- Composition du lait.....	4
I.2- FLORE MICROBIENNE DU LAIT.....	9
I.2.1- Microorganismes utiles.....	9
I.2.1.1- Caractéristique générale des microorganismes utiles.....	9
I.2.2- Les microorganismes nuisibles.....	10
I.2.2.1- Origine des contaminations.....	10
I.2.2.2- La flore d'altération.....	11
I.2.2.3- Les micro-organismes pathogènes ou toxigènes.....	12
I.3- LA PLACE DU LAIT DANS L'ALIMENTATION.....	13
I.3.1- Les effets bénéfiques du lait et de ses dérivées.....	13
I.3.2- Les litiges liés à la consommation du lait.....	14
I.4- LE LAIT PASTEURISÉ.....	15
I.4.1- Définition.....	15
I.4.1.1- La pasteurisation.....	15
I.4.2- Le lait pasteurisé.....	16
I.4.2.1- Influence de la pasteurisation sur la valeur nutritive du lait.....	16
I.4.2.2- Effet de la pasteurisation sur les microorganismes.....	16
CHAPITRE II : LA VIANDE.....	19
II.1- DÉFINITION ET GÉNÉRALITÉS.....	19
II.1.1- Définition.....	19
II.1.2- Composition du muscle.....	19
II.1.3- Composition chimique du muscle.....	20

II.1.4- Transformation du muscle en viande .....	20
II.1.4.1- Etat pantelant ou phase d'excitabilité musculaire .....	20
II.1.4.2- La <i>rigor-mortis</i> .....	21
II.1.4.3- La maturation de la viande .....	21
II.2- IMPORTANCE DE LA VIANDE DANS L'ALIMENTATION .....	22
II.3- SOURCES DE CONTAMINATION DE LA VIANDE ROUGE BOVINE.....	22
II.3.1- Contamination <i>post mortem</i> .....	22
II.3.2- Contamination pendant l'abattage.....	22
II.3.3- Contamination pendant le transport .....	23
II.3.4- Contamination au niveau des ateliers de découpe .....	23
II.3.5- Dans les ateliers de fabrication de la viande hachée .....	23
II.3.6- Contamination par le non-respect de la chaîne du froid.....	23
II.4- FACTEURS INFLUENÇANT LA CONTAMINATION DE LA VIANDE .....	23
II.4.1- La température.....	23
II.4.2- Le pH.....	25
II.4.3- Autres facteurs.....	25
II.5- BACTÉRIOLOGIE DE LA VIANDE .....	25
II.5.1- Germes saprophytes et germes de test d'hygiène.....	25
II.5.2- Germes pathogènes .....	26
II.5.3- Champignons microscopiques.....	26
CHAPITRE III : CONTRÔLE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS.....	29
III.1- GÉNÉRALITÉS ET DÉFINITION .....	29
III.1.1- Définition .....	29
III.2- LA QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE D'UN ALIMENT .....	29
III.2.1- Législation de la microbiologie alimentaire .....	29
III.2.2- Étapes du contrôle microbiologique d'un produit fini .....	30
III.2.3- Interprétation de résultats en microbiologie alimentaire.....	32
III.2.3.2- Plans d'échantillonnage .....	32
III.3- BACTERIES RECHERCHEES EN MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE ET LES EFFETS DES MICRO-ORGANISMES PATHOGENES POUR L'HOMME SUR LA SANTE PUBLIQUE .....	33
III.3.1- La microflore aérobie totale.....	33
III.3.2- La flore témoins de contamination fécale .....	34
III.3.2.1- Les indicateurs technologiques (les Coliformes à 30°C) .....	34
III.3.2.2- Les bactéries témoins de contamination fécale (les coliformes thermo- tolérants à 44°C) .....	34

III.3.2.3- Les streptocoques fécaux .....	35
III.3.3- Les germes pathogènes .....	35
III.3.3.1- Salmonelles .....	35
III.3.3.1.1- Généralités .....	35
III.3.3.1.2- effets sur la santé publique.....	35
III.3.3.2- Les staphylocoques aureus pathogènes.....	36
III.3.3.2.1- Généralités .....	36
III.3.3.2.2- Effet sur la santé publique.....	36
III.3.3.3- Les anaérobies sulfite-réducteurs ( <i>clostridium perfringens</i> et <i>clostridium botulinum</i> ) .	37
III.3.3.3.1- Généralités .....	37
III.3.3.3.2- Effet néfaste sur la santé .....	37
III.3.3.4- <i>Escherichia Coli</i> .....	38
III.3.3.4.1- Généralités .....	38
III.3.3.4.2- Effet sur la santé publique.....	38
III.3.3.5- Dangers liés à la présence d'autres bactéries pathogènes dans le lait et la viande.....	39
III.3.3.5.1- <i>Shigella dysenteriae</i> .....	39
III.3.3.5.2- <i>Campylobacter jejuni</i> et <i>Yersinia</i> .....	39
III.3.3.5.3- <i>Listéria monocytogenes</i> .....	39
III.3.3.5.4- <i>Bacillus cereus</i> .....	40
III.3.3.5.5- Bactérie du genre <i>Brucella</i> .....	40
PARTIE 2 : ÉTUDE EXPERIMENTALE.....	44
I.1- MATÉRIELS UTILISÉS .....	44
I.1.1- Appareillages et verreries .....	44
I.1.2- Milieux et produits utilisés .....	45
I.2- MÉTHODES .....	45
I.2.1-Prélèvement .....	45
I.2.2- Méthodes d'analyse et bactéries recherchées dans le lait pasteurisé conditionné .....	46
I.2.2.1- Préparation de la dilution mère et des dilutions décimales.....	46
I.2.2.2- Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT).....	46
I.2.2.3- Dénombrement des coliformes totaux .....	47
I.2.2.4- Dénombrement des staphylocoques présumés pathogène .....	47
I.2.2.5- Dénombrement de clostridies sulfite-réducteurs .....	48
I.2.2.6- Dénombrement des streptocoques fécaux du groupe D.....	48
I.2.3- Méthodes d'analyse et bactéries recherchées dans la viande fraîche hachée .....	48
I.2.3.1- Préparation de la dilution primaire et dilutions décimale .....	48

I.2.3.2- Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT).....	49
I.2.3.3- Dénombrement des coliformes thermotolérants à 44°C .....	49
I.2.3.4- Dénombrement des staphylocoques présumés pathogènes .....	49
I.2.3.5- Dénombrement des clostridies sulfito- réducteurs.....	50
I.2.3.6- Dénombrement des streptocoques fécaux du groupe D.....	50
RÉSULTATS .....	52
II.1- POUR LE LAIT PASTEURISÉ CONDITIONNÉ (à la vente) .....	52
II.1.1- Flore mésophile aérobie totale : .....	53
II.1.2- Coliformes totaux : .....	54
II.1.3- Streptocoques fécaux : .....	55
II.1.4- <i>Staphylocoque aureus</i> et Clostridies sulfito-réducteurs : .....	55
II.2- LA VIANDE FRAÎCHE HACHÉE À LA DEMANDE.....	56
II.2.1-Flore mésophile aérobie totale (FMAT) :.....	58
II.2.2- Coliformes fécaux : .....	59
II.2.3- Streptocoque fécaux : .....	59
II.2.4- <i>Staphylocoque aureus</i> : .....	60
II.2.5- Clostridies sulfito-réducteurs : .....	61
DISCUSSION .....	63
I - LE LAIT PASTEURISÉ .....	63
II- LA VIANDE FRAICHE HACHÉE.....	64
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	67
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	70
ANNEXES .....	79
Annexe 1 : Résultat et calcul des germes trouvés dans le lait pasteurisé.....	79
Annexe 2 : résultat et calcul des germes trouvés dans la viande fraîche hachée.....	81
Annexe 3 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour l'analyse du lait pasteurisé et de la viande fraîche hachée.....	83

## LISTE DES TABLEAUX

<i>TABLEAU 1: Caractéristique physico-chimique du lait</i> .....	9
<i>TABLEAU 2: La microflore du lait cru de vache</i> .....	13
<i>TABLEAU 3: Origine des principaux agents pathogènes transmis par les viandes fraîches</i> .....	27
<i>TABLEAU 4: Tableau récapitulatif des résultats obtenus après analyse</i> .....	52
<i>TABLEAU 5: Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour l'analyse de la viande fraîche hachée</i>	57

## LISTE DES PHOTOS

<i>PHOTO 1: L'eau utilisée pour le lavage des carcasses pouvant causer une contamination</i> .....	22
<i>PHOTO 2: Résultat des analyses du lait pour la recherche de la FMAT</i> .....	53
<i>PHOTO 3: FMAT</i> .....	53
<i>PHOTO 4: Coliformes</i> .....	55
<i>PHOTO 5: Résultat des analyses du lait pour la recherche des CSR</i> .....	56
<i>PHOTO 6: Résultat des analyses du lait pour la recherche des staphylocoques aureus</i> .....	56
<i>PHOTO 7: FMAT sur gélose nutritive</i> .....	58
<i>PHOTO 8: Couche de bactéries</i> .....	58
<i>PHOTO 9: Staphylocoque aureus sur milieu CHAPMAN</i> .....	60
<i>PHOTO 10: CSR sur milieu Viande-Foie avec sulfite de sodium et alun de fer</i> .....	61

## LISTE DES FIGURES

<i>FIGURE 1 : Composition et principales caractéristiques des globules gras du lait.</i> .....	5
<i>FIGURE 2 : Le lactose est synthétisé dans le pis à partir du glucose et du galactose</i> .....	8
<i>FIGURE 3: Principales sources de contamination du lait cru</i> .....	11
<i>FIGURE 4: Evolution du pH musculaire après l'abattage (Cahier de sécurité, 2004)</i> .....	21
<i>FIGURE 5: Action de la température sur les micro-organismes</i> .....	24
<i>FIGURE 6: Contrôle microbiologique d'un produit fini</i> .....	31
<i>FIGURE 7: E. coli sur milieu VRBL</i> .....	34
<i>FIGURE 8: Représentation des résultats obtenus pour la FMAT en comparaison avec la norme</i> .....	53
<i>FIGURE 9: Représentation des résultats obtenus pour les coliformes totaux en comparaison avec la norme</i> .....	54
<i>FIGURE 10: Représentation des résultats obtenus pour les staphylocoques aureus en comparaison avec la norme</i> .....	55
<i>FIGURE 11: Représentation des résultats pour la FMAT en comparaison avec la norme</i> .....	58
<i>FIGURE 12: Représentation des résultats obtenus pour les bactéries coliformes fécaux en comparaison avec la norme</i> .....	59
<i>FIGURE 13: Représentation des résultats obtenus pour les bactéries du genre staphylocoque aureus en comparaison avec la norme</i> .....	60



## LISTE DES ABREVIATIONS

- % : Pourcentage
- (°C) : Degré Celsius
- **ATP** : Adénosine Triphosphate
- **A<sub>w</sub>** : Water Activity (Activité de l'eau)
- **B. cereus** : Bacillus Cereus
- **C. botulinum** : Clostridium Botulinum
- **C. perfringens** : Clostridium Perfringens
- **CSR** : Clostridie Sulfito- Réducteur
- **DA** : Dinars Algérien
- **E. coli** : Escherichia Coli
- **FMAT** : Flore Mésophile Aérobie Totale
- **H<sub>2</sub>S** : Sulfure d'hydrogène
- **J.O.R.A** : Journal officiel de la République Algérienne
- **L. monocytogenes** : Listeria monocytogenes
- **log** : Logarithme
- **HRS** : Hight Resistance Spore
- **pH** : potentiel Hydrogène
- **PP** : Protéose-Peptones
- **S. aureus** : Staphylocoque aureus
- **S. gallinarum** : Salmonelle gallinarum
- **Sp** : Species
- **TIA** : Toxi-Infection Alimentaire
- **TIAC** : Toxi-Infection Alimentaire Collective
- **ufc** : unité formant colonie
- **UHT** : Ultra Haute Temperature
- **VRBL** : Violet Red Bile Lactose Agar
- **VTEC** : Vero-toxine d'Escherichia Coli
- $m^2 \cdot L^{-1}$  :  $m^2/L$
- **mV** : millivolt

# INTRODUCTION

## **INTRODUCTION**

Le respect de l'hygiène, quel que soit le domaine, permet d'améliorer la qualité de vie. Le lait et la viande, deux denrées alimentaires d'origine animale, sont des aliments très sollicités par les consommateurs.

Le lait constitue un produit de base dans le modèle de consommation algérien. Sa part dans les importations alimentaires totales du pays représente environ 22 % (l'Algérie se place ainsi au troisième rang mondial en matière d'importation de laits et produits laitiers, après l'Italie et le Mexique). En Algérie, le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire de chacun, quel que soit son revenu (**Amellal R., 1995**)

Quant à la viande bovine, elle tient tout de même une place importante dans l'alimentation malgré une légère augmentation du prix ; allant de 1392,68 DA en décembre 2013 à 1396,95 DA en janvier 2014 après une enquête effectuée dans la ville d'Alger (**ONS, 2014**).

Par conséquent, vu la place importante que tiennent ces denrées dans l'alimentation, l'amélioration de leurs qualités est devenue un objectif affiché dans les pays dits développés, où ces produits sont soumis à une réglementation et à un contrôle sévère à tous les niveaux, de la production à la vente, et tout cela dans le but de garantir au consommateur un produit de qualité indéfectible.

Cependant, obtenir un produit de qualité satisfaisante n'est pas chose facile à cause de la fragilité de ces denrées qui fait d'elles des milieux de culture parfait pour les microbes, qu'ils proviennent de l'air, des poussières, du matériel, du personnel qui intervient tout au long de la chaîne de production, ou encore de la peau de l'animal. Il faut aussi prendre en compte la santé du bovin, qui est liée aux conditions d'élevage. En effet, des maladies infectieuses peuvent être transmises à l'homme après ingestion ces aliments (la viande et le lait).

L'objectif de ce travail est d'apprécier la qualité microbiologique de ces deux denrées trouvées dans quelques points de vente, sur le marché de Tiaret, en menant une étude sur « Le contrôle de la qualité microbiologique du lait de vache pasteurisé conditionné (à la vente) et de la viande fraîche hachée ».

Après quelques essais de contrôle sur ces denrées, les résultats observés confirment l'importance d'un contrôle rigoureux.

**PARTIE 1 : SYNTHÈSE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE I :**  
**GÉNÉRALITES SUR LE**  
**LAIT CRU ET**  
**PASTEURISÉ**

## **PARTIE 1 : SYTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LE LAIT CRU ET PASTEURISÉ**

#### **I.1- LE LAIT CRU**

##### **I.1.1- Définition**

Le lait a été défini lors du premier Congrès international pour la répression des fraudes à Genève, en 1908, comme 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 être exempt de colostrum (**Ramet J., 1985**).

Cependant le terme lait sans indication de l'espèce animale désigne le lait de vache et contient plus de 100 substances que l'on rencontre soit en solution, en suspension ou en émulsion dans l'eau. Généralement, le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement thermique (chauffage). Ce qui a pour conséquence qu'il conserve intégralement sa flore bactérienne (les microbes) (**CRIOC, 2011**).

##### **I.1.2- Composition physico-chimique du lait**

Du point de vue physico-chimique, le lait est un produit très complexe. Une connaissance approfondie de sa structure est indispensable à la compréhension des transformations qui s'opèrent en lui et en ses dérivés au cours des divers traitements industriels.

###### **I.1.2.1- Composition du lait**

Constitué en grande partie d'eau (90%), le lait présente comme autres constituants : les matières grasses, les protéines et composés azotés non protéiques, les glucides et les matières salines. Leurs proportions varient en fonction de la race animale, de l'alimentation et de l'état de santé de l'animal, de la période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite. Cependant la composition exacte d'un échantillon de lait ne peut s'obtenir que par analyse.

###### **a) L'eau**

La production de lait diminue rapidement lorsque l'eau n'est pas disponible: elle chute le jour même où la vache n'a pas consommé la quantité d'eau requise. Il est donc important de fournir continuellement aux vaches laitières une source d'eau potable (**Michel A., 1998**).

L'eau du lait se trouve sous deux formes: l'eau libre (96% de la totalité) et l'eau liée (4%) à la matière sèche. L'eau libre par sa mobilité est très réactive, elle autorise l'état de solution du lactose et d'une partie des minéraux et rend le milieu très favorable au

développement des microorganismes. L'eau liée est fortement associée aux protéines, à la membrane des globules gras et à certains sels minéraux; elle n'est pas affectée par les procédés classiques de transformation et n'intervient pas dans les réactions chimiques, physiques et enzymatiques (**Ramet J., 1985**).

### **b) La matière grasse**

Normalement, la matière grasse constitue 3,5 à 6% du lait (3,5 à 6 g/100 g). La concentration du lait en matière grasse varie fortement avec la race de la vache et son alimentation. Par exemple, une ration riche en concentrés qui ne stimulent pas la rumination chez la vache conduit à la production d'un lait pauvre en matière grasse (2 à 2,5%) (**Michel A., 1998**).

La matière grasse du lait est à l'état d'émulsion dans le lait sous forme de globules sphériques, d'un diamètre variant entre 1,5 et 10 millièmes de millimètre (**Ramet J., 1985**). Les triacylglycérols représentent environ 97,5% des lipides totaux. Les diacylglycérols, les monoacylglycérols et les acides gras libres sont naturellement présents en faible quantité mais leur proportion peut augmenter en cas de lipolyse. De nombreux autres composés (cholestérol, hormones stéroïdiennes, vitamines, arômes et substrats d'arômes, etc.), bien que mineurs quantitativement, ont un rôle nutritionnel et organoleptique déterminant (**Romain Jeantet et al. 2007**).

Membrane du globule gras :

Composition :

Protéines (42%)  
Phospholipides (28%)  
 Cérébrosides  
 Enzymes

Caractéristiques

Epaisseur : environ 40nm  
 Interface : environ  $80\text{m}^2\text{L}^{-1}$  de lait  
 Potentiel de surface : -13mV (à pH 6,7)  
 Tension interfaciale :  $2\text{ Mn.m}^{-1}$

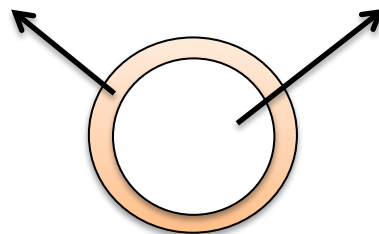
Intérieur du globule gras :

Composition :

Triacylglycérols (97-98%)  
 Diacylglycérols  
 Monoacylglycérols  
 Vitamines ADEK

Caractéristiques des acides gras

Courtes chaînes (4 à 10 carbones),  
 doubles liaison *trans*,  
 doubles liaisons conjuguées,  
 nombre impair de carbones,  
 branchés



**FIGURE 1** : Composition et principales caractéristiques des globules gras du lait.

Source : **Romain Jeantet et al. 2007**

### **c) Les matières azotées totales**

La dénomination « matières azotées totales » regroupe les protéines, ainsi que l'azote non protéique (dont l'urée) (**Florence L., 2010**).

La concentration de protéines dans le lait varie de 3 à 4% (3 à 4 g/100 g). Ce pourcentage varie avec la race de la vache et avec le pourcentage de matière grasse dans le lait (**Michel A., 1998**). Les protéines du lait forment un complexe constitué de 80% de caséines et de 20% de protéines solubles (lactalbumines, lactoglobulines, sérum albumines, immunoglobulines...) et ont des origines différentes :

- 90% des protéines du lait sont synthétisées par la mamelle (et sont spécifiques du lait) : les caséines sont entièrement synthétisées par la mamelle, les lactoglobulines sont des protéines sanguines modifiées par la mamelle.
- 10% des protéines du lait (sérum albumines, immunoglobulines) proviennent directement du sang. (**Florence L., 2010**).

### **c.1) La caséine**

La caséine est très thermostable (**Vilain, 2010**). Elle est trouvée dans le lait, à l'état micellaire, engagée dans un complexe salin (**Jouan, 2002**).

En effet, ce sont des polypeptides phosphorés associés à des constituants minéraux, en particulier le calcium, mais aussi le phosphore, le magnésium et le citrate. Une propriété importante des micelles est de pouvoir être déstabilisée par voie acide ou par voie enzymatique et de permettre la coagulation ; c'est pourquoi elle constitue le fondement de la transformation du lait en fromages et en laits fermentés (**Ramet J., 1985**).

### **c.2) Les protéines solubles**

Les protéines dites solubles correspondent aux protéines qui ne se précipitent pas par acidification, d'où leur appellation. Elles ne coagulent pas par voie enzymatique, mais sont déstabilisées par la chaleur et se caractérisent en outre par une forte hydrophilie qui leur confère des propriétés fonctionnelles originales (pouvoirs hydratant et foisonnant) et par une valeur nutritionnelle élevée (**Ramet J., 1985**).

### **c.3) Azote non protéique**

L'azote non protéique englobe un ensemble de constituants très divers à poids moléculaire réduit, dont les principaux sont l'urée, des acides aminés libres, des bases organiques (**Ramet J., 1985**). Elle représente en moyenne 5 à 6 % des matières azotées totales du lait.

Le changement de la concentration de l'ANP dans un échantillon de lait est généralement attribuable à une variation de l'urée dans cette fraction (**Elliot B. et al., 1998**). Le taux d'urée du lait de vache est généralement bas. La protéolyse augmente le taux de NPN et sa mesure est un indice de l'importance de la dégradation du lait et des produits laitiers (**Ramet J., 1985**). Qualitativement, les protéines du lait ont une efficacité nutritionnelle élevée, notamment :

- une bonne valeur biologique c'est-à-dire un bon équilibre en acides aminés indispensables.



- une digestibilité très élevée (90 à 96% pour leur coefficient de digestibilité apparent) (**Florence C., 2010**).

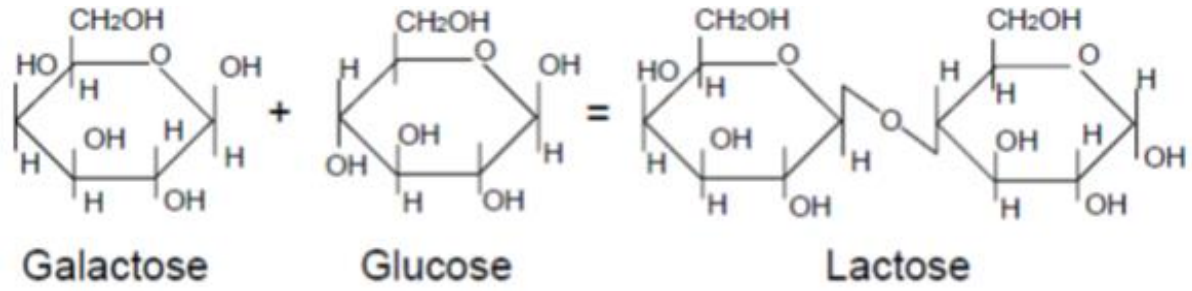
**d) Les glucides**

Il s'agit principalement du lactose. Sa concentration dans le lait ne varie que légèrement (4,8-5,2 g/100g). Contrairement à la concentration de matière grasse dans le lait, celle du lactose ne peut pas être modifiée facilement par l'alimentation et ne varie pas d'une race laitière à une autre (**Michel A., 1998**). Il est responsable par son goût sucré et par sa concentration élevée, de la saveur douce et agréable du lait frais. A l'état de solution, il est éliminé avec l'eau lors de l'égouttage des fromages et forme le constituant principal du lactosérum (**Ramet J., 1985**).

C'est un disaccharide, c'est-à-dire qu'il est composé de deux sucres simples : le glucose et le galactose. Il est un fournisseur d'énergie (**Regula T. et al., 2011**). Sa synthèse s'effectue à partir du glucose sanguin en présence de la galactosyl-tranférase et d' $\alpha$ -lactalbumine. Pour son assimilation, le lactose doit être hydrolysé par la  $\beta$ -galactosidase (lactase) sécrétée par les entérocytes de l'intestin grêle (**Romain Jeantet et al., 2007**). Une proportion importante de certaines populations humaines est incapable de digérer le lactose à cause du manque de l'enzyme (lactase) dans le tractus digestif (**Michel A., 1998**).

**FIGURE 2 :** Le lactose est synthétisé dans le pis à partir du glucose et du galactose

(Source **Michel A., 1998**).



Caractéristiques chimiques	Valeurs
pH (20)	6,6 – 6,8
Densité	1,030 – 1,033
Température de congélation (°C)	- 0,53
Caractéristiques physiques (g / 100g)	
Teneur en eau	87,3
Extrait sec total	12,7
Taux de matière grasse	3,9
Extrait sec dégraissé	9,2
Teneur en matière azotée totale	3,4
Teneur en caséine	2,8
Teneur en albumine et globuline	0,5
Teneur en lactose	4,9
Teneur en cendre	0,90
Vitamines, enzymes et gaz dissous	Traces

*TABLERAU 1: Caractéristique physico-chimique du lait*

(Source Bourgeois et al, 1990)

## **I.2- FLORE MICROBIENNE DU LAIT**

### **I.2.1- Microorganismes utiles**

#### **I.2.1.1- Caractéristique générale des microorganismes utiles**

##### **a) les ferments lactiques**

Les ferments lactiques laitiers constituent un groupe diversifié de bactéries qui ont néanmoins un certain nombre de caractéristiques communes : elles sont à Gram positifs, catalase négatifs, anaérobies facultatifs ou micro-aérophiles et hétérotrophes (Alais, 1984 ; Claude et Champagne, 1998).

Ce sont des cultures pures en proportions définies de différentes bactéries lactiques qui en se multipliant dans le lait et dans les fromages assurent deux fonctions essentielles :

- Abaisser le pH en transformant le lactose en acide lactique (*Lactococcus*, *Streptobacterium*, *Thermobacterium*) ou acide acétique, et éthanol (*Leuconostoc* et *Betabacterium*). Cette acidification est un facteur de coagulation du lait.
- Contribue aux caractères organoleptiques des fromages en libérant des systèmes enzymatiques qui participent aux principaux phénomènes de l'affinage des caillés (protéolyse en particulier).

Dans ce groupe, on compte les *Streptococcaceae* et les *Lactobacillaceae* (Naouale A., 2008).

**b) Les Propionibacteriaceae**

Ils sont très voisins des *Lactobacillaceae* et transforment l'acide lactique en CO<sub>2</sub>, acétate et propionate (Naouale A., 2008).

**c) Les Micrococcaceae**

Ils forment dans la plupart des pâtes fromagères l'essentiel de la population bactérienne non lactique. Ils proviennent du lait et des saumures. Aérobie ou anaérobie tolérants, halotolérants ; ces bactéries se développent surtout en surface.

**d) Les Corynebacteriaceae**

Très proches des *Micrococcaceae* par leurs caractères physiologiques et biochimiques, ils ne peuvent valablement être identifiés que par chromatographie.

**e) Les levures et moisissures**

- **Les levures**

Elles sont très répandues dans la nature : eau, air, sol, plantes ; il est donc normal de les retrouver dans le lait et les fromages. Dans certains produits laitiers, les levures jouent un rôle particulier (fermentation alcoolique) : c'est le cas du kéfir (boisson gazeuse, un peu aigre du Caucase).

- **Les moisissures**

Elles sont des éléments capitaux de la microflore des fromages à pâte pressée ou molle dite fleurie.

## **I.2.2- Les microorganismes nuisibles**

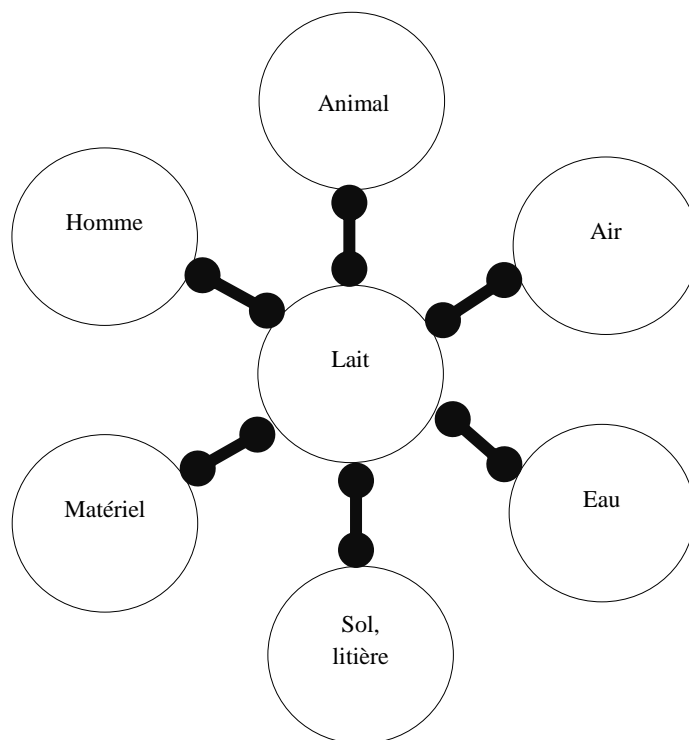
### **I.2.2.1- Origine des contaminations**

Dans la mamelle d'une vache saine, les microbes ne sont présents qu'en faible quantité dans la citerne du trayon. Le lait fabriqué dans les acini ne contient aucun microbe, on dit qu'il est stérile (Deillon JC., 2006).

Cependant, la quasi-totalité des microbes que l'on trouve dans le lait vient de l'extérieur de la mamelle, alors qu'une petite partie seulement vient de l'intérieur.

Le lait au cours de la traite, du transport et du stockage à la ferme ou à l'usine est contaminé par une grande variété de microorganismes (**Naouale A.2008**). Certains microorganismes peuvent présenter un danger pour le consommateur du lait cru ou de produits fabriqués avec du lait cru. D'autres sont seulement des agents d'altération de ces produits ; ils dégradent les composants du lait en donnant des produits de métabolisme indésirables (**Richard, 1990 et Guiraud, 1998**).

La figure ci-dessous schématise les principales sources de contamination du lait cru ;



**FIGURE 3:** Principales sources de contamination du lait cru

(Source : **Beuvier Eric et Fleury Fabienne, 2005**)

### **I.2.2.2- La flore d'altération**

#### **a) Les bactéries psychrotrophes**

Les bactéries psychrotrophes sont définies par leur aptitude à se développer à des températures inférieures à +7°C. Selon cette définition, les bactéries psychrophiles appartiennent aussi au groupe des psychrotrophes, mais en pratique les principales bactéries psychrotrophes d'intérêt alimentaire sont mésophiles (**Bornert G., 2000**).

La contamination du lait par les bactéries psychrotrophes est essentiellement un problème d'hygiène. Ces germes sont largement disséminés dans la nature. Ils sont les hôtes habituels du sol, des plantes, des eaux et du fumier (**Weber F., 1985**).

Parmi les microorganismes psychrotrophes, on trouve des moisissures, des levures et des bactéries appartenant à des genres et à des espèces variées. Ce sont les bactéries qui offrent le plus d'importance du point de vue technologique car elles constituent la flore dominante du lait et sont les plus aptes à s'y développer et à y provoquer des altérations. La plupart des bactéries psychrotrophes sont aérobies, Gram négatif et non-sporulées. Les plus fréquemment rencontrées appartiennent au genre *Pseudomonas*, notamment *P. fluorescens*. Celui-ci peut constituer 60 à 75 % parfois plus, de la flore psychrotrophe du lait. On trouve aussi des espèces appartenant aux genres *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Enterobacter*, *Escherichia*(...) (**FAO, 1998**).

**b) Les bactéries de type coliforme**

Elles sont en partie psychrotrophes et peuvent provoquer des gonflements (dégagement de gaz) et des mauvais goûts dus à la protéolyse intense à la libération de peptides amers.

**c) La flore butyrique**

Sporulée, elle résiste à la pasteurisation et peut provoquer des gonflements avec défaut de goût.

**d) Les streptocoques D (fécaux)**

Témoins de contamination fécale, ils sont responsables très souvent d'une très forte protéolyse. En somme, la flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et réduira la durée de vie du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. L'un n'exclut pas l'autre.

**I.2.2.3- Les micro-organismes pathogènes ou toxinogènes**

Les bactéries les plus importantes de cette flore pathogène sont le plus souvent mésophiles. Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (**Vignola, 2002**).

Certains proviennent de l'animal comme *mycobacterium bovis*, *Brucella*, *Coxiella*, *Bacillus anthracis*, *Salmonella*. D'autres bactéries pathogènes ou toxiconogènes peuvent provenir du personnel humain. Les personnes atteintes de pyodermites constituent des réservoirs et des vecteurs de staphylocoques pathogènes.

Flore constante		Flore accidentelle	
Bactéries des canaux galactophores	Bactéries contaminant le lait pendant et après la traite	Bactéries d'origine fécale	Bactéries présentes sur animal malade
<i>Lactobacillus</i> Streptocoques lactiques	<i>Pseudomonas</i> <i>Flavobacterium</i> Entérobactéries Microcoques Corynebactéries <i>Bacillus</i> <i>Streptococcus faecalis</i> <i>Clostridium</i>	<i>Clostridium</i> Coliformes fécaux <i>Salmonella</i> <i>Yersinia campylobacter</i>	<i>Streptococcus agalactiae</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Brucella</i> <i>Listeria</i>

**TABLEAU 2:** La microflore du lait cru de vache

(Source : **Leyral et Vierling, 2007**)

### **I.3- LA PLACE DU LAIT DANS L'ALIMENTATION**

Chez les mammifères, l'unique aliment du nouveau-né est le lait : liquide physiologique extrêmement complexe qui est adapté pour chaque espèce aux besoins spécifiques de la croissance. Mais de véritables polémiques se lèvent sur ce sujet de nos jours.

#### **I.3.1- Les effets bénéfiques du lait et de ses dérivées**

Les produits laitiers s'imposent comme la meilleure source de calcium de notre alimentation. Leur calcium est particulièrement bien absorbé et assimilé par l'organisme. Le calcium est nécessaire à la minéralisation des os et des dents tout au long de la vie.

Le calcium intervient également dans de nombreux processus vitaux : contraction musculaire, coagulation sanguine, pression artérielle, transmission de l'influx nerveux, fonctions hormonales, activité enzymatique, renouvellement cellulaire. De même, les produits laitiers représentent une excellente source de phosphore, essentiel lui aussi à la minéralisation des os et des dents, ainsi qu'à la régénérescence des tissus.

Ces produits laitiers offrent aussi un apport en protéines de qualité, dont la valeur biologique est comparable à celle des protéines de la viande. La consommation régulière de produits laitiers offrant de bonnes teneurs en vitamine **B12**, permet ainsi d'assurer une meilleure couverture des besoins de l'organisme.

La présence de vitamine **A** dans les produits laitiers favorise la santé de la peau, des os et des dents, mais aussi l'acuité visuelle.

Ainsi, les produits laitiers participent à la prévention de l'ostéoporose, des maladies cardiovasculaires, du cancer du côlon et de l'obésité mais aussi semblent jouer un rôle dans la gestion du surpoids et dans l'apparition du syndrome métabolique.

La consommation de lait a connu une diminution ces dernières décennies, ce qui est en partie dû à l'association des graisses du lait (qui se composent pour plus de la moitié d'acides gras saturés) avec l'obésité et les maladies cardiovasculaires (MCV). Sur la base d'études épidémiologiques, il s'avère néanmoins ne pas y avoir de relation consistante entre une consommation plus élevée de produits laitiers et les MCV (**Astrup et al., 2011**).

Environ 1% des graisses du lait sont des phospholipides et glycosphingolipides. Ces lipides, riches en acides gras polyinsaturés, sont associés à de nombreux processus biologiques, tels que la fixation des cations, la communication intercellulaire, la régulation de la différenciation cellulaire et de la prolifération cellulaire, la réaction immunitaire, la signalisation transmembranaire, et ont un rôle de récepteur pour certaines hormones et certains facteurs de croissance (**Haug et al., 2007**).

Vue toutes ces qualités, la recommandation du Programme National Nutrition Santé de consommer trois produits laitiers par jour vient justifier l'importance du lait dans l'alimentation.

### **I.3.2- Les litiges liés à la consommation du lait**

Le lait de vache non modifié est trop riche en protéines et en caséines pour les capacités digestives (formation d'un caillé peu digeste) et métaboliques (élimination d'une charge azotée excédant les possibilités rénales) du très jeune enfant. La quantité de minéraux (sodium, calcium, phosphore) est très élevée et demande à être réduite pour éviter de solliciter trop la fonction rénale d'épuration (**FAO, 1998**).

L'adaptation du lait de vache pour en faire un substitut acceptable du lait humain consiste donc à réduire la teneur de caséine, de sodium, de phosphates et aussi de calcium tout en restant à des niveaux d'apports sensiblement supérieurs à ceux du lait humain (**Tsang et Nichols, 1988**).



Le lait semblerait être responsable de plusieurs maladies parce que de nombreuses affections en relation avec sa consommation touchent le système immunitaire. Ce dernier est fortement mis à contribution lorsqu'il doit neutraliser des protéines animales d'origine étrangère, comme celles du lait de vache.

Chez certaines personnes très sensibles, la consommation du lait peut dérégler le système immunitaire allant jusqu'à causer des maladies auto-immunes (qui attaquent leur propre organisme). Souvent les adultes font face à une intolérance au lactose car ils ne produisent plus l'enzyme lactase qui digère le sucre du lait (lactose).

Ces intolérances sont remarquées car avec l'apparition des premières dents, l'appareil digestif des êtres humains s'apprête à digérer des aliments solides alors il n'a plus besoin d'un système digestif adapté pour digérer le lait. D'autres populations n'ont pas été capables de contourner cette difficulté digestive et ont tout simplement renoncé à consommer du lait et, dans le même pas, tout dérivé laitier (**Delmont, 1983**).

Il serait également un facteur aggravant en cas d'artériosclérose et d'arthrite rhumatoïde (**Philippe C., 2013**).

En situation d'abondance, c'est-à-dire dans les pays industrialisés et nantis, une consommation importante de lait et/ou de produits laitiers fait partie des facteurs de risque de la maladie coronarienne avec le tabagisme, l'obésité, le stress, l'hypertension artérielle et le manque d'exercice physique. Il existe une relation entre le risque de développer une maladie cardiovasculaire et la consommation d'énergie lipidique, notamment de calories provenant de matières grasses saturées (**FAO, 1998**).

Malgré tous les dangers liés à la consommation des produits laitiers énumérés, on peut conclure que dans une alimentation diversifiée, ne pas utiliser les produits laitiers serait dangereux pour la santé car chaque classe d'aliments présente un intérêt spécifique et aucune ne doit être négligée (**la Science Fr**).

## **I.4- LE LAIT PASTEURISÉ**

### **I.4.1- Définition**

#### **I.4.1.1- La pasteurisation**

La pasteurisation est un traitement thermique à des températures comprises entre 60 et 100 °C ayant pour but de détruire la totalité des micro-organismes pathogènes non sporulés et de réduire significativement la flore végétative présente dans un produit (**Pascal Chillet, 2011**).

Le dictionnaire d'Encarta 2009 le définit comme une opération d'amélioration de la conservation qui consiste à chauffer environ une demi-heure entre 55 et 70 °C pour détruire les germes pathogènes et nuisibles à la consommation. Elle est qualifiée comme un procédé de conservation limité.

L'objectif de ce procédé est d'allonger de façon significative la durée de conservation des aliments.

#### **I.4.2- Le lait pasteurisé**

Le lait pasteurisé, fabriqué à partir de lait cru ou de lait reconstitué, écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % de la flore microbienne (jusqu'à 98 %) contenue dans le lait (tous les germes pathogènes non sporulés, notamment les germes de la tuberculose et de la brucellose) (**Jean-Christian et al., 2011**) .

Il s'agit donc d'un lait chauffé à une température inférieure à 100°C, puis refroidi rapidement qui se conserve 7 jours au réfrigérateur avant ouverture.

##### **I.4.2.1- Influence de la pasteurisation sur la valeur nutritive du lait**

Le lait pasteurisé, grâce à ce traitement thermique "doux", a un goût et une valeur nutritive qui se rapprochent le plus du lait cru. Le principal effet nutritionnel de la pasteurisation est la dénaturation d'une partie des protéines, en particulier des protéines solubles. Les vitamines sont aussi affectées, en fonction de leur nature (**CRIOC, 2011**).

Le chauffage ne semble pas modifier la qualité des graisses quand la technique appliquée au lait est la pasteurisation courte, instantanée, la stérilisation ou le processus UHT. Lors du chauffage du lait, les acides cétoniques et hydroxylés naturels sont convertis respectivement en méthyl-cétones et en lactones, qui modifient les propriétés organoleptiques du lait.

De même le chauffage du lait diminue la fraction de calcium et de phosphore solubles, mais a des conséquences limitées pour l'être humain en raison des quantités initiales très élevées de ces minéraux. Il faut aussi noter que dans le cas de l'effet du chauffage sur les vitamines, Seuls la thiamine, la cyano-cobalamine et l'acide ascorbique sont réellement très thermosensibles (**FAO, 1998**).

Le traitement thermique est jusqu'à présent le moyen le plus utilisé et le plus efficace pour augmenter la sécurité microbiologique du lait, sans modifier substantiellement sa valeur nutritionnelle ni réduire les autres bénéfices associés à la consommation de lait cru (**AVIS, 2011**).

##### **I.4.2.2- Effet de la pasteurisation sur les microorganismes**

Le lait cru peut renfermer des bactéries qui causent des maladies graves, notamment la *Salmonella* et l'*E. coli*, la *Listeria monocytogenes* et autres bactéries. S'il est bien vrai que la stérilisation et la pasteurisation constituent de bons traitements thermiques pour détruire une grande majorité de micro-organismes, pathogènes ou non-pathogènes présents dans les aliments, certains bacilles aérobies ou anaérobies (Clostridies) possèdent un mécanisme particulier de résistance, la sporulation. Ces bactéries sporulantes résistent à des températures supérieures à 65°C, donc à la pasteurisation.

D'autres sont considérées comme des bactéries hautement thermorésistantes (HRS). Elles sont capables de survivre à des températures supérieures à 115°C. Ces contaminants sont souvent inattendus et non-pathogènes. Ils jouent un rôle important dans la dégradation organoleptique et de conservation de nombreux produits alimentaires.

Les entérotoxines de *staphylocoque aureus* sont thermostables ou partiellement dénaturées à la chaleur. Elles ne sont pas détruites par la pasteurisation du lait (**AFSSA, 2003**).

Quant aux coliformes, ils ont une signification dans le lait et les produits laitiers parce que (1) ils sont facilement tués au cours de la pasteurisation et que (2), ils sont généralement considérés comme originaires de l'intestin des animaux à sang chaud. Par conséquent, la présence de bactéries coliformes dans les produits laitiers pasteurisés est suggestive des conditions ou des pratiques non hygiéniques pendant le traitement, l'emballage.

La composition de l'aliment peut également jouer un rôle dans cette résistance. Il est connu que la matière grasse et les protéines dans le lait exercent un rôle protecteur sur les micro-organismes lors des traitements thermiques ; la présence de ces matières nuit à la pénétration de la chaleur (**Law and Mabbitt, 1983**).

Cependant, les germes rencontrés après pasteurisation doivent répondre à une certaine norme bien précise qui varie en fonction des pays, mais reste tout de même standard. Si ces normes ne sont pas conformes au règlement établi, le produit est considéré insalubre et impropre à la consommation. (**Jean Christian et al., 2011**).

## CHAPITRE II: LA VIANDE

## **CHAPITRE II : LA VIANDE**

### **II.1- DÉFINITION ET GÉNÉRALITÉS**

#### **II.1.1- Définition**

La viande et les produits à base de viande sont très variés puisque l'on compte près de 900 termes pour définir ces produits (**Romain Jeantet et al. 2007**). La viande est donc une chair des mammifères et des oiseaux dont l'homme se nourrit.

#### **II.1.2- Composition du muscle**

Le tissu musculaire est très différencié et hautement spécialisé. Il est composé de différentes fibres, de type métabolique ou contractile, juxtaposées entre elles et structurées par des tissus conjonctifs dont le principal composant chimique est le collagène (**Romain Jeantet et al. 2007**)

Le muscle est composé de :

- tissus conjonctifs ;
- tissus lipidiques ;
- fibres musculaires ;
- myoglobine.

Le tissu conjonctif est principalement constitué de collagène et d'élastine (**Abdelouaheb H., 2009**).

##### **a) Collagène**

Le collagène constitue une famille de protéines comportant au moins 21 isoformes. Sept ont été localisés dans le muscle squelettique, essentiellement les collagènes de type I, III et IV. La proportion respective de chacun de ces derniers dépend du muscle, de l'âge de l'animal, de son type génétique, mais aussi de sa localisation dans le muscle (**Ludovic C., 2008**).

##### **b) Élastine**

L'élastine est encore plus résistante que le collagène aux traitements thermiques et à l'attaque enzymatique.

Très peu abondante dans le muscle, elle se rencontre de façon permanente dans les parois des artères et dans certains ligaments élastiques. Elle contient deux acides aminés atypiques, la desmosine et l'isodesmosine, rencontrés également dans les protéines constitutives de la membrane coquillière de l'œuf (**Romain Jeantet et al. 2007**).

### **II.1.3- Composition chimique du muscle**

- Composition de la viande (**Ludovic C., 2008**).

La composition du muscle est variable entre les animaux, et chez un même animal, d'un muscle à l'autre. On peut tout de même retenir une composition moyenne :

Eau.....	75%
Protéines.....	18,5%
Lipides.....	3%
Substances azotées non-protéiques.....	1,5%
Glucides et catabolites.....	1%
Composés minéraux.....	1%

#### **a) les protéines de la viande**

Les valeurs extrêmes des teneurs protéiques des viandes de boucherie, quels que soient l'espèce et l'âge, se situent entre 16 et 21%.

#### **b) les lipides**

La qualité lipidique est fonction de l'espèce, de l'alimentation, de l'animal et du parage du morceau. La teneur moyenne en cholestérol est de l'ordre de 70 à 100 mg pour 100 g de viande (**Abdelouaheb H., 2009**).

### **II.1.4- Transformation du muscle en viande**

En technologie, la viande provient de l'évolution post-mortem du muscle strié.

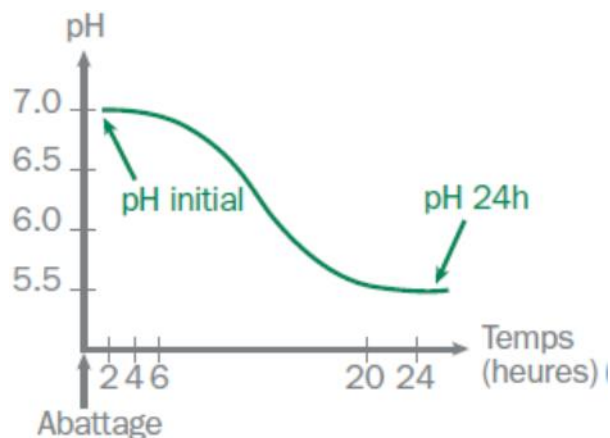
#### **II.1.4.1- Etat pantelant ou phase d'excitabilité musculaire**

Dans les heures qui suivent l'abattage, les fibres musculaires sont capable de se contracter, mais de façon asynchrone. Les carcasses pantelantes sont ainsi animées de contractions fibrillaires spontanées, plus ou moins violentes et dont la fréquence et l'intensité diminuent avec le temps (**Romain Jeantet et al. 2007**). Durant cette période, l'extensibilité du muscle reste constante et égale à la valeur qu'elle présentait au moment de l'abattage. Biochimiquement, elle se caractérise par un taux constant d'ATP.

### II.1.4.2- La rigor-mortis

L'installation de la rigidité cadavérique (ou *rigor-mortis*) est directement perceptible sur la carcasse : la musculature devient progressivement raide et inextensible dans les heures qui suivent la mort de l'animal. Cela est dû à la disparition de l'adénosine triphosphate (ATP).

En effet, l'ATP qui fournit l'énergie au muscle lors de la contraction joue également le rôle de plastifiant puisque c'est lui qui permet au muscle de se relaxer. En son absence, il est aisé de comprendre que le muscle va perdre ses propriétés d'élasticité et devenir rigide (**Ouali A., 1991**). L'hydrolyse de l'ATP libère des protons dans le milieu cellulaire à raison d'un proton par molécule d'acide lactique produite par la glycolyse. Le muscle s'acidifie et le pH décroît pour atteindre, chez des animaux en bon état physiologique, des valeurs finales (pH final ou pH ultime) comprises entre 5,4 et 6,0 selon le type de muscle (**Ouali A., 1991**).



**FIGURE 4:** Evolution du pH musculaire après l'abattage (Cahier de sécurité, 2004)

### II.1.4.3- La maturation de la viande

La maturation est une phase de l'évolution *post-mortem* du muscle également très importante mais moins bien connue que la *rigor mortis*. C'est au cours de la maturation qu'interviennent des modifications de la texture du muscle qui font que la viande est plus ou moins tendre (**Valin C., 1988**). Pendant la maturation, des enzymes appelées « protéases », naturellement présentes dans la viande, fragmentent les fibres musculaires, les rendant plus tendre. La saveur aussi est améliorée, grâce à la formation de molécules précurseurs d'arômes et de goût. Il est bien connu que la viande des grands animaux d'élevage tels que le bœuf gagne en tendreté et en saveur lorsqu'elle est mûrie sous réfrigération, entre 1 et 4°C (35 et 40 °F) pendant une période allant de 10 à 14 jours (**Christina B., 2008**).

## **II.2- IMPORTANCE DE LA VIANDE DANS L'ALIMENTATION**

La viande est une importante source de protéines et un élément quasiment incontournable d'une alimentation équilibrée.

La viande fraîche contient des quantités substantielles de protéines de grande qualité, diverses quantités de graisse et seulement des traces d'hydrates de carbone. C'est une précieuse source de vitamines et d'oligoéléments, avec des vitamines du groupe B, de l'acide pantothénique, de la niacine, ainsi que du fer, du zinc et du sélénium. Toutes ces substances se retrouvent en quantités variables selon les sortes de viandes (**Alexandra S., 2013**).

## **II.3- SOURCES DE CONTAMINATION DE LA VIANDE ROUGE BOVINE**

La contamination peut être provoquée par des personnes (germes sur la peau, les mains, les intestins, la gorge ou les coupures), la terre, la poussière, les eaux usées, l'eau de surface, le fumier et les aliments déjà altérés (**Brigitte et al., 2005**).

### **II.3.1- Contamination post mortem**

Cette contamination se fait soit par septicémie, soit par bactériémie par des germes dont l'habitat naturel est l'organisme (**Sylla P., 1994**).

### **II.3.2- Contamination pendant l'abattage**

Après immobilisation, étourdissement et saignée de l'animal, la carcasse est préparée sur la chaîne d'abattage. En effet, les micro-organismes présents sur les parties souillées de l'animal (principalement les cuirs) pourraient se déposer en surface des carcasses, soit par contact direct, soit par contact indirect (eau, air, matériel, personnel, etc.) (**Cahier de sécurité, 2003**). Un tiers des carcasses est pollué par *Escherichia coli* provenant de l'intestin (**Mariam KA, 2006**). Une partie non négligeable des germes peut provenir de l'eau utilisée pour le travail des carcasses (**Fournaud J. et al, 1978**).



**PHOTO 1:** L'eau utilisée pour le lavage des carcasses pouvant causer une contamination

(Photo prise à l'abattoir de Tiaret)



### **II.3.3- Contamination pendant le transport**

Le transport implique des changements d'ambiance, sources éventuelles de variation dans les températures et dans l'humidité relative (**Lemaire, 1982**).

### **II.3.4- Contamination au niveau des ateliers de découpe**

La contamination superficielle des carcasses reconnues salubres à l'abattoir est très faible. Cependant, la manipulation et le travail des viandes peuvent être à l'origine d'une contamination de surface secondaire. Pendant la découpe des viandes, les microorganismes de surface peuvent contaminer les surfaces musculaires nouvellement mises à nu. Ces contaminations sont susceptibles de survenir du fait des nombreux contacts viande-viande, viande-personnel, viande-matériel (**Cahier de sécurité, 2003**).

### **II.3.5- Dans les ateliers de fabrication de la viande hachée**

Au cours de l'opération de hachage, les micro-organismes potentiellement présents en surface des viandes peuvent être redistribués au cœur de la viande. Si les conditions physicochimiques le permettaient, ils trouveraient là un milieu très favorable à leur développement. C'est pourquoi la maîtrise de l'hygiène et le respect des températures sont primordiaux au cours de la fabrication des viandes hachées préparées à l'avance (**Cahier de sécurité, 2003**).

### **II.3.6- Contamination par le non-respect de la chaîne du froid**

Les viandes fraîches sont des denrées alimentaires périssables. Le froid est un moyen efficace pour la conservation des viandes : il permet de lutter contre la multiplication microbienne.

## **II.4- FACTEURS INFLUENÇANT LA CONTAMINATION DE LA VIANDE**

### **II.4.1- La température**

Le facteur le plus important qui régit la croissance microbienne est la température. De façon générale, plus la température est grande, plus le taux de croissance est élevé. Beaucoup de micro-organismes de la viande se développent dans une certaine mesure à toutes les températures, de moins de 0 °C à 65 °C (**Salifou et al., 2013**). Les spores peuvent résister à la chaleur humide à 100° C pendant 5h30 et à la chaleur sèche à 200°C pendant 2h30 (**Dransfield, 2006**).

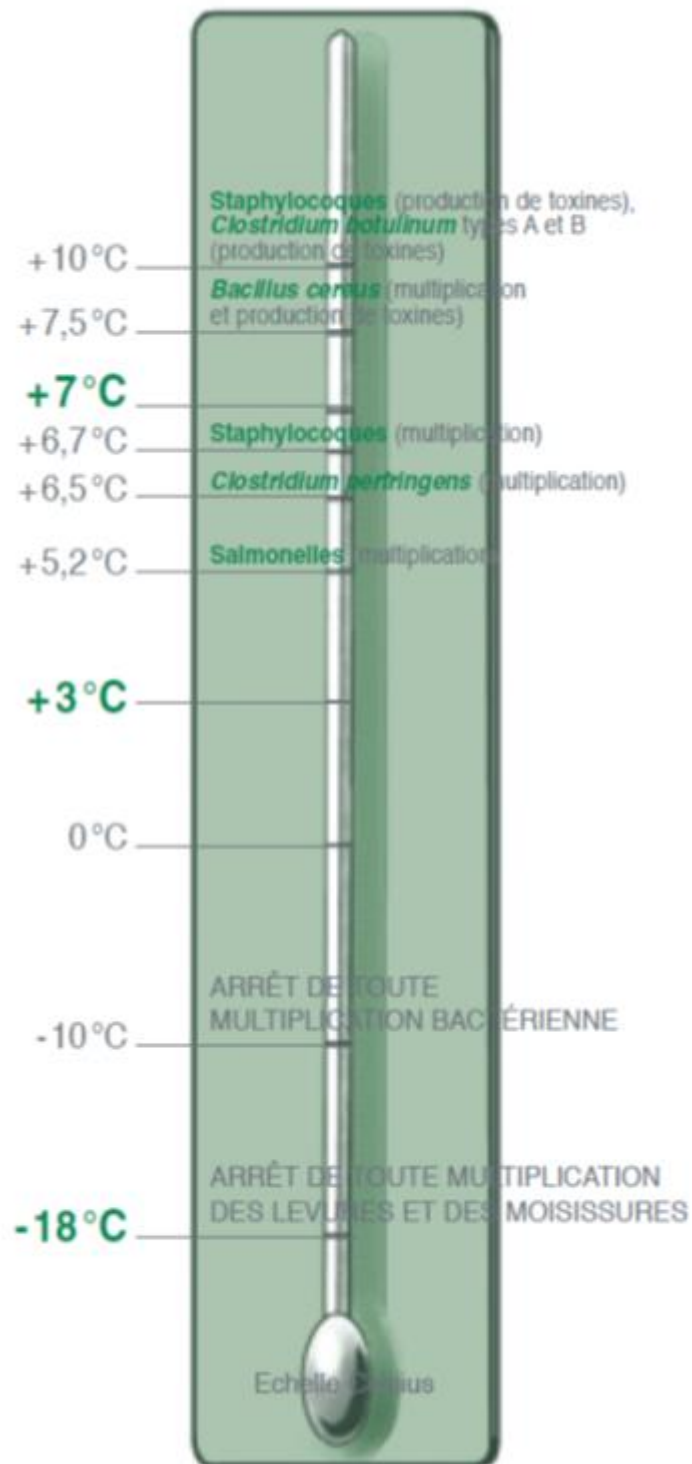


FIGURE 5: Action de la température sur les micro-organismes

(Source : Cahier de sécurité, 2003)

### **II.4.2- Le pH**

Chez un animal fatigué ou épuisé, la réserve de glycogène est faible donc la diminution de pH ne se produit pas.

-un pH élevé est favorable à la prolifération des bactéries tandis qu'à pH bas, elle est ralentie et même inhibée pour certaines espèces (**Naouale A., 2008**).

### **II.4.3- Autres facteurs**

Le potentiel d'oxydo- réduction diminue à l'intérieur du muscle au fur et à mesure que diminue la quantité d'oxygène disponible, atteignant des valeurs faibles permettant le développement des anaérobies stricts. De même l'humidité de la surface de la viande et la température d'entreposage de la viande interviennent dans la prolifération microbienne dans les viandes (**Naouale A., 2008**).

## **II.5- BACTÉRIOLOGIE DE LA VIANDE**

La microflore de contamination des viandes et des produits à base de viande comprend essentiellement les germes saprophytes et de test d'hygiène et éventuellement une flore pathogène responsable des maladies (**Fournaud J., 1982**).

### **II.5.1- Germes saprophytes et germes de test d'hygiène**

La microflore initiale de la viande regroupe les germes survenus de l'animal vivant jusqu'à l'obtention de la carcasse c'est-à-dire jusqu'à l'habillage mais avant le lavage (**Fernandes, 2009**). Cette flore banale est la plus fréquente. Elle n'engendre pas de maladie ou d'intoxication alimentaire mais peut, par sa présence massive, provoquer des altérations de la viande. Sa fréquence spécifique est variable suivant les auteurs (**Azam, 1971**).

Au-delà de  $10^7$  ufc/g, ces germes entraînent un état de putréfaction de la viande (**Ghafir et Daube, 2007**). Parmi les bactéries saprophytes, les hygiénistes font une place à *E. coli*, aux coliformes fécaux et entérocoques en général (**Mariam KA, 2006**).

### II.5.2- Germes pathogènes

Les microorganismes pathogènes isolés dans les viandes sont : *Bacillus cerus* (taux relativement faible sur les carcasses); *Campylobacter* spp. (rencontré plus fréquemment dans la volaille et le porc), *Escherichia coli* et principalement *E. coli* O 157 : H7 (retrouvé dans la viande bovine), *Listeria monocytogenes* (taux plus élevé souvent dans les viandes hachées) *Clostridium botulinium*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella* spp., *Yersina enterocolitica* (rencontré à un taux plus élevé dans la viande du porc), *Avian influenza* (retrouvé dans les viandes de volailles), les prions (provenant des cerveaux ou autres organes de bovin), les protozoaires tels que *Cryptosporidium parvum*, *Toxoplasma gondii* et *Trichinosis spiralis* (rencontré dans la viande de porc et animaux sauvage) et les cysticerques retrouvés souvent dans les viandes de bovin et de porc (**Ghafir et Daube, 2007 ; Fernandes, 2009 ; Bailly et al., 2012**).

*Bacillus anthracis*, *Mycobacterium tuberculosis* et *Brucella abortus* sont des germes pouvant provenir de l'animal infecté et dont l'ingestion à travers la consommation de viande infectée et parfois pas cuite à cœur entraîne respectivement chez le consommateur la tuberculose, la brucellose et le charbon bactérien (**Warris, 2000 ; Lawrie et Ledware, 2006**).

### II.5.3- Champignons microscopiques

Les moisissures des genres *Penicillium* et *Aspergillus* ont été rencontrées sur les viandes (**Eeckhoute, 1979**).

De même **Aboukheir et Kilbertus (1974)** signalent les levures des genres suivants : *Saccharomyces* - *Hanseriula* - *Corylopsis* – *Candida*.

Agents	Symptômes	Origine
<b>Bactéries</b>		
<i>Salmonella</i>	Diarrhée sévère, selles aqueuses, nausées, vomissements, fièvres	Animaux, homme
<i>Campylobacter</i>	Diarrhée, fièvre, malaise, céphalées, frissons, caillots de sang dans les selles	Animaux, homme
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Douleurs abdominales, diarrhée, fièvre	Porcs, homme
<i>E. coli 0157 H7</i>	Diarrhée aqueuse devenant sanglante, douleurs abdominales, nausées, fièvre inconstante, syndrome hémolytique et urémique, blocage rénal, mort	Bovin, homme
<i>Listeria monocytogène</i>	Fausse couches, septicémies chez les nouveaux nés, méningites	Environnement, animaux, homme
<i>Clostridium perfringens</i>	Diarrhée aqueuse explosive ; nausées ; vomissements ; crampes abdominales	Homme, animaux
<i>Clostridium botulinum</i>	Nausées, vomissements, diarrhées ou constipation, dysphagie, diplopie, paralysie musculaire	Animaux, homme, environnement
<i>Bacillus cereus</i>	Diarrhée, vomissements	Environnement, animaux
<i>Shigella</i>	Diarrhée, fièvre, vomissements, crampes abdominales, mucus sanglant dans les selles	Homme
<b>Virus</b>		
Virus Norwalk et Norwalk-like	Nausées, vomissements, diarrhée	Homme (animaux)
Hépatite A	Hépatite	Homme
<b>Parasites</b>		
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Diarrhée profuse	Homme, animaux
<i>Toxoplasma gondii</i>	Malformations congénitales	Animaux

TABLEAU 3: Origine des principaux agents pathogènes transmis par les viandes fraîches

(Source : **Daube G., 2002**).

**CHAPITRE III :**  
**CONTRÔLE**  
**MICROBIOLOGIQUE**  
**DES**  
**ALIMENTS**

## **CHAPITRE III : CONTRÔLE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS**

### **III.1- GÉNÉRALITÉS ET DÉFINITION**

#### **III.1.1- Définition**

La microbiologie alimentaire est la branche de la microbiologie qui s'intéresse à l'étude des microorganismes associés aux aliments : l'origine et le rôle des microbes dans la fabrication, la conservation et l'altération des aliments, les différents types d'intoxications alimentaires et les méthodes d'analyses et de détection des micro-organismes dans différents types d'aliments. La recherche des micro-organismes dans tous les produits destinés à l'homme est obligatoire, car certains d'entre eux pourraient être à l'origine de maladies infectieuses microbiennes, de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) et d'altération de certains produits (Delarras C., 2007)

Cependant, le contrôle des aliments est assuré par différents organismes dont la Direction Départementale des Services Vétérinaires (DDSV), la Direction de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DCCRF départementales) et les enquêteurs de la Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF). Leur rôle premier est de protéger la santé publique.

### **III.2- LA QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE D'UN ALIMENT**

La qualité microbiologique d'un aliment est appréciée en fonction d'un résultat d'analyse où figurent l'identification et la numération d'une ou de plusieurs catégories de germes :

- La flore pathogène (Salmonelles, Staphylocoques, *Clostridium Perfringens*...) qui est prise en considération lorsqu'il s'agit d'une surveillance vis-à-vis de la santé publique (intoxication alimentaire).
- La flore témoin de contamination fécale représentée en particulier par les coliformes fécaux (leur recherche permet d'apprécier le niveau d'hygiène général apporté au cours des différentes étapes de la transformation des aliments).
- La flore d'altération représentée par l'ensemble des germes saprophytes ; son évolution est le reflet de l'altération subie par les denrées au cours de leur conservation.

Le contrôle en microbiologie alimentaire implique nécessairement une numérotation des différentes catégories de germes identifiés (Naouale A., 2008).

#### **III.2.1- Législation de la microbiologiques alimentaire**

L'analyse microbiologique des aliments serait sans intérêt s'il n'était fait référence des résultats aux normes microbiologiques (Naouale A., 2008). Pour l'élaboration des règlements et des normes alimentaires, les pays devraient mettre pleinement à profit les normes du Codex, ainsi que les enseignements recueillis dans d'autres pays en matière de salubrité des aliments. La législation alimentaire doit couvrir les points suivants:

- assurer un niveau élevé de protection de la santé ;
- contenir des définitions claires pour une cohérence accrue et une sécurité juridique renforcée;
- s'appuyer sur des informations scientifiques transparentes, indépendantes et de haut niveau, à la suite d'une évaluation, d'une gestion et d'une communication des risques ;
- prévoir le recours à des mesures de précaution et l'adoption de dispositions provisoires lorsqu'un niveau inacceptable de risques pour la santé a été décelé et quand il n'a pas été possible de réaliser une évaluation complète des risques ;
- comporter des dispositions stipulant le droit des consommateurs à avoir accès à des informations précises et suffisantes ;
- assurer la traçabilité des produits alimentaires et leur rappel en cas de problème ;
- comporter des dispositions claires stipulant que la responsabilité première de la sécurité sanitaire et de la qualité des aliments incombe aux producteurs et aux transformateurs ;
- spécifier l'obligation de veiller à ce que seuls des aliments salubres et présentés de façon loyale soient mis sur le marché ;
- reconnaître les obligations internationales du pays, notamment en ce qui concerne le commerce ;
- garantir la transparence des travaux d'élaboration de la législation alimentaire ainsi que l'accès à l'information (OMS/FAO, 2003).

### **III.2.2- Étapes du contrôle microbiologique d'un produit fini**

En analyse microbiologique, la technique classique consiste à cultiver les germes présents dans l'échantillon analysé sur un substrat nutritif (milieu de culture), dans les conditions optimales (température d'incubation) pour qu'elles se reproduisent.

Après un temps variable, les colonies de germes sont suffisamment importantes pour être identifiées et dénombrées visuellement (*Figure 6*).



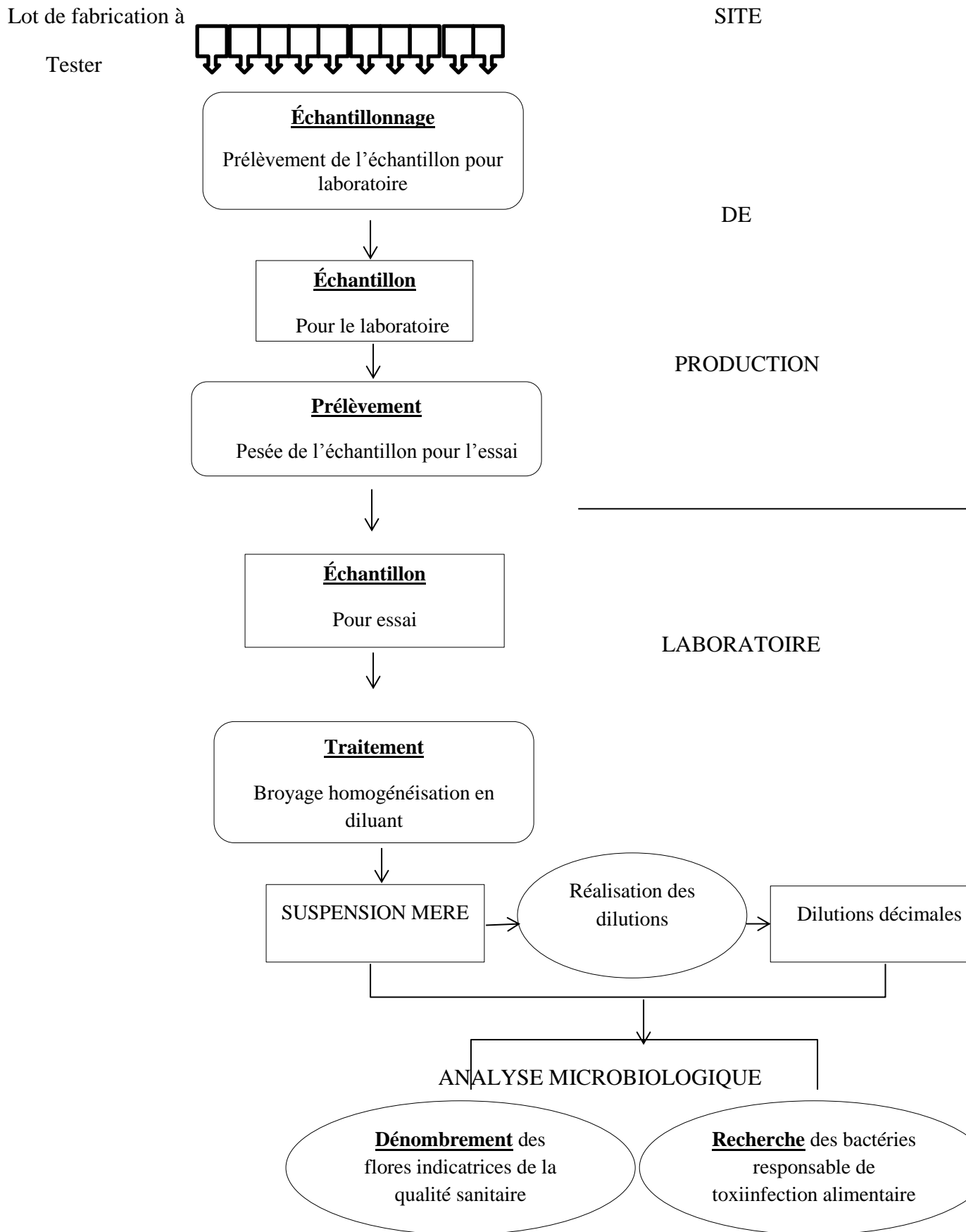


FIGURE 6: Contrôle microbiologique d'un produit fini

(Source : Guy L. et al, 2002)

### **III.2.3- Interprétation de résultats en microbiologie alimentaire**

#### **III.2.3.2- Plans d'échantillonnage**

Les plans d'échantillonnage classiquement retenus en microbiologie des aliments, plans à deux ou trois classes (plans de contrôle par attributs) ont été définis initialement par l'ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods - Commission Internationale pour la définition des caractéristiques microbiologiques des aliments) et repris en particulier par le Comité du Codex Alimentarius sur l'hygiène des aliments (AFSSA, 2008).

Les plans d'échantillonnage sont établis en fonction de l'objectif à évaluer : contrôle de qualité régulier, programme de surveillance, recherche de microorganismes pathogènes en fonction de l'évaluation de risque, contrôle réglementaire, etc. Le nombre d'échantillons requis n'est pas toujours de cinq.

Les symboles et termes suivants sont utilisés dans les plans d'échantillonnage :

- $n$  : représente le nombre d'unités formant l'échantillon, devant être prélevé au hasard dans un lot.  $n$  représente la taille de l'échantillon. Selon le cas,  $n$  peut être égal à 1, 2, 3, 4, 5, etc.  $n$  peut varier en fonction du risque, de la taille des lots et parfois du nombre d'unités disponibles.
- $m$ : la valeur numérique de  $m$  représente la limite des concentrations de microorganismes correspondant à une hygiène satisfaisante des procédés considérés, concentrations habituellement exprimées par nombre d'ufc (unités formant colonie) par g ou ml ou  $\text{cm}^2$ .
- $M$  (plans à trois classes seulement) : représente la limite des concentrations dénotant une hygiène insatisfaisante, habituellement exprimées par nombre d'ufc par g ou ml ou  $\text{cm}^2$ .
- $c$  : représente le nombre maximal permis d'unités d'échantillon :
- de qualité acceptable pour un plan à trois classes (soit le nombre maximal de valeurs comprises entre  $m$  et  $M$ ),
- ou de qualité insatisfaisante pour un plan à deux classes (soit le nombre maximal de valeurs supérieures à  $m$ ).

Si le nombre d'unités de qualité acceptable ou insatisfaisante, selon les cas, est supérieur à  $c$ , le lot d'où provient l'échantillon est inacceptable (AFSSA, 2008).

#### **a) Plan d'échantillonnage à deux classes**

Le plan d'échantillonnage à deux classes permet de qualifier simplement chaque unité d'échantillonnage comme acceptable ou inacceptable. Dans certains plans, seule la présence d'un microorganisme particulier, tel que *Salmonella sp.*, est inacceptable. Dans un plan d'échantillonnage à deux classes, les échantillons analysés sont divisés en deux catégories: satisfaisant et insatisfaisant, basées sur une valeur limite «  $m=M$  ».

Dans d'autres plans, une unité d'échantillon présentant un nombre limité de microorganismes peut être considérée comme satisfaisante. Pour ces derniers, une seule limite est établie et est indiquée par  $m$ . Le plan à deux classes rejette un lot si le nombre d'unités d'échantillon de qualité insatisfaisante est supérieur à  $c$  (AFSSA, 2008).

### **b) Plan d'échantillonnage à trois classes**

Dans un plan d'échantillonnage à trois classes, les échantillons étudiés sont divisés en trois catégories: satisfaisant, acceptable et insatisfaisant.

Un plan d'échantillonnage à trois classes est utilisé s'il est acceptable que certains échantillons dépassent la limite inférieure (m) dans la mesure où un niveau de contamination à risque (M) n'est pas dépassé. Les unités d'échantillonnage présentant un nombre de microorganismes inférieur à la valeur de « m » sont acceptées ou de bonnes qualités. Les unités présentant un nombre entre les valeurs de « m » et « M » sont jugées comme étant de qualité médiocre (marginale), et les unités renfermant plus que la valeur de « M » sont insatisfaisantes en regard des bonnes pratiques de fabrication ou inacceptables.

## **III.3- BACTERIES RECHERCHEES EN MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE ET LES EFFETS DES MICRO-ORGANISMES PATHOGENES POUR L'HOMME SUR LA SANTE PUBLIQUE**

Le manque d'hygiène conduit inexorablement à une augmentation du nombre de micro-organismes dans le produit, donc à une plus grande quantité de micro-organismes pathogènes. Deux conséquences sont alors possibles:

- L'intoxication alimentaire: l'empoisonnement est dû à des toxines produites par les bactéries pendant la fabrication du produit. La présence de la bactérie n'est pas obligatoire. Les bactéries responsables sont généralement *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio* et *Bacillus cereus* (**Duquenne M., 2010**).
- L'intoxication alimentaire: dans ce cas, les bactéries ont survécu aux traitements et sont ingérées en nombre dans l'organisme. Elles se sont ensuite multipliées en produisant des toxines. La virulence de ces bactéries et le rôle du terrain sont des facteurs clés dans ces intoxications; ce qui explique pourquoi les personnes fragiles en sont le plus souvent victimes.

*Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Shigella*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia* et *Listeria monocytogenes* sont les principales bactéries responsables d'infections alimentaires liées à la présence de la bactérie dans l'aliment (**Duquenne M., 2010**).

### **III.3.1- La microflore aérobie totale**

La microflore aérobie totale est l'ensemble des microorganismes aptes à se multiplier en présence d'air aux températures moyennes (25 à 40 °C). Ces germes sont recherchés dans la majorité des aliments : Ce sont des microorganismes capables d'altérer la qualité marchande de l'aliment. Ils renseignent sur :

- La propreté des manipulations ;
- Les conditions de conservation ;
- La fraîcheur du produit ;
- L'efficacité des procédés de traitement (**OGIER M., 2010**).

### III.3.2- La flore témoins de contamination fécale

#### III.3.2.1- Les indicateurs technologiques (les Coliformes à 30°C)

Ce sont des entérobactéries, c'est-à-dire qu'elles vivent dans les intestins des animaux et de l'homme. On les retrouve également dans le milieu extérieur (eau, sol, végétaux, poils, plumes).

Ils renseignent sur :

- la propreté des manipulations ;
- l'efficacité des procédés de traitement (pasteurisation) ;
- la propreté des locaux et du matériel (Ogier M., 2010).

Ils appartiennent aux genres *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Salmonella* (seulement *S. enterica* subsp. *arizonae* et *S. enterica* subsp. *diarizonae*), *Shigella* (*S. sonnei* uniquement), *Yersinia* (*Y. enterocolitica* subsp. *enterocolitica* uniquement), *Moellerella wisconsensis* (Delarras C., 2007).

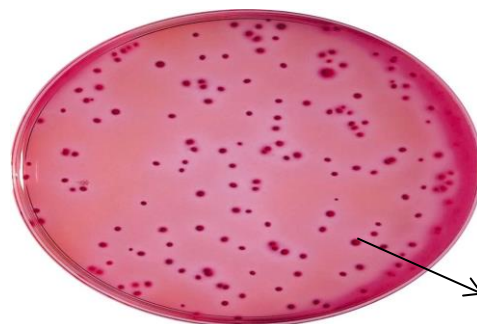
#### III.3.2.2- Les bactéries témoins de contamination fécale (les coliformes thermotolérants à 44°C)

Ils sont d'origine fécale, humaine ou animale, et témoignent d'un non-respect des règles d'hygiène).

Ils renseignent sur :

- l'hygiène du personnel (mains sales)
- la propreté des locaux et du matériel

Les coliformes thermotolérants présentent l'aptitude à se multiplier à 44°C. *Escherichia coli* (*E. coli*) est une bactérie très spécifique de la contamination fécale car elle est présente en très grande quantité dans le contenu intestinal, mais la bactérie *E. coli* est souvent moins résistante que certaines bactéries pathogènes. Ces bactéries sont souvent associées à des entérobactéries pathogènes comme les *Salmonella* et les *Shigella*. La résistance des coliformes et des coliformes fécaux aux conditions extérieures défavorables est faible (traitements technologiques divers, entreposage, etc...).



Escherichia coli  
Colonie caractéristique  
couleur violette (□ 0,5 mm)  
entourée d'un halo viole

FIGURE 7: *E. coli* sur milieu VRBL

### **III.3.2.3- Les streptocoques fécaux**

D'autres bactéries telles que les streptocoques du groupe D ou streptocoques fécaux font partie de la flore intestinale de l'homme et des animaux. Ces germes sont par ailleurs abondamment répandus dans la nature (végétaux etc...) et de ce fait leur présence dans un aliment n'indiquera pas forcément une contamination d'origine fécale. Les streptocoques fécaux sont moins souvent associés aux germes pathogènes que les coliformes fécaux. Ces germes sont micro-aérophiles. Il faut noter aussi que le groupe des streptocoques D ne renferme pas d'espèce considérée pathogène au point de vue alimentaire.

Cependant, après prolifération abondante dans l'aliment, ces germes peuvent être à l'origine de toxi-infections bénignes qui sont toutefois exceptionnelles (**Cuq J-L., 2011**).

### **III.3.3- Les germes pathogènes**

Les germes pathogènes recherchés systématiquement sont:

- les salmonelles;
- les staphylocoques présumés pathogènes;
- les anaérobies sulfite-réducteurs;
- *escherichia Coli*.

#### **III.3.3.1- Salmonelles**

##### **III.3.3.1.1- Généralités**

Les bactéries du genre *Salmonella* appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*. Genre regroupant de petits bacilles, Gram négatif habituellement mobiles grâce à des cils péritriches, mais des mutants immobiles peuvent exister et *S. gallinarum* est toujours immobile.

Ces bactéries mesurent 0,7 à 1,5 µm de diamètre, pour 2 à 5 µm de longueur et sont aéro-anaérobies facultatives, oxydase négatives et nitrate réductase positives (**Salifou C. et al., 2013**). Les salmonelles sont des bactéries logées dans les intestins des animaux. La viande de volaille crue est l'aliment le plus fréquemment contaminé par *Salmonella*. Ce germe est détruit à +75°C pendant 2 minutes et son développement est freiné à +5°C (**Cuq J-L., 2011**).

##### **III.3.3.1.2- effets sur la santé publique**

Le lait et les produits laitiers ont déjà été associés à des infections à *Salmonella sp.* et la contamination peut survenir par contamination croisée. Selon le sérotype, *Salmonella* peut provoquer deux sortes de maladie : la salmonellose non-Typhi et la fièvre typhoïde. En ce qui concerne la salmonellose non-Typhi, la dose infectieuse est très variable et dépendant de la souche, des aliments ingérés et de l'individu concerné (**AVIS 11**). La fièvre typhoïde est plus grave et présente une mortalité de 10% (**AVIS, 2013**).

### III.3.3.2- Les staphylocoques aureus pathogènes

#### III.3.3.2.1- Généralités

Le Staphylocoque doré est l'espèce la plus pathogène du genre *Staphylococcus*. *Staphylococcus aureus* est un germe de la famille des *Micrococcaceae*. Il s'agit de cocci à coloration de Gram positive, mesurant 0,5 à 1 µm de diamètre souvent disposés en grappe, non sporulés, coagulase positive. C'est un germe mésophile, capable de se multiplier entre 4 °C et 46 °C, de manière optimale à 37 °C, pour un pH allant de 5 à 9, avec un optimum de 7,2 à 7,6 et une  $a_w$  de 0,86 en aérobiose et 0,90 en anaérobiose (Salifou C. et al., 2013).

C'est un germe halophile et xérophile car il se développe même en présence de sel et de sucre et survit dans les aliments déshydratés : sa croissance est possible jusqu'à une concentration de 18 % en sel en aérobiose (Fosse et al., 2004, Bailly et al., 2012).

Ce staphylocoque pathogène produit dans l'aliment une toxine résistante à des températures supérieures à 100°C alors que le germe lui-même est tué par la chaleur (65°C pendant 2 minutes).

Les staphylocoques pathogènes (*S. aureus*) produisent plusieurs types d'enzymes qui participent à l'envahissement d'un hôte. Ces enzymes sont :

- la coagulase, qui protège la bactérie contre les mécanismes de défense de l'hôte;
- la leucocidine, qui attire et inhibe les leucocytes au site de l'infection (formation de pus);
- les hémolysines, exotoxines qui détruisent les globules rouges;
- la phosphatase et la désoxyribonucléase, dont les rôles demeurent ambigus dans le processus d'agression (CEAEQ, 2012).

*S. aureus* peut être isolé d'aliments très variés. Les aliments les plus « à risque » sont :

- les aliments recontaminés après un traitement thermique ou tout autre procédé éliminant la microflore banale. Plus l'aliment est manipulé, plus le risque est élevé.
- les aliments fermentés à acidification lente permettant la croissance de *S. aureus* durant la fermentation ;
- les produits séchés ou à teneur en eau réduite, dans lesquels la croissance de *S. aureus* a pu être favorisée à une des étapes de fabrication ou de stockage par une  $a_w$  (activité de l'eau) réduite et une température favorable. Ces aliments sont par exemple le lait en poudre, les pâtes, les poissons séchés (ANSES, 2011a).

#### III.3.3.2.2- Effet sur la santé publique

*Staphylococcus aureus* fait partie de la flore de la peau et des muqueuses de l'homme et de l'animal.

La présence des staphylocoques dans les aliments représente un risque pour la santé humaine, parce que certaines souches appartenant principalement à l'espèce *S. aureus* produisent des entérotoxines dont l'ingestion provoque une toxiinfection alimentaire à staphylocoques (De Buyser M., 1996).

Le lait pasteurisé est plus favorable à la croissance de *S. aureus* que le lait cru, car ce micro-organisme est un mauvais compétiteur en présence d'autres flores bactériennes.

### **III.3.3.3- Les anaérobies sulfite-réducteurs (*Clostridium perfringens* et *Clostridium botulinum*)**

#### **III.3.3.3.1- Généralités**

D'une façon générale, ces bactéries sont considérées comme témoins de contamination de la qualité hygiénique des aliments, elles ont la propriété de se transformer sous une forme résistante (spore) dans des conditions défavorables. Elles sont aussi un indicateur de l'efficacité d'un traitement thermique.

Certaines souches (*Clostridium botulinum*) ont la propriété de produire une neurotoxine dangereuse pour l'homme.

L'incubation se fait en anaérobiose (absence d'air), les colonies se développent en présentant une coloration noire. Le germe possède un pouvoir réducteur élevé (réduction rapide du sulfite en H<sub>2</sub>S) (Cuq J-L., 2011).

Le dénombrement des spores et des formes végétatives est réalisé en anaérobiose (en tube ou dans une jarre) et repose sur l'appréciation de la réduction du sulfite en H<sub>2</sub>S dont la mise en évidence est obtenue par addition au milieu de sels de fer.

#### **III.3.3.3.2- Effet néfaste sur la santé**

##### **- *Clostridium botulinum***

*Clostridium botulinum* est un bacille Gram positif de 4 à 6 µm de longueur, aux extrémités arrondies, mobile (ciliature péritriche), anaérobie strict et sporulé (Salifou C. et al., 2013). C'est une bactérie mésophile pouvant se multiplier significativement à 15 °C (Fernandes, 2009).

Les spores ont une résistance de 20 mn à 110 °C. Les effets sont fonction de la concentration en toxine ou de la teneur en bactéries/spores de *C. botulinum*.

Plus la quantité de toxine ingérée est élevée, plus la maladie est d'apparition rapide et sévère. En général, l'ingestion unique de quelques grammes d'aliment contenant de la toxine botulique est suffisante pour déclencher un botulisme. Chez un nouveau-né ou un jeune enfant, l'ingestion d'une dizaine à une centaine de spores est capable de causer une toxoinfection, ce qui peut représenter des quantités aussi faibles que quelques mg d'aliment comme le miel ou quelques poussières (ANSE, 2011b).

La dose létale chez un homme adulte est estimée de 100 ng à 1µg par voie orale (AFSSA, 2006a). L'homme ou l'animal s'infecte en ingérant l'aliment contaminé (notamment conserves et semi-conserves mal stérilisées, jambons crus secs, produits de boucherie et fourrages).

##### **- *Clostridium perfringens***

*Clostridium perfringens* appartient au groupe II du genre *Clostridium* et à la famille des *Bacillaceae*. Il s'agit d'un bacille Gram positif sporulé, tellurique, anaérobie strict, sulfite-réducteur, immobile, possédant une capsule de nature polysaccharidique et facile à voir à l'état frais. Cette espèce est thermophile, sa température optimale de croissance étant comprise entre 40 et 45 °C, mais elle est toutefois capable de se développer à des températures comprises entre 15 °C et 50 °C. L'a<sub>w</sub> doit être supérieure à 0,93 et le pH compris entre 5,5 et 8 (Salifou C. et al., 2013).

Les spores thermosensibles de *C. perfringens* résistent 5 minutes à 100 °C et produisent l'entérotoxine qui est responsable des intoxications alimentaires (**Cavalli 2003; Fosse et al., 2004**).

Le seuil au-dessus duquel il y a intoxication est  $10^5$  ufc/g (**AFSSA, 2006b**). Ce germe ubiquiste est un hôte normal du tube digestif des animaux et de l'homme. La viande peut être contaminée au moment de l'éviscération si du contenu de l'intestin entre en contact avec la carcasse (**Cavalli, 2003**).

Les symptômes apparaissent entre 6 et 24 h, généralement 10 à 12 h, après l'ingestion du repas contaminé. Toutefois, des mortalités ont été observées chez des personnes âgées et des jeunes enfants (**Salifou C. et al., 2013**).

### **III.3.3.4- Escherichia Coli**

#### **III.3.3.4.1- Généralités**

*Escherichia coli* fait partie de la microflore commensale intestinale de l'homme et de nombreux animaux à sang chaud. Il représente près de 80% de la microflore aérobie (**Ghebru, 1988**).

A ce titre *Escherichia coli*, et plus largement les coliformes thermotolérants, sont recherchés dans les aliments comme indicateurs de contamination fécale ; leur présence fournit ainsi une indication sur une éventuelle contamination de l'aliment par des bactéries pathogènes d'origine digestive (*Salmonella typhimurium*, *E. coli* O157 :H7...) (**Savoie F., 2011**).

Dans le monde, les principaux aliments mis en cause lors d'épidémies d'infections à EHEC sont : la viande hachée de bœuf insuffisamment cuite, les produits laitiers non pasteurisés, les végétaux crus (salade, jeunes pousses de radis blancs, graines germées) ou les produits d'origine végétale non pasteurisés (jus de pommes), l'eau de boisson. La contamination d'aliments d'origine animale par des bactéries d'origine fécale intervient par exemple à l'abattoir (dépouille ou éviscération des animaux) pour les viandes, ou en élevage au moment de la traite pour le lait, tout particulièrement lorsque les règles d'hygiène générale ne sont pas respectées (**ANSE, 2011c**).

#### **III.3.3.4.2- Effet sur la santé publique**

Les *Escherichia coli* producteurs de shiga-toxines (STEC) et particulièrement le sérotype O157 : H7 sont des agents pathogènes entériques émergent en santé publique (**Oulkheir S. et al., 2008**).

*Escherichia coli* O157:H7 s'est largement manifesté par des épidémies majeures de cette maladie. Le caractère pathogène d'*E. coli* O157:H7 a été identifié pour la première fois en 1982, mais l'absence de méthode de détection suffisamment sensible a gêné dans un premier temps l'identification des réservoirs et des sources de cet organisme (**FAO/OMS, 2003**).

D'autres sérotypes pour lesquels des souches pathogènes ont été les plus fréquemment rapportées sont les VTEC O26, O103, O111, O145, O91, O45 et O121. Les VTEC pathogènes ont une dose infectieuse qui est estimée entre 10 et 200 cellules ; pour *E. coli* O157:H7, on estime que 10 à 100 cellules suffisent pour provoquer une infection. Les infections par VTEC peuvent aller d'infections asymptomatiques jusqu'à des complications graves telles que des colites hémorragiques et le syndrome hémolytique et urémique (HUS), qui peut provoquer une insuffisance rénale.



Les patients atteints de HUS ont une mortalité de 3 à 5%. Les enfants âgés de moins de 5 ans et les personnes âgées de plus de 60 ans sont particulièrement vulnérables, de même que les personnes dont le système immunitaire est affaibli (AVIS, 2013).

Les nombreuses toxi-infections alimentaires causées par les E. coli plus particulièrement les E. coli producteurs de shiga-toxines, suite à la consommation des viandes et produits carnés, montrent que la surveillance du circuit de production doit être plus rigoureuse, étant donné les pertes sociales et économiques engendrées. Au Maroc, la viande rouge occupe une part importante dans l'alimentation humaine, avec une production annuelle moyenne de 152 000 tonnes de viande bovine, 116 000 tonnes de viande ovine, 51000 tonnes d'abat, et 47 000 tonnes d'autres types de viandes rouges (caprine, cameline et chevaline) (Cohen N. et al., 2006).

### **III.3.3.5- Dangers liés à la présence d'autres bactéries pathogènes dans le lait et la viande**

#### **III.3.3.5.1- *Shigella dysenteriae***

Selon l'Institut Pasteur (2005), la shigellose à *shigella dysenteriae* serovar 1 tue chaque année entre 600000 et 1 million de personnes dans le monde. Les victimes sont le plus souvent les enfants de moins de 5 ans qui vivent dans les régions pauvres, ne disposant pas d'infrastructures sanitaires et ayant un niveau d'hygiène très faible (Delarras C., 2007).

#### **III.3.3.5.2- *Campylobacter jejuni* et *Yersinia***

Ce sont des bactéries relativement peu connues qui ont été identifiées en tant que cause importante de maladies d'origine alimentaire.

La maladie, appelée campylobactériose, est généralement une gastro-entérite spontanément résolutive qui dure 2 à 10 jours. Des complications graves peuvent également survenir, comme de l'arthrite réactive ou le syndrome de Guillain-Barré.

Le genre *Yersinia* comprend onze espèces, dont quatre peuvent être pathogènes, mais seulement *Y. enterocolitica* et *Y. pseudotuberculosis* peuvent provoquer des gastro-entérites (AVIS, 2013).

#### **III.3.3.5.3- *Listeria monocytogenes***

Bien que *Listeria monocytogenes* soit connue comme agent pathogène chez l'animal depuis de nombreuses années, son rôle en tant qu'agent pathogène transmis par les aliments n'a été reconnu seulement que dans les années 1980, quand des investigations documentées d'épizooties de listériose associées à la contamination d'aliments commencèrent à apparaître dans la littérature (Schlech W., 1983).

Actuellement, *L. monocytogenes* est considéré comme l'un des agents pathogènes les plus importants responsables d'infections transmises par les aliments (OIE, 2005).

En plus de l'impact économique de la listériose chez l'animal, il y existe un lien entre l'animal et son rôle en tant que source d'infection pour l'homme, soit par contact direct avec des animaux infectés, particulièrement lors des vêlages et des agnelages, soit après consommation de produits d'origine animale contaminés (Wesley G., 1999).

Toutes les grandes catégories d'aliments, qu'il s'agisse du lait et des produits laitiers, de la viande crue et des produits carnés, des végétaux, ou encore des poissons ou crustacés et des plats préparés peuvent être contaminés par cette bactérie, avec des fréquences et des taux de contamination variables.

La fréquence de contamination par *L. monocytogenes*, ainsi que le niveau de contamination, varient selon les catégories d'aliments, qu'il s'agisse d'aliments crus ou transformés. Les aliments cuits peuvent également rester contaminés à la suite d'un traitement thermique insuffisant ou être contaminés par une contamination croisée post-traitement (AFSSA, 2006c).

A la laiterie, *L. monocytogenes* est normalement détruite par une pasteurisation efficace. Les contaminations éventuellement mises en évidence résultent alors généralement soit d'un problème technologique (pasteurisation insuffisante), soit d'une contamination secondaire (Saana M., 1994).

Les viandes crues sont assez souvent contaminées par un petit nombre de *L. monocytogenes* qui se multiplient en général assez mal sur ce support.

Lorsque des souches lactiques sont ajoutées (fabrication de saucisson sec par ex.) les *L. monocytogenes* sont inhibées et leur nombre diminue au cours de l'élaboration du produit.

Des épidémies ont été décrites mettant en cause des produits de charcuterie cuite : langue de porc en gelée, rillettes, mortadelle (AFSSA, 2006c).

Ce pathogène psychrotrophe représente l'une des principales causes de mortalité par maladies liées à l'alimentation. La mortalité parmi les cas diagnostiqués (les cas de maladies avec une forme grave d'infection) est de 15 à 30%. *L. monocytogenes* est aussi responsable d'avortements, de mortinatalités et de septicémies chez les nouveaux-nés.

*L. monocytogenes* est pris en compte dans les critères de sécurité du règlement (CE) n°2073/2005 modifié. En fonction des caractéristiques des denrées alimentaires, de la croissance possible de *L. monocytogenes* et du stade de la chaîne alimentaire où s'applique le critère, les critères microbiologiques de sécurité peuvent être « absence dans 25 g » ou inférieur ou égal à 100 ufc/g (ANSE, 2011d).

### III.3.3.5.4- *Bacillus cereus*

*B. cereus* est ubiquiste. Les traitements par la chaleur, à l'exception de l'appertisation, n'élimineront pas les spores des denrées alimentaires.

Les spores sont présentes dans quasiment toutes les catégories d'aliments avant leur conservation, généralement en nombre trop peu élevé pour causer une toxi-infection alimentaire (TIA).

### III.3.3.5.5- Bactérie du genre *Brucella*

Les *Brucella* sont des bactéries pathogènes responsables de la brucellose, maladie connue également sous les noms de « fièvre de Malte », « fièvre méditerranéenne », « fièvre ondulante » ou « mélitococcie ».

Du fait de la fréquence et de la gravité des cas humains contractés directement ou indirectement à partir de l'animal, la brucellose est considérée comme une zoonose majeure. Le véhicule le plus fréquent de l'infection humaine par ingestion est le lait cru, ou l'un de ses dérivés, en particulier la crème et, dans de nombreux pays, les fromages frais, qui constituent parfois la source de protéines la moins chère et la plus disponible (FAO/OMS, 1986).

À faible concentration en milieu liquide, les *Brucella* sont aisément détruites par la chaleur. Ainsi, la pasteurisation classique, la méthode ultra-high température ou une simple ébullition prolongée (10 min) tuent les *brucella* contenues dans le lait (Davies G. et al., 1973).

En dépit des remarquables progrès des sciences et des techniques alimentaires, les maladies d'origine alimentaire représentent une cause de plus en plus importante de morbidité dans tous les pays, tandis que la liste des agents microbiens pathogènes potentiels d'origine alimentaire ne cesse de s'allonger.

En outre, les maladies d'origine alimentaire figurent parmi les principales causes de décès susceptibles d'être évités et constituent un fardeau économique dans la plupart des pays. D'après les données disponibles, un pourcentage pouvant atteindre 30% de la population dans les pays industrialisés risque d'être affecté par des maladies d'origine alimentaire. Bien que leur incidence au niveau mondial soit difficile à estimer, celle-ci a été évaluée à 2,2 millions de personnes en 1998, dont 1,8 million d'enfants décédés des suites de maladies diarrhéiques (OMS/FAO, 2003).

# PARTIE 2 : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

# *Matériels et Méthodes*

## **PARTIE 2 : ÉTUDE EXPERIMENTALE**

L'étude expérimentale a été réalisée au laboratoire de microbiologie (situé à l'hôpital) au niveau de l'Institut des Sciences Vétérinaires de Tiaret et cela durant la période du 15 septembre 2013 au 03 octobre 2013.

### **Objectif**

L'objectif de l'analyse effectuée est de montrer les points de contamination de chaque échantillon par les différents germes recherchés en microbiologie alimentaire spécifiquement :

- la flore mésophile aérobie totale,
- les indicateurs de la contamination fécale :
  - ✚ pour le lait pasteurisé conditionné : les coliformes totaux, coliformes fécaux (absent dans nos analyses) et streptocoques fécaux ;
  - ✚ pour la viande fraîche hachée : les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux
- les bactéries pathogènes précisément *Staphylocoque aureus* et Clostridies sulfito-réducteurs

Ces analyses nous ont permis d'évaluer la qualité du lait pasteurisé conditionné à la vente et de la viande fraîche hachée d'autre part, en comparant les valeurs obtenues aux normes décrite dans le J.O.R.A n°35 du 27-05-1998, tout en discutant l'origine de ces contaminations.

### **I.1- MATÉRIELS UTILISÉS**

#### **I.1.1- Appareillages et verreries**

- agitateur électrique
- une spatule métallique
- micropipette
- boîtes de pétri stérile
- autoclave pour la destruction des milieux de culture après lecture
- incubateur
- tubes à essai
- balance électrique
- pipette pasteur
- four pasteur pour la stérilisation des verreries
- lames stériles
- une anse métallique

### **I.1.2- Milieux et produits utilisés**

- Gélose nutritive
- Diluant tryptone- sel- eau
- Milieu Viande- Foie
- La gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL)
- Milieu ROTHE
- Eau oxygénée
- Milieu CHAPMAN
- Alun de fer
- Sulfite de sodium
- Huile de paraffine

## **I.2- MÉTHODES**

Cette étude expérimentale a été réalisée en matinée au laboratoire en présence du technicien de laboratoire.

### **I.2.1-Prélèvement**

Les prélèvements ont été de même effectués respectivement :

- pour le lait pasteurisé conditionné : 5 sachets de lait ont été choisis au hasard parmi un lot au niveau d'un point de vente sise près de l'Institut en matinée (10h) ;
- pour la viande fraîche de bœuf, 5 échantillons ont été prélevés dans 5 boucheries différentes à des heures différentes de la journée :

1<sup>er</sup> échantillon : boucherie de la cité Belle Vue

2<sup>ème</sup> échantillon : boucherie de la Cadat

3<sup>ème</sup> échantillon : boucherie (1) au niveau du marché couvert

4<sup>ème</sup> échantillon : boucherie (2) au niveau du marché couvert

5<sup>ème</sup> échantillon : boucherie (Cité Rousseau)

Il faut noter que la viande fraîche a été hachée par le boucher à l'aide du hachoir et ensuite recueillie dans 5 boîtes de pétri stériles qui n'ont été ouvertes qu'au moment du prélèvement.

## **I.2.2- Méthodes d'analyse et bactéries recherchées dans le lait pasteurisé conditionné**

### **I.2.2.1- Préparation de la dilution mère et des dilutions décimales**

La préparation des dilutions décimales est effectuée avec le diluant suivant : tryptone (peptone pancréatique de caséine), chlorure de sodium (sel), et eau.

#### **a) Composition du liquide de dilution (TSE)**

Peptone pancréatique de caséine (tryptone).....1 g

Chlorure de sodium.....8,5 g

Eau distillée.....1000 ml

#### **b) Technique**

Le lait constitue la solution mère en cas d'analyse d'un produit liquide. Après stérilisation des 5 sachets de lait, pour chaque prélèvement, 1 ml d'échantillon à analyser a été ajouté dans un tube à essai contenant 9 ml de tryptone-sel-eau (TSE) stérile contenu dans des tubes à essai. Cette première dilution correspond à la dilution  $10^{-1}$ . 1 ml de cette dilution est transférée dans un tube contenant 9 ml de (peptone sel ou du diluant approprié) afin d'obtenir la dilution  $10^{-2}$ . On répète cette opération pour obtenir des dilutions décimales jusqu'à  $10^{-5}$ .

### **I.2.2.2- Dénombrement de la flore mésophile aérobique totale (FMAT)**

Cette flore appelée aussi « flore aérobique mésophile revivifiable » (FAMT) est un bon indicateur de la qualité générale et de la stabilité des produits ainsi que la qualité (propreté) des installations. Leur dénombrement s'est fait selon le mode opératoire décrit dans le Journal officiel.

On introduit respectivement 1ml de la dilution  $10^{-3}$  et  $10^{-4}$  effectué à partir de la solution mère dans deux boîtes de pétri vides et stériles puis on coule le milieu gélosé (gélose nutritive) que l'on homogénéise par des mouvements de rotation, le tout est fait en milieu aseptique.

Après solidification, les boîtes sont ensuite incubées à l'étuve  $+37^{\circ}\text{C}$  pendant 48 à 72 heures.

Les colonies blanchâtres ayant poussés en profondeur sont compter à l'œil nu quelles que soient leurs tailles. On obtient le nombre exact de germes en appliquant la formule suivante :



$$\text{Nombre/ml} = \frac{\text{Nombre total de colonies comptées}}{\text{Volumeensemencé de l'échantillon}}$$

Ou

$$\frac{\sum c}{(n_1 + 0.1n_2)d}$$

$c$  : Somme totale des colonies comptées.

$n_1$  : Nombre de boîtes comptées dans la première dilution.

$n_2$  : Nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution.

$d$  : Facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

Source : JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 70, 07 novembre 2004.

Cette formule est valable aussi pour déterminer le nombre exact pour les autres germes étudiés.

### **I.2.2.3- Dénombrement des coliformes totaux**

Le dénombrement des coliformes “totaux” est encore considéré comme un indice de contamination fécale (**Cuq J-L., 2011**).

On transfère 1 ml de chaque échantillon dans différentes boîtes de pétri stériles et on fait couler la gélose au VRBL. On mélange ainsi l'inoculum avec le milieu. On laisse ensuite solidifier les boîtes en les posant sur une surface fraîche et horizontale.

Placer les boîtes de Pétri retournées dans une étuve à 37°C pendant 24 heures ± 2 h

Seules sont comptées que les colonies rouges vif à rosâtre d'un diamètre d'au moins 0,5 mm.

### **I.2.2.4- Dénombrement des staphylocoques présumés pathogène**

Parmi les Staphylocoques présumés pathogènes, *Staphylococcus aureus* est recherché. Le milieu utilisé est le milieu solide de CHAPMAN. Ce milieu permet l'enrichissement en staphylocoques du fait de sa teneur très élevée en sel.

L'ensemencement se fait avec 0,1 ml de la solution mère (pour chaque échantillon) étalé à l'aide d'une anse stérile sur milieu CHAPMAN préalablement coulé dans des boîtes de Pétri.

Les différentes boites numérotées sont incubées à l'étuve +37°C pendant 24 heures.

On en compte les colonies rondes, régulières, bombées, opaques et pigmentées en jaune-doré; elles sont entourées d'un halo jaune correspondant à une acidification à partir du mannitol (mannitol +) (Cuq J-L., 2011).

- **TEST DE CONFIRMATION DE LA PRESENCE DE STAPHYLOCOQUE AUREUS : TEST DE CATALASE**

Sur une lame stérile, une goutte de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (eau oxygénée) est mise sur une colonie suspecte (colonie dorée).

Lorsqu'il y a formation de bulle d'air (test +) : il s'agit de staphylocoque aureus

Lorsqu'il n'y a pas de formation de bulle d'air (test -) : il ne s'agit pas de staphylocoque aureus

### **I.2.2.5- Dénombrement de clostridies sulfito-réducteurs**

Le milieu utilisé pour le dénombrement est le milieu viande-foie (VF) auquel on ajoute 0,5 ml d'une solution de sulfite de sodium et 0,2 ml d'alun de fer. Ce dénombrement est réalisé en anaérobiose, en tube à essai, et l'interprétation repose sur l'appréciation de la réduction du sulfite en H<sub>2</sub>S dont la mise en évidence est obtenue par addition au milieu de l'alun de fer.

On a prélevé 5 ml de la solution mère ajouté au milieu VF additionné à 0,5 ml d'une solution de sulfite de sodium et 0,2 ml d'alun de fer. On ajoute ensuite de l'huile de paraffine pour créer l'anaérobiose. Des colonies noires sont observées dans les différents tubes incubés à l'étuve à +44°C pendant 24 h.

### **I.2.2.6- Dénombrement des streptocoques fécaux du groupe D**

On ajoute 1 ml de la solution mère dans un tube à essai contenant le milieu ROTHE. Après 24 h d'incubation à 37°C, on considère comme positif tout tube présentant un trouble bactérien.

## **I.2.3- Méthodes d'analyse et bactéries recherchées dans la viande fraîche hachée**

### **I.2.3.1- Préparation de la dilution primaire et dilutions décimale**

#### **a) Principe**

Après ouverture des boîtes en milieu aseptique (c'est-à-dire près du bec à gaz), pour chaque échantillon, on prélève 2 g de la viande fraîche séparée mécaniquement qu'on ajoute dans une quantité de diluant égale à 9 fois la masse de l'aliment c'est-à-dire dans 18 ml de diluant. Après agitation à l'aide de l'agitateur électrique, on obtient notre dilution primaire 10<sup>-1</sup>. On réalise ensuite nos dilutions décimales tout en commençant par réaliser la dilution 10<sup>-2</sup>. 1ml de la dilution 10<sup>-1</sup> est ajouté dans 9 ml de diluant ainsi de suite pour réaliser les dilutions 10<sup>-3</sup>, 10<sup>-4</sup>, et 10<sup>-5</sup>.

**b) Diluant utilisé**

Peptone pancréatique de caséine (tryptone).....	1 g
Chlorure de sodium.....	8,5 g
Eau distillée.....	1000 ml

**I.2.3.2- Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT)**

1 ml de la dilution  $10^{-3}$  et  $10^{-4}$  sont prélevés et introduits dans des boîtes de Pétri. La gélose Nutritive préalablement fondue et refroidie est coulée dans la boîte.

Après homogénéisation et solidification, la boîte est incubée à 37°C pendant 72 heures. Les colonies blanchâtres ayant poussé en profondeur sont dénombrées toujours selon la formule indiquée ci-dessus.

**I.2.3.3- Dénombrement des coliformes thermotolérants à 44°C**

1 ml de la solution mère de chaque échantillon est introduit dans des boîtes de pétri pour auxquels la gélose VRBL est ajoutée. Après solidification, les boîtes sont incubées à l'étuve à 44°C.

Les coliformes présentent des colonies rouge vif à rosâtre de diamètre égal ou supérieur à 0,5 mm après 24 heures d'incubation.

**I.2.3.4- Dénombrement des staphylocoques présumés pathogènes**

Le milieu utilisé est le milieu CHAPMAN, coulé préalablement, dans lequel on ajoute 0,1 ml de la suspension mère qu'on étale à l'aide d'une anse. Après incubation à 37°C pendant 24 heures, seules les colonies rondes, régulières, bombées, opaques et pigmentées en jaune-doré; elles sont entourées d'un halo jaune sont prises en compte.

- TEST DE CONFIRMATION DE LA PRÉSENCE DE STAPHYLOCOQUE AUREUS : TEST DE CATALASE

On répète le même mode opératoire que le test effectué pour le lait pasteurisé.

### **I.2.3.5- Dénombrement des clostridies sulfito- réducteurs**

Le dénombrement des clostridies sulfito- réducteurs se fait en utilisant 5 ml de la solution mère auxquels on ajoute le milieu viande-foie préalablement refroidi additionné à 0,5 ml de sulfite de sodium et 0,2 ml d'alun de fer, le tout en anaérobiose. Des colonies noires sont observées dans les différents tubes incubés à l'étuve à +44°C pendant 24 heures.

### **I.2.3.6- Dénombrement des streptocoques fécaux du groupe D**

Comme dans l'analyse effectuée pour les échantillons du lait, on effectue le test présumptif sur milieu ROTHE auquel on ajoute 1 ml de la solution mère. Après 24 h (ou 48 h) d'incubation à 37°C, on considère comme positif tout tube présentant un trouble bactérien.

# *RÉSULTATS*

## RÉSULTATS

### II.1- POUR LE LAIT PASTEURISÉ CONDITIONNÉ (à la vente)

Les résultats trouvés après analyse de chaque échantillon de lait pasteurisé sont présentés dans le tableau ci-dessous :

	FMAT (ufc/ml)	Coliformes totaux (ufc/ml)	CSR	<i>Staphylocoque aureus</i> (ufc/ml)	Streptocoques fécaux
Echantillon 1	$1.10^4$	100	négatif	Absence	négatif
Echantillon 2	$4.10^4$	300	négatif	Absence	négatif
Echantillon 3	$2.10^4$	80	négatif	30	négatif
Echantillon 4	$7.10^3$	100	négatif	Absence	négatif
Echantillon 5	$1.10^5$	100	négatif	100	négatif

**TABLEAU 4:** Tableau récapitulatif des résultats obtenus après analyse

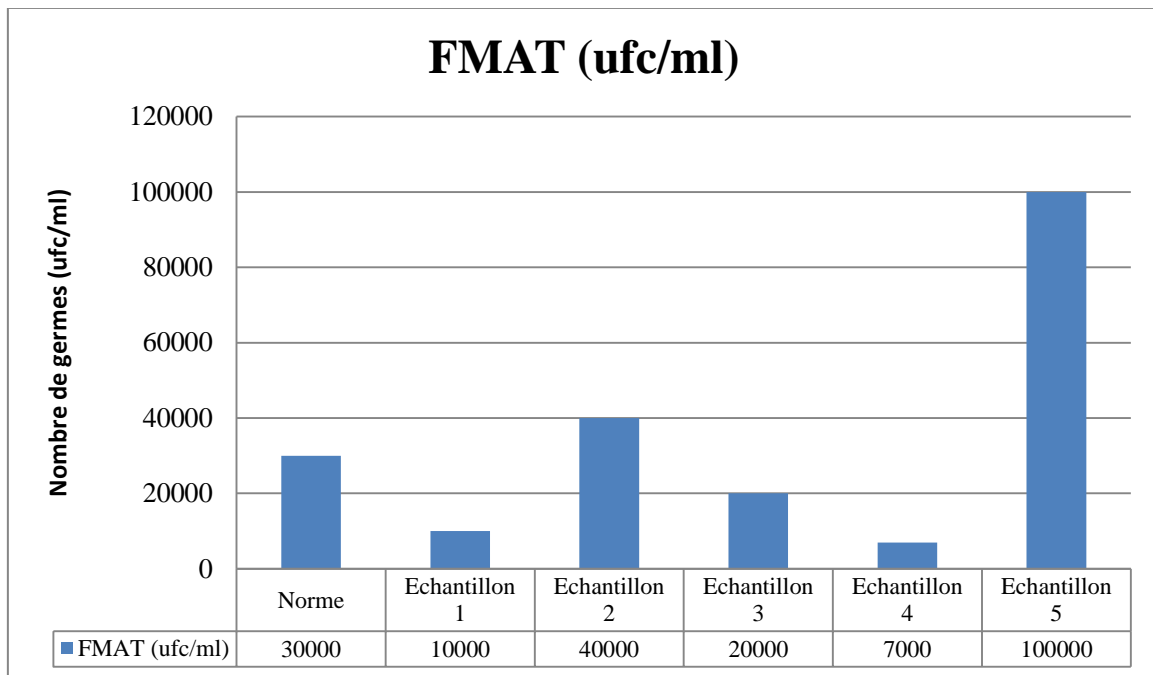
- **Résultat du test de CATALASE** : le test de catalase est positif (+) pour les 5 échantillons de lait. Ceci nous permet de dire qu'il s'agissait de *Staphylocoque aureus*

La norme fixée dans le Journal Officiel de la République Algérienne N°35 du 27 mai 1998 concernant le lait pasteurisé conditionné est :

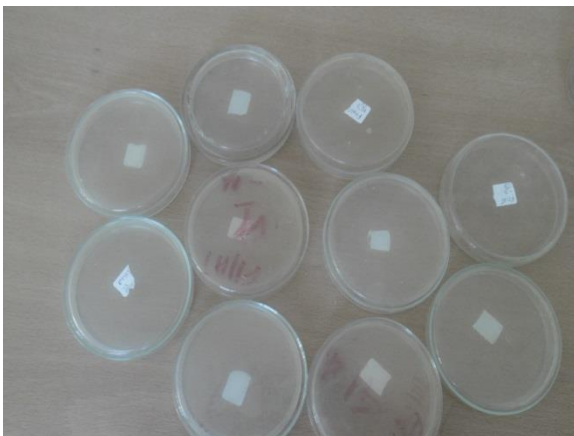
Germes totaux :  $3.10^4$  ufc/ml

Coliformes totaux à la vente : 10 ufc/ml

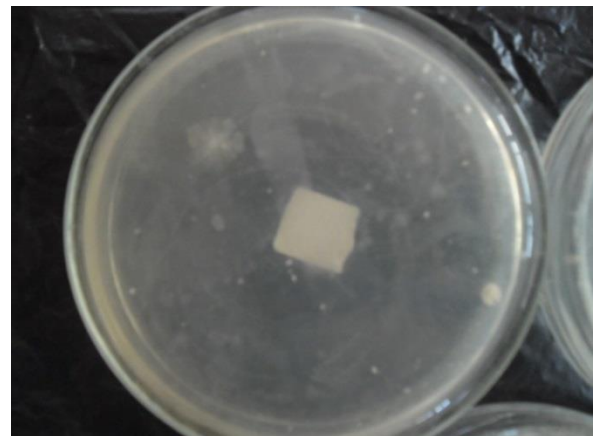
*Staphylocoque aureus* : 1 ufc/ml

**II.1.1- Flore mésophile aérobie totale :**

*FIGURE 8: Représentation des résultats obtenus pour la FMAT en comparaison avec la norme*



*PHOTO 2: Résultat des analyses du lait pour la recherche de la FMAT*



*PHOTO 3: FMAT*

Après analyse, on remarque que les échantillons 1 (avec  $1.10^4$  ufc/ml), 3 (avec  $2.10^4$  ufc/ml), et 4 ( $7.10^3$  ufc/ml) présentent des valeurs inférieures à la norme fixée par la République Algérienne dans le Journal Officiel ( $3.10^4$  ufc/ml); contrairement aux échantillons 2 ( $4.10^4$  ufc/ml) et 5 ( $1.10^5$  ufc/ml) où les valeurs après analyse sont largement supérieures à la norme, ce qui signifie que 40% des échantillons ne respectent pas la norme.

NB : le dénombrement de cette flore a été effectué sur un milieu ordinaire qui permet la croissance des bactéries peu exigeante qu'elles soient d'intérêt alimentaire ou non. Alors, les valeurs obtenues peuvent être tolérées.

**II.1.2- Coliformes totaux :**

Ils font partie de la flore d'altération du lait. Les micro-organismes d'altération sont abondants et omniprésents dans l'environnement d'une ferme laitière. Ils peuvent entrer dans le lait cru à partir du sol, des engrais, des aliments pour animaux, du matériel contaminé, de la vache et des travailleurs agricoles, pour ne nommer que quelques-uns des vecteurs possible (Kathryn J et al, 2013).

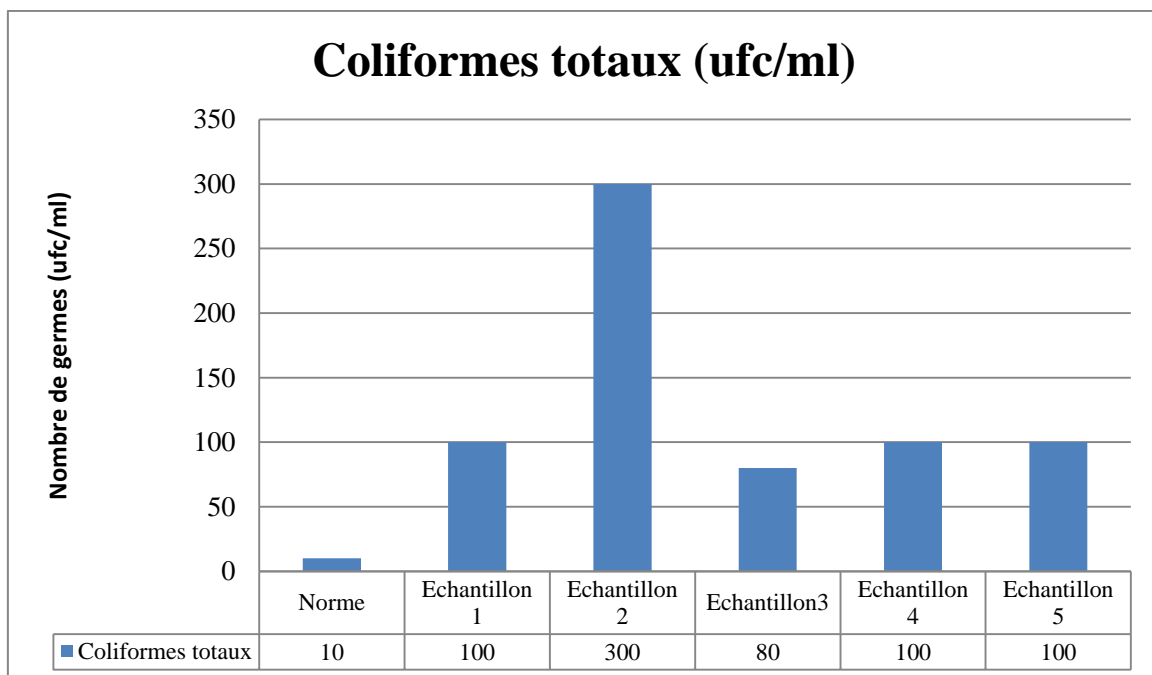
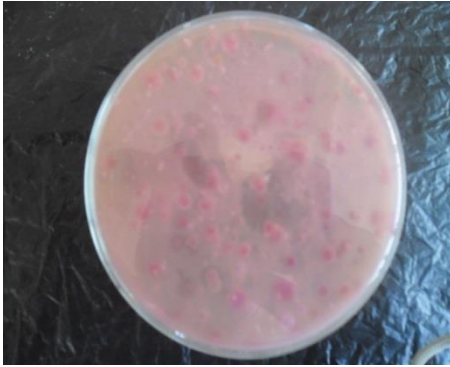


FIGURE 9: Représentation des résultats obtenus pour les coliformes totaux en comparaison avec la norme





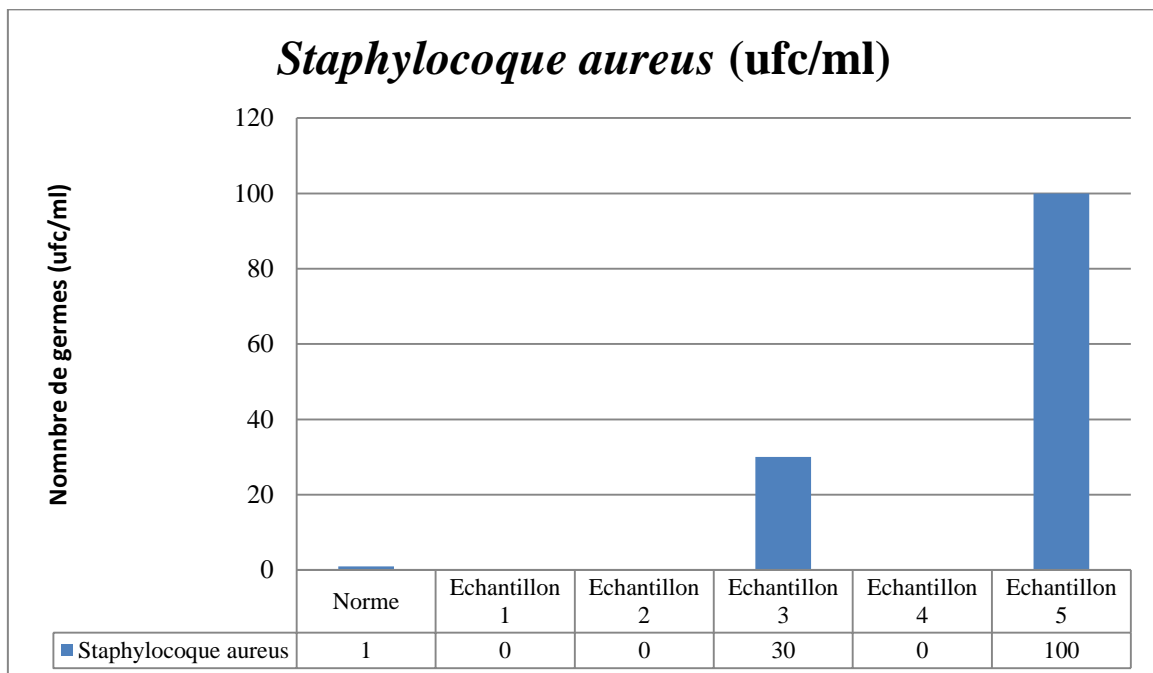
*PHOTO 4: Coliformes*

Les résultats montrent des valeurs de bactéries coliformes fortement supérieures à la norme (10 ufc/ml) pour tous nos échantillons lait (à la vente) (soit 100% des échantillons).

### **II.1.3- Streptocoques fécaux :**

Selon les analyses effectuées pour le lait, l'absence de trouble bactérien témoigne d'une absence de streptocoques fécaux dans les 5 échantillons. Par ailleurs, vu que le test confirmatif n'a pas été effectué, nous ne pouvons pas considérer ce paramètre.

### **II.1.4- Staphylocoque aureus et Clostridies sulfito-réducteurs :**



*FIGURE 10: Représentation des résultats obtenus pour les staphylocoques aureus en comparaison avec la norme*

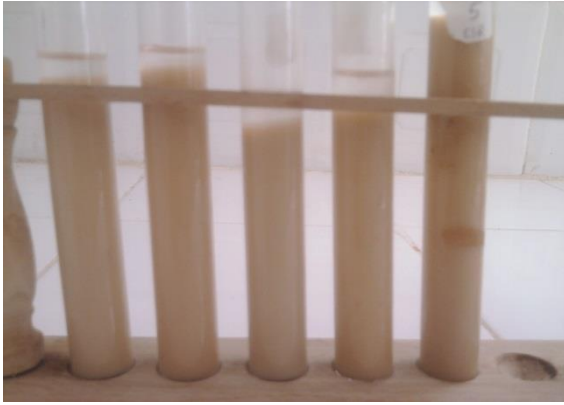


PHOTO 5: Résultat des analyses du lait pour la recherche des CSR

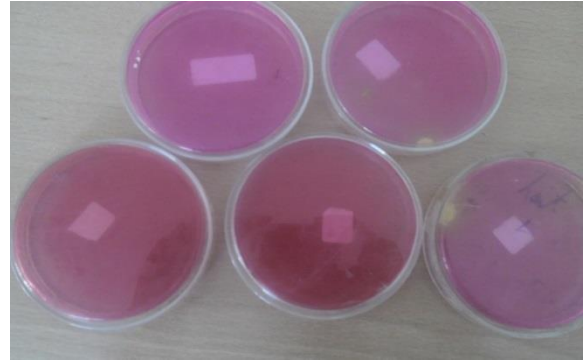


PHOTO 6: Résultat des analyses du lait pour la recherche des staphylocoques aureus

On note une absence totale de clostridies sulfito-réducteurs dans les échantillons 1, 2, 3, 4, 5. Par contre, on note une présence de *Staphylocoque aureus* pathogène dans les échantillons 3 à raison de 30ufc/ml et 5 (100 ufc/ml) ce qui donne 40% d'échantillons non conforme. Ces valeurs obtenues dans ces 2 échantillons sont supérieure à la norme.

## II.2- LA VIANDE FRAÎCHE HACHÉE À LA DEMANDE

Les germes recherchés dans chaque échantillon de la viande fraîche hachée sont :

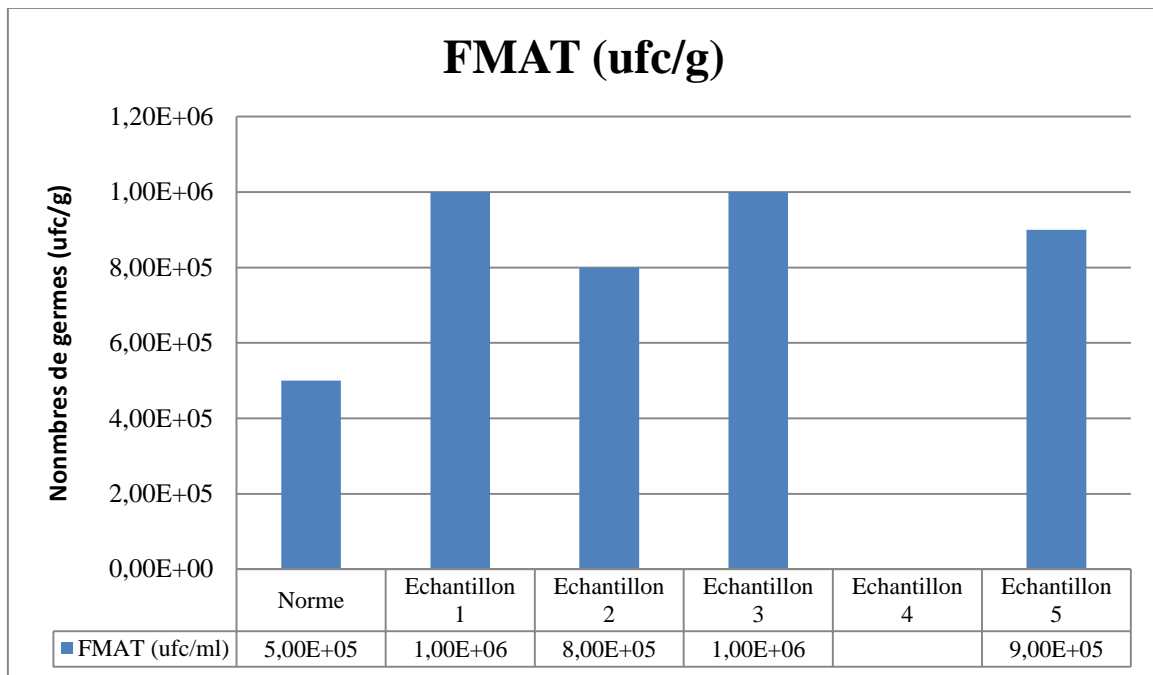
- la flore mésophile aérobie totale (FMAT),
- les indicateurs de la contamination fécale notamment les coliformes thermorésistants et les streptocoques fécaux,
- les bactéries pathogènes telles que *staphylocoque aureus* et les clostridies sulfito-réducteurs.

Les analyses, toujours faite en respectant les conditions d'asepsie, ont révélé les résultats suivants présentés dans le tableau ci-dessous :

	FMAT (ufc/g)	Coliformes fécaux (ufc/g)	<i>Staphylocoques</i> <i>aureus</i> (ufc/g)	Streptocoques fécaux	CSR
Échantillon 1	$1.10^6$	10	3000	Douteux	Positif
Échantillon 2	$8.10^5$	200	8000	Douteux	Positif
Échantillon 3	$1.10^6$	400	6000	Douteux	Positif
Échantillon 4	Non comptable	500	4000	Douteux	Positif
Échantillon 5	$9.10^5$	300	6000	Douteux	Positif

TABLEAU 5: Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour l'analyse de la viande fraîche hachée

- **Résultat du test de CATALASE** : le test de catalase est positif pour les 5 échantillons de viande hachée. Cela confirme la présence de *staphylocoque aureus* dans la viande hachée.

**II.2.1-Flore mésophile aérobie totale (FMAT) :**

*FIGURE 11: Représentation des résultats pour la FMAT en comparaison avec la norme*

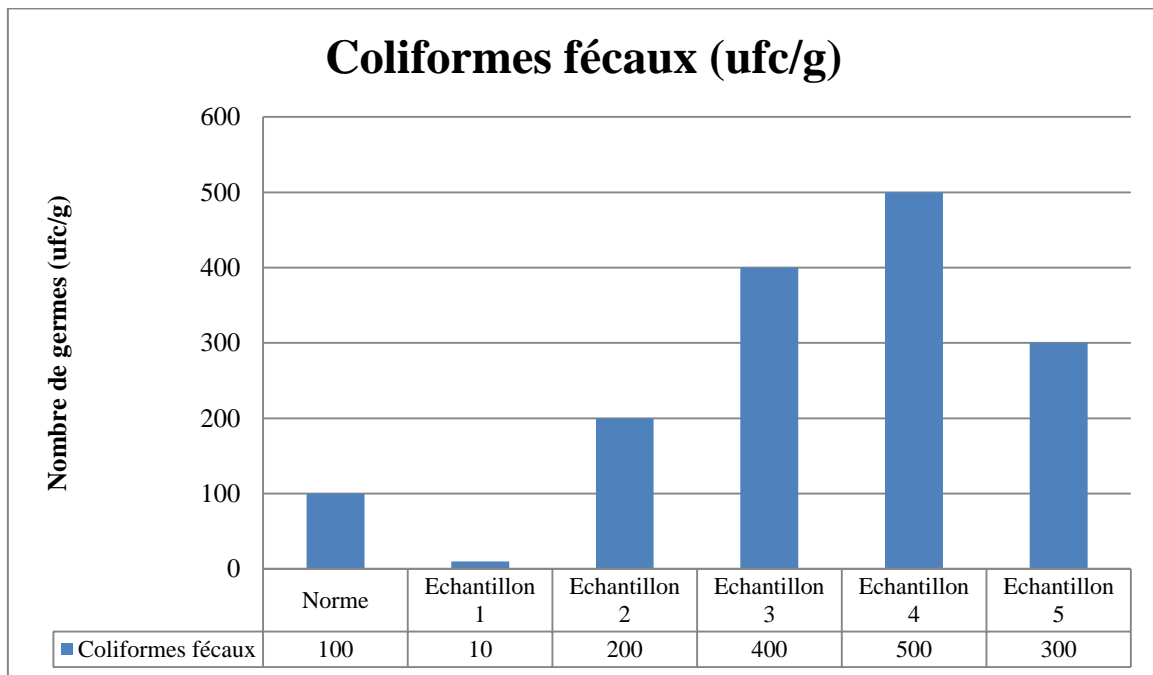
Les nombres de germes obtenus pour les 5 échantillons de viande sont considérablement supérieurs à la norme décrite dans le Journal Officiel donc 100% des échantillons peuvent être qualifiés de non-conformes pour cette flore. Mais on peut tout de même tolérer ce paramètre vu aussi le milieu utilisé (gélose nutritive) qui est un milieu qui permet la croissance des bactéries peu exigeantes. En effet, ce milieu permet la croissance de plusieurs genres de bactéries même celles qui ne sont pas d'intérêt alimentaire.



*PHOTO 7: FMAT sur gélose nutritive*



*PHOTO 8: Couche de bactéries*

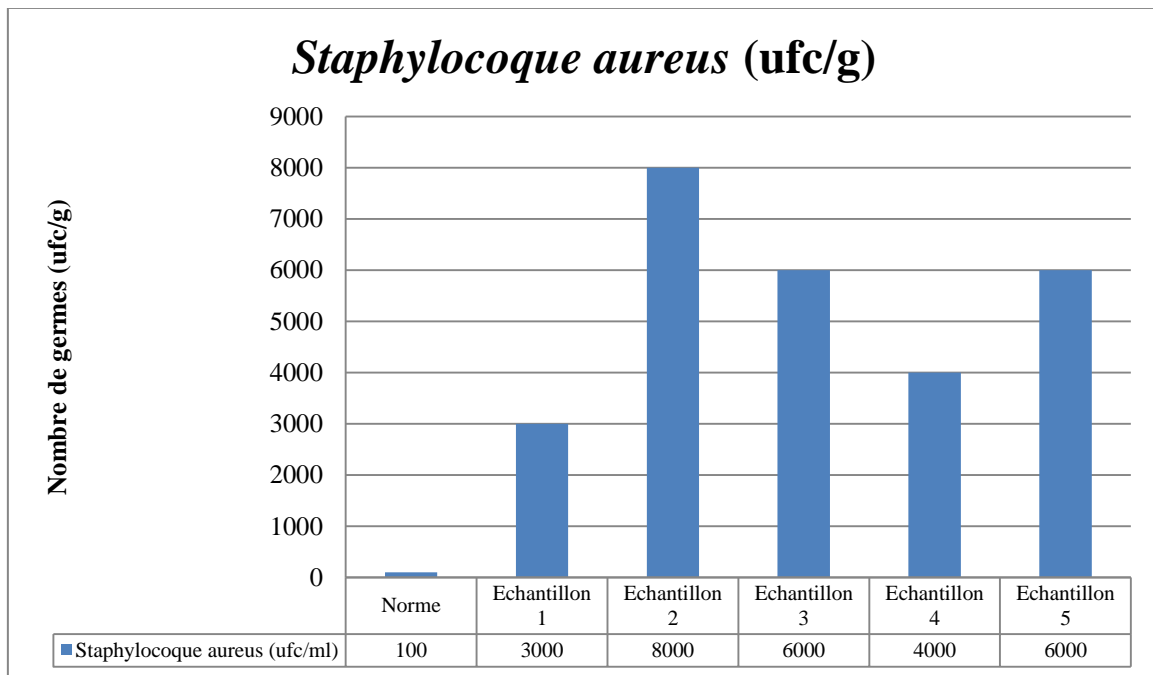
**II.2.2- Coliformes fécaux :**

*FIGURE 12: Représentation des résultats obtenus pour les bactéries coliformes fécaux en comparaison avec la norme*

Les échantillons 2, 3, 4, 5 de viande analysés présentent un nombre de germes (coliformes fécaux) supérieur aux normes (80% d'échantillons non conformes). Seul l'échantillon 1 avec un nombre de germes de 10 ufc/g se présente comme inférieur à la norme.

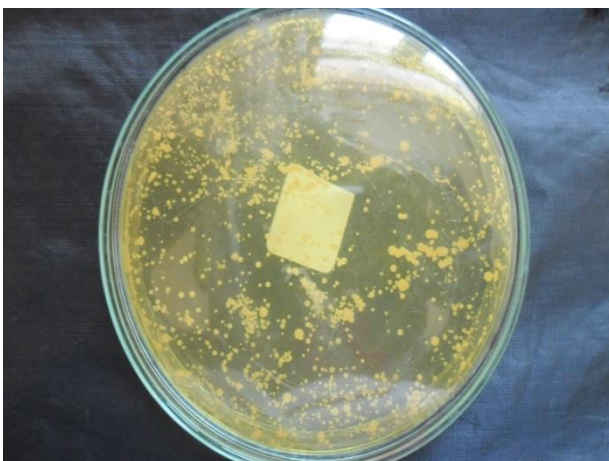
**II.2.3- Streptocoque fécaux :**

Il faut noter que notre analyse sur le milieu ROTHE a présenté un résultat positif pour chaque échantillon avec présence de trouble bactérien mais par absence du milieu de LISKY, le test confirmatif n'a pas été effectué. C'est pourquoi nous ne prendrons pas en compte ce paramètre.

**II.2.4- Staphylocoque aureus :**

*FIGURE 13: Représentation des résultats obtenus pour les bactéries du genre staphylocoque aureus en comparaison avec la norme*

Les nombres obtenus par analyse de chaque échantillon sont de loin supérieur aux normes.



*PHOTO 9: Staphylocoque aureus sur milieu CHAPMAN*

### **II.2.5- Clostridies sulfito-réducteurs :**

Après analyse, on note la présence de clostridies sulfito-réducteurs dans les 5 échantillons analysés.



*PHOTO 10: CSR sur milieu Viande-Foie avec sulfite de sodium et alun de fer*

# ***DISCUSSION***



## DISCUSSION

L'analyse bactériologique de la totalité des échantillons montre :

Pour le lait pasteurisé conditionné (à la vente), la présence de :

- *Staphylococcus aureus* dans 2 échantillons sur 5
- Coliformes totaux dans les 5 échantillons

Pour la viande, la présence de :

- *Staphylococcus aureus* dans les 5 échantillons
- Coliformes fécaux dans 4 échantillons
- Clostridies sulfite-réducteurs dans les 5 échantillons.

En considérant tous ces facteurs, on peut dire qu'aucun de ces échantillons n'est de qualité satisfaisante (100% des échantillons que cela soit pour la viande fraîche hachée ou pour le lait pasteurisé conditionné (à la vente)). Plusieurs causes peuvent être à l'origine de ces contaminations.

### I - LE LAIT PASTEURISÉ

Selon **Saha S. et al. (2012)**, le lait peut être contaminé par les agents microbiens pendant le traitement, le transport, le stockage et la préparation de lait produit pour la consommation.

D'après Joffin (1999) cité par **Mahouz (2007)**, la pasteurisation détruit tous les germes pathogènes, ce qui justifie l'absence de clostridies sulfite-réducteur dans les 5 échantillons d'où l'efficacité de ce procédé.

Selon la **FAO (1998)**, le lait pasteurisé contient toujours une flore résiduelle (bactéries lactiques, germes saprophytes variés) dont l'importance est notamment liée à la charge microbienne initiale.

La flore totale aérobie, encore appelée flore aérobie mésophile, est l'ensemble des microorganismes capables de se multiplier en présence d'oxygène à une température située entre 25° et 40°C (**Guy L. et al, 2002**). Dans notre étude, l'augmentation modérée de cette flore dans 40% des échantillons, pourrait être causé par une contamination initiale importante, persistante après pasteurisation, accentuée par la mauvaise conservation de ces laits surtout que les prélèvements ont été effectués en saison chaude (été) et ces sachets de lait n'étaient pas conservés à une température basse. Cela est mentionné par **BONFOH Bassirou (2002)**, dans une étude sur la qualité microbiologique du lait et des produits laitiers vendus en saison chaude au Mali où il affirme que c'est pendant cette période que la qualité microbiologique des produits laitiers est relativement mauvaise.

**Donovan MG et al. (2011)** affirme que le lait peut être aussi contaminé par la manipulation insalubre après l'achèvement du processus de pasteurisation. Cela confirme nos résultats, qui montrent une contamination par les indicateurs d'hygiène (coliformes totaux) malgré la pasteurisation dans tous nos échantillons.

Une étude menée par **Mahouz (2007)** rapportait une absence de coliformes totaux dans les laits prélevés à partir d'un pasteurisateur, par contre ils étaient présents dans le tank de stockage de la laiterie avec un nombre qui dépassait la norme officielle, ce qui pourrait confirmer une possible contamination post pasteurisation de nos échantillons de lait.

Les bactéries coliformes peuvent provoquer des gonflements (dégagement de gaz) et des mauvais goûts dans les aliments (**Naouale A., 2008**). Cependant, cette présence accrue des coliformes totaux dans nos échantillons de lait pourrait être à l'origine de l'apparition de goût et d'odeur anormaux suite à une mauvaise conservation.

**Katheryn (2013)** affirme que l'un des plus grands obstacles à l'extension de la durée de vie du lait de consommation a toujours été une contamination post-pasteurisation. C'est pourquoi la température joue un rôle crucial dans la conservation des laits pasteurisés confirme **Aggad H (2010)** après une étude de la qualité du lait pasteurisé dans la région de Tiaret.

Cependant, quant à la contamination par *staphylocoque aureus* sur les échantillons 3 et 5 (soit 40%), une étude menée par **Mahouz (2007)** rapportait que la présence des staphylocoques aureus dans des échantillons de lait conditionné serait due à un non-respect de l'hygiène de conditionnement, ce qui est aggravé par les conditions d'exposition à la vente. Alors on pourrait attribuer la contamination de ces échantillons à un manque d'hygiène.

## **II- LA VIANDE FRAICHE HACHÉE**

Concernant la viande, les valeurs obtenues pour la FMAT dans les 5 échantillons sont largement supérieures à la norme fixée par la République Algérienne.

Les valeurs trouvées dans nos 5 échantillons (100% des échantillons), sont inférieures à celles trouvées par **Ibrahima WADE (1992)** évaluant la moyenne générale des germes dénombrés sur 100 échantillons à  $4,03 \cdot 10^7$  germes/g après analyse de la viande bovine locale à Dakar. De même, les résultats de **SIRIKEN (2004)**, ont fait ressortir que 79 % des échantillons de viande hachée analysés, dans les provinces d'Aydin et d'Afyon en Turquie, contenaient plus  $10^5$  bactéries mésophiles aérobies par gramme.

Pour les coliformes fécaux, la norme officielle étant évaluée à  $10^2$  germes/g, on constate après analyse, que 80% des échantillons ont une contamination démesurée vu que le nombre de coliformes trouvé dans ces échantillons est considérablement supérieur à cette norme.

L'étude menée au Pakistan par **Aslam (2000)** montre la présence des coliformes fécaux dans la plupart des échantillons de viande hachée crue analysés et attribue cela aux mauvaises conditions sanitaires. Selon lui, les échantillons fortement contaminés reflètent la manipulation non-hygiénique dans toutes les pratiques de la viande et la consommation de ces échantillons peut créer des problèmes pour la santé publique.

**Skrökki A. (1997)** a démontré, après étude sur la viande hachée de bœuf et bœuf-porc, que la quantité de bactéries coliformes était plus importante dans la viande hachée de bœuf-porc, indiquant ainsi une hygiène pauvre après l'abattage en ce qui concerne les différents processus de manipulation.

Cette même cause peut justifier la présence de bactéries pathogènes (*staphylocoque aureus* et clostridie sulfite-réducteur) dans tous nos échantillons. La contamination par les staphylocoques aureus dans ces échantillons est très remarquable puisqu'elle dépasse de très loin la norme (100 ufc/ g).

La contamination des viandes de bœuf après parage augmente au fur et à mesure que le produit progresse à travers le processus de broyage et de transformation. Cela est dû à plusieurs facteurs, y compris les fortes températures, l'homogénéisation du produit et une plus grande exposition à la contamination. Aussi, le nettoyage insuffisant et la non désinfection du hachoir à viande peut entraîner une contamination en cours du bœuf haché pendant plusieurs jours de production (**SIRIKEN B., 2004**).

**CONCLUSION**  
**ET**  
**RECOMMANDATIONS**

## **CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

Ce travail avait pour but de déterminer les points de contamination microbiologique du lait pasteurisé conditionné (à la vente) et de la viande fraîche hachée.

Le suivi bactériologique de ces denrées a confirmé que leurs qualités microbiologiques étaient dans l'ensemble peu satisfaisantes. Ce qui nous a permis de conclure que ces aliments commercialisés pouvaient constituer une source de danger pour le consommateur.

Pour le lait, malgré un traitement thermique convenable (la pasteurisation) appliqué au niveau de l'usine, l'analyse bactériologique a révélé une présence modérée de germes pathogènes (*staphylocoque aureus*) dans certains échantillons et de témoins de contamination fécale.

En ce qui concerne la viande fraîche hachée, les résultats ont révélé une présence considérable de bactéries pathogènes (*staphylocoque aureus* et clostridies sulfito-réducteurs) et de coliformes thermotolérants dans tous les échantillons.

Au vu de tous ces paramètres, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- Les règles d'hygiène n'ont pas été respectées à la ferme, lors du conditionnement du lait ainsi que lors du stockage chez les commerçants ;
- Les conditions d'hygiène stricte n'ont pas été respectées depuis l'abattoir jusqu'à la vente de la viande (du technicien au boucher), de même que l'utilisation répétée du hachoir à viande sans désinfection aurait été une source de contamination de la viande.

Compte tenu du danger que peuvent présenter les aliments insalubres pour le consommateur, il est donc indispensable de formuler quelques recommandations afin de limiter les contaminations :

- Pour le lait pasteurisé conditionné (à la vente) :
  - pratiquer une hygiène rigoureuse lors de la traite afin d'éviter une flore microbienne initiale importante
  - améliorer l'hygiène dans la chaîne de production laitière en appliquant une meilleure technique de nettoyage et de désinfection du matériel et du personnel.
  - au niveau de la vente, respecter les conditions de stockage du lait en évitant d'exposer les sachets de lait à des températures non conformes.
  - Pour le consommateur, faire bouillir de nouveau ce lait (après achat) afin de permettre la destruction des germes retrouvés après pasteurisation.
- Pour la viande fraîche hachée, il faut maîtriser la contamination par les différents germes en améliorant :
  - les conditions d'abattage,
  - les opérations de préparation des viandes hachées,
  - l'hygiène du personnel,
  - les méthodes de travail.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

- les conditions de cuisson de telle sorte qu'elle détruise toutes les bactéries même les bactéries thermorésistantes.

**RÉFÉRENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- **Abdelouaheb H. B., 2009.** Enquête sur la situation de la filière viande rouge à El-Bayadh. Mémoire de stage.
- 2- **Aboukheir, Kilbertus G., 1974.** Fréquence des levures dans les denrées alimentaires à base de viande. In Ann. Nutrition. Aliment. , 28. 539-547.
- 3- **AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), 2003.** AVIS de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments relatif à la révision de l'arrêté ministériel du 21/12/1979 relatif aux critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire certaines denrées animales ou d'origine animale. Afssa- Saisine n° 2003-SA-0039, 37p.
- 4- **AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), 2006c.** Fiche de description des dangers transmissibles par les aliments : *Listeria monocytogenes*. AFSSA, 4p.
- 5- **AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), 2006a.** Fiche de description de dangers transmissibles par les aliments : *Clostridium botulinum*. AFSSA, 4p. <http://www.afssa>.
- 6- **AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), 2006b.** Fiche de description des dangers transmissibles par les aliments : *Clostridium perfringens*. Agent de toxi-infection alimentaire. AFSSA, 4p. <http://www.infectiologie.com>
- 7- **AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), 2008.** Recommandations pour l'élaboration de critères microbiologiques d'hygiène des procédés, 17 p.
- 8- **Aggad. H., Bridja M., Bouhai Aek, Benaouali M. and Djebli A., 2010.** Some Quality Aspects of Pasteurized Milk in Algeria. World Journal of Dairy & Food Sciences 5 (1): 21-24.
- 9- **Alais C., 1984.** Sciences du lait : Principes des techniques laitières. 4e éd- Paris SEPAIC 814p
- 10- **Alexandra S., 2013.** 10e symposium «La viande dans l'alimentation»; Bien se nourrir – l'importance de la viande pour petits et grands. Viande suisse, 3p.
- 11- **Amellal R., 1995.** La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In : Allaya M. (ed.). *Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000*. Montpellier : CIHEAM, (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 14), 229 -238
- 12- **ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire), 2011a.** *Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments, 4p.



- 13- **ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire), 2011b.** *Clostridium botulinum*, *Clostridium* neurotoxigènes. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments, 4p.
- 14- **ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire), 2011c.** *E. coli* entérohémorragiques (EHEC). Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments, 4p.
- 15- **ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire), 2011d.** *Listeria monocytogenes*. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments, 4p.
- 16- **Aslam A., Mariam I., Haq I., Ali S., 2000.** Microbiology of Raw Minced Beef. Pakistan Journal of Biologie Science 3 (8): 1341 – 1342.
- 17- **Astrup A., Dyerberg J., Elwood P., Hermansen K., Hu F.B., Jakobsen M.U., Kok F.J., Krauss R.M., Lecerf J.M., LeGrand P., Nestel P., Risérus U., Sanders T., Sinclair A., Stender S., Tholstrup T., and Willett W.C. 2011.** Perspective: The role of reducing intakes of saturated fat in the prevention of cardiovascular disease: where does the evidence stand in 2010? American Journal of Clinical Nutrition, 93, 684–8.
- 18- **AVIS, 2011.** Evaluation des risques et bénéfiques de la consommation de lait cru de bovins, et de l'effet du traitement thermique du lait cru sur ces risques et bénéfiques (dossier Sci Com 2010/25, auto-saisine), AVIS 15-2011, 26p.
- 19- **AVIS, 2013.** Evaluation des risques et bénéfiques de la consommation du lait cru d'espèces animales autres que les vaches (dossier Sci Com 2012/12 : auto-saisine). AVIS 11-2013, 87p.
- 20- **Azam J.J.L., 1971.** Etude bactériologique de la viande. Thèse : Méd. Toulouse. 57.
- 21- **Bailly J. D., Brugere H., Chadron H. 2012.** Microorganismes et Parasites des Viandes: les Connaître pour les maîtriser de l'Eleveur au Consommateur. CIV, 150p. [www.civ-Viande.org](http://www.civ-Viande.org).
- 22- **Beuvier Eric et Fleutry Fabienne, 2005.** Quelques bases sur la microbiologie du lait et du fromage... 6p.
- 23- **Biokar diagnostic, 2009.** Gélose VRBL, [www.biokar-diagnostics.fr](http://www.biokar-diagnostics.fr), 5p.
- 24- **Bonfoh B., Fané A., Traoré N. A., Coulibaly Z., Simbé C. F., Alfaroukh O. I., Nicolet J., Farah Z., Zinsstag J., 2002.** Qualité microbiologique du lait et des produits laitiers vendus en saison chaude dans le district de Bamako au mali. BIOTERRE, Rev. Inter. Sci. de la Vie et de la Terre, N° spécial. Editions Universitaires de Côte d'Ivoire, 242 – 250.
- 25- **Bornert G., 2000.** Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. Revue Méd. Vét., 151, 11, 1003-1010.

- 26- **Bourgeois C, Mescle J F et Zucam, 1990.** Microbiologie Alimentation ; Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Paris ; Lavoisier : Techniques et Documentation – 422p.
- 27- **Brigitte M., Collin P., Erik M., 2005.** La qualité microbiologique des aliments : maîtrises et critères. 2ème édition. 355 p.
- 28- **Cahier de sécurité, 2003.** Maîtrise de l'hygiène dans la filière viande; De l'éleveur au consommateur. Centre d'information des viandes (CIV), 29p.
- 29- **Cahier de sécurité, 2004.** Les qualités organoleptiques de la viande bovine, Bases scientifiques pour une bonne utilisation culinaire. Centre d'information des viandes (CIV), 29p
- 30- **Cavalli S. 2003.** Application de la méthode HACCP en établissement d'abattage : modèles théoriques et essai de mise en place. Thèse de Médecine Vétérinaire, ENVL, Lyon, 132p.
- 31- **CEAEQ (Centre d'Expertise en analyse environnementale- Québec), 2012.** Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus* : méthode par filtration sur membrane. Méthode d'Analyse ; MA. 700- STA 1.0, 19p.
- 32- **Christina B., 2008.** Structure et tendreté de la viande. Département de nutrition, Université de Montréal, [www.edhomme.com](http://www.edhomme.com) 5P.
- 33- **Claude P., Champagne, 1998.** Production de ferments lactiques dans l'industrie laitière. Paris, 210p.
- 34- **Cohen N., Karib H., 2006.** Risque hygiénique lié à la présence des *Escherichia coli* dans les viandes et les produits carnés: Un réel problème de santé publique? ; Technologies de laboratoire – N°1, 5- 9.
- 35- **CRIOC (Centre de Recherche et d'Information des Organisations de Consommateurs), 2011.** Quel lait choisir ?, Marc V. (2011) CRIOC, Edition 2011, 14 p.
- 36- **Cuq J-L., 2011.** Microbiologie alimentaire ; contrôle microbiologique des aliments. Université Montpellier 2, 119 p.
- 37- **Daube G., 2002.** Micro-organismes pathogènes et viande : La traçabilité alliée de la sécurité. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 71, 1, 11- 30.
- 38- **Davies G., Casey A., 1973.** The survival of *Brucella abortus* in milk and milk products. Br. vet. J., 129, 345-353.
- 39- **De Buyser M.L., 1996.** - Les staphylocoques. Microbiologie alimentaire, Tome 1 (C. Bourgeois & J.F. Mescle, édit.). Technique et documentation, Lavoisier, Paris, 106-119.
- 40- **Deillon J. C., 2006.** Les microbes du lait cru. Chambre d'agriculture de Haute-Savoie, 20p.

- 41- **Delarras C., 2007.** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Edition TEC & DOC, Lavoisier, 476 p.
- 42- **Delmont, J. 1983.** Milk intolerance and rejection Basel, Karger. 169 pages.
- 43- **Dictionnaire d'Encarta 2009.** Définition de la pasteurisation.
- 44- **Donovan MG., Melisa A., Patrice H., Stacyann H., Princena M., Ruby A-L., 2011.** The microbial content of unexpired pasteurized milk from selected supermarkets in a developing country. Asian Pac J Trop Biomed. Jun 2011; 1(3): 205–211.
- 45- **Dransfield E., 2006.** Facteurs influençant les qualités physiques, chimiques et organoleptiques de la viande d'agneau. Pays-Bas. 14p.
- 46- **Duquenne M., 2010.** Incidence de paramètres technologiques sur l'expression de gènes et la production d'enterotoxines de *staphylococcus aureus* au cours des 72 h suivant l'emprésurage des laits en fabrication fromagère. Thèse Doctorat d'état.
- 47- **Eeckhoute M., 1979.** Moisissures et denrées alimentaires d'origine animale. Rev. Méd. Vét., 491-973.
- 48- **Elliot B., Catherine D., Daniel L., Denis P., 1998.** L'urée du lait : les sources de variation et les implications. Symposium sur les bovins laitiers, CPAQ, 76- 87.
- 49- **FAO ,1998.** Collection FAO: Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Alimentation et nutrition n° 28, (site <http://www.fao.org/docrep/t4280f/T4280F0c.htm> consulté 24/09/13)
- 50- **FAO/OMS (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la santé), 1986.** Sixth report of the joint FAO/World Health Organization (WHO) Expert Committee on brucellosis. Technical Report Series No. 740, OMS, Genève, 132 p.
- 51- **Fernandes R., 2009.** Chilled and frozen raw meat, poultry and their products (1-52). In Microbiology Handbook Meat Products. Leatherhead Publishing, Randalls Read, Leatherhead, Surrey KT22 7RY, UK and Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park Milton Road: Cambridge; 297p.
- 52- **Florence C. L., 2010.** Qualité nutritionnelle du lait de et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. Thèse doctorat d'état.
- 53- **Fosse J., Margas C., 2004.** Dangers Biologiques et Consommation des Viandes. Ed Lavoisier: Paris; 220p.
- 54- **Fournaud J., 1982 :** Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière. In : Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd CNRS, pp 109 - 132.
- 55- **Fournaud J., Graffino G., Rosset R. et Jacque R., 1978 :** Contamination microbienne des carcasses à l'abattoir. Industries Alimentaires et Agricoles, 95 (4) : 273-282.

- 56- **Ghafir Y., Daube G., 2007.** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. Ann. Méd. Vét., 151: 79-100.
- 57- **Ghebru, H., 1988.** Contribution à l'étude du pouvoir pathogène des *Escherichia coli*. Mémoire de maîtrise es sciences vétérinaires en microbiologie immunologie, Nantes.
- 58- **Guiraud J P, 1998.** Microbiologie Alimentaire. Dunod, 89 -95.
- 59- **Guy L., Caroline B., Françoise G., Evelyne V., 2002.** Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaire. Science des aliments, lien : [http://books.google.dz/books?id=Td\\_lde2hLX4C&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.dz/books?id=Td_lde2hLX4C&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false).
- 60- **Haug A., Høstmark A. and Harstad O., 2007.** Bovine milk in human nutrition – a review. Lipids in Health and Disease, 6(25).
- 61- [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S000405922011000200018&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S000405922011000200018&script=sci_arttext), page consultée le 16/06/14
- 62- **Ibrahima W., 1992.** Contribution à l'Etude de la Qualité bactériologique de la Viande bovine locale au niveau des points de vente de détail et de Consommation de Dakar. Thèse doctorat d'état.
- 63- **J.O.R.A (JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE), 1998.** Journal Officiel de la République ALGERIENNE N°35, Aouel Safar 1419, 27 mai 1998, 26 p.
- 64- **J.O.R.A. (JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE), 2004.** Journal officiel de la république algérienne n° 70, 24 Ramadhan 1425, 7 novembre 2004, 26 p. (voir F2004070).
- 65- **Jean-Christian M. et Cécile B., Philippe D., 2011.** Le lait pasteurisé. Agridoc ; GRET, 7p
- 66- **Jouan P., 2002.** Lactoprotéines et lactopeptides, propriétés biologiques. Paris : INRA, 127 p.
- 67- **Kahina H., 2006.** Mécanismes de la protéolyse dans le lait lors de l'inflammation de la glande mammaire chez la vache Laitière, activité des protéases leucocytaires et des protéases bactériennes (cas d'*Escherichia coli*). Thèse doctorat d'état.
- 68- **Kathryn J. B., Nicole M., and Martin W., 2013.** Eliminate post-pasteurization contamination of fluid milk. Food Safety for Dairy Processors Laboratory testing.
- 69- **Law B.A., L.A. Mabbitt, 1983.** New methods for controlling the spoilage of milk and milk products. In Food Microbiology: Advances and Prospects, Roberts, T.A, and Skinner F.A., Eds., Academic Press, Soc. Appl. Bacteriol. Symp. Ser. 11, London, 141 p.

- 70- **Lawrie R.A., Ledward D.A., 2006.** The spoilage of meat by infecting organism (157-188). In *Lawrie's Meat Science* (7<sup>th</sup> edition). Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Cambridge CB1 6AH: England, Abington; 442p.
- 71- **Lemaire J R., 1982.** Les opérations de préparation des viandes. In : *Hyg. et Tech de la viande fraîche*, Paris , éd CNRS, 57-76.
- 72- **Leyral G. et Vierling E., 2007.** Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaire. *Wolkers Kluwer France*. 287 P.
- 73- **Ludovic C., 2008.** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine: adaptation à la demande du consommateur. THESE : 03 – TOU 3 – 4018, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.
- 74- **Mahouz F., 2007.** Suivi et évaluation de la qualité hygiénique du lait de vache dans la région de Tiaret. Mémoire de magister.
- 75- **Mariam K., 2006.** Evolution de la flore bactérienne des viandes de bœuf hachées au cours d'un stockage réfrigéré. Mémoire de fin d'étude approfondie.
- 76- **Michel A. W., 1998.** Composition et valeur nutritive du lait, *Essentiels Laitiers: Lactation et Récolte du Lait*, 4 p.
- 77- **Naouale A. A., 2008.** Microbiologie alimentaire, office des publications universitaire. Edition 1.04.4362. 147 p
- 78- **OGIER M., 2010.** La microbiologie alimentaire. Laboratoire Départemental d'analyse de la Vendée, 4p.
- 79- **OIE, 2005.** *Chapitre 2.10.14. — Listeria monocytogenes*. Manuel terrestre de l'OIE, 1249- 1265.
- 80- **OMS/FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture /Organisation Mondiale de la Santé, 2003.** Garantir la sécurité sanitaire et la qualité des aliments: directives pour le renforcement des systèmes nationaux de contrôle alimentaire, 84p.
- 81- **ONS (Office National des Statistiques), 2014.** INDICE DES PRIX A LA CONSOMMATION. Mois de janvier 2014, ISSN 1111 – 4940, n° 218. 8 p.
- 82- **Ouali A., 1991.** Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. *INRA prod. Anim.*, 3(4), 195 – 208.
- 83- **Oulkheir S., Ounine K., EL Haloui N.E., Bricha S. L. Ikko, Attarassi B., 2008.** Présence et excetion des *Escherichia Coli 0157* : H7 par les animaux d'élevage et leur prevalence dans les denrées alimentaire d'origine animale. *Rev Tun Infectiol*, Vol 2, N°3, 1 – 10.
- 84- **Pascal Chillet, 2011.** La pasteurisation. *biologie technique* 38- 80.

- 85- **Philippe C., 2013.** Lait : son rôle. PRATIQUE *fr*, (site : <http://www.pratique.fr/lait-role.html> consulté le 24/09/13).
- 86- **Ramet J.P., 1985.** Fromagerie et les variétés de fromage du bassin méditerranéen. La matière première du lait, chap II, site <http://www.fao.org/docrep/004/x6551f/X6551F00.htm> consulté le 09/09/13.
- 87- **Regula T. B., Nicole H., 2011.** Le lactose en cause. Fédération des Producteurs Suisses de Lait PSL, 15p.
- 88- **Richard V. J., 1990.** Production de lait cru de bonne qualité bactériologique. Microb-Hyg-alim 2 (1) : 30-33.
- 89- **Romain J., Thomas C., Pierre S., Gérard B., 2007.** Science des aliments. Paris, Edition TEC & DOC, 481 p.
- 90- **Saana M., 1994.** Listériose et contamination du lait et des produits dérivés du lait. Point vét., 26, 69-78.
- 91- **Saha S., Ara A., 2012.** Chemical and Microbiological Evaluation of Pasteurized Milk Available in Sylhet City of Bangladesh. A Scientific Journal of Krishi Foundation, The Agriculturists 10(2): 104-108.
- 92- **Salifou C.F.A., Boko K.C., Ahounou G.S., Tougan P.U., Kassa S.K., Houaga I., Farougou S., Mensah G.A., Clinquart A. et Youssao A.K.I., 2013.** Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs. Int. J. Biol. Chem. Sci. 7(3): 1351-1369.
- 93- **Savoie F., 2011.** Optimisation du protocole de recherche des *Escherichia coli* Producteurs de Shiga-toxines (STEC) dans les aliments. Thèse doctorat d'état.
- 94- **Schlech W.F. 3RD, Lavigne P.M., Bortolussi R.A., Allen A.C., Haldane E.V., Wort A.J., Hightower A.W., Johnson S.E., KING S., Nicholls E.S., Broome C.V., 1983.** Epidemic listeriosis – evidence for transmission by food. N. Engl. J. Med., 318, 203–206.
- 95- **Siriken B., 2004.** The microbiological quality of ground beef in Aydin and Afyon Provinces, Turkey. Revue Méd. Vét., 155, 12, 632-636.
- 96- **Skrökki A., 1997.** Hygienic quality of commercial minced meat as indicated by aerobic micro-organisms and Coliform bacteria. Z Lebensm Unters Forsch A (1997) 204: 391– 394.
- 97- **Sylla P., 1994.** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et commerciale des merguez vendues sur le marché dakarois. Th: Méd. vét; Dakar ; n°13, 81 p.
- 98- **Tsang, R.C. & Nichols, B.L., 1988.** Nutrition during infancy Philadelphia, Hanley and Belfus. 440 pages.
- 99- **Valin C., 1988.** Différenciation du tissu musculaire ; Conséquences technologiques pour la filière viande. Reprod. Nutr. Develop., 28 (3 B), 845 – 856.

- 100- **Vignola C. L., 2002.** Science et technologie du lait : Transformation du lait – Montréal : presse internationale polytechnique 600p.
- 101- **Vilain A-C. 2010.** Qu'est-ce que le lait ? Revue française d'allergologie, vol. 50, n° 3, p. 124-127.
- 102- **Warris D.P., 2000.** Meat Hygiene, Spoilage and Preservation (182-205). In Meat Science An Introductory Text. CABI Publishing, School of Veterinary Science, University of Bristol: Bristol, UK; 29p.
- 103- **Weber F., 1985.** Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports. M-26 ISBN 92-5-2021701, site:  
<http://www.fao.org/docrep/003/x6550f/X6550F03.htm> consultée le 30/10/13.
- 104- **Wesley G.N., 1999.** Listeriosis in animals. In: Listeria, Listeriosis, and Food Safety, Ryser E. & Marth E., eds. Marcel Dekker, New York, NY, USA, 39–73.

Sites consultés et autres documents utilisés:

- Conseil canadien des normes (N°131), 2009. Lignes directives et normes pour l'interprétation des résultats analytique en microbiologie alimentaire. Méthodes analytiques accréditées selon ISO/CEI 17025, 59 p.
- Cours HIDAOA, 5eme Année, 2014. Installation de la *rigor- mortis* ou rigidité cadavérique, Institut Vétérinaire de Tiaret.
- DRINC: Milk Quality Terms. <http://drinc.ucdavis.edu/dairyp/dairyp6.htm>, page consultée le 16/06/2014.
- La Science.fr : le lait est-il une boisson saine, [http://www.pourlascience.fr/ewb\\_pages/a/article-le-lait-est-il-une-boisson-saine-26710.php](http://www.pourlascience.fr/ewb_pages/a/article-le-lait-est-il-une-boisson-saine-26710.php), page consultée le 24/10/13.
- Laboratoire départementale de LOZERE, analyse bactériologique alimentaire (model bureautique type), 5p.
- Le figaro.fr : lait, quel bienfait ? <http://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/lait/quels-bienfaits>, page consulté le 13/11/13.
- Process alimentaire.com : Un nouvel outil pour traquer les spores bactériennes thermorésistantes, <http://www.processalimentaire.com/index.php>, page consultée 30/10/13
- [www.aquazar.com](http://www.aquazar.com): Composition, physico-chimie et microbiologie du lait. Page consultée le 11/11/13.

# ANNEXES



**ANNEXES****Annexe 1 : Résultat et calcul des germes trouvés dans le lait pasteurisé**

## 1.1- Echantillon 1

-FMAT à 30°C

Dilution  $10^{-3}$  : 10 colonies comptéesDilution  $10^{-4}$  : 5 colonies comptées

Calcul du nombre de germes/ ml:

Echantillon 1  $\longrightarrow$  Après calcul, le nombre exact de germes est : 13636,36. Pour exprimer le nombre de microorganismes, on arrondi à partir du 2<sup>e</sup> chiffre, ce qui donne une estimation de  $1.10^4$  micro-organismes pour l'échantillon 1 ;

-Coliformes à 30°C : 147 colonies comptées

Après application de la formule :  $\frac{147}{1} = 147$  germes/ ml

-Streptocoque fécaux : négatif

-Micro-organismes pathogènes :

*Staphylocoque aureus* : négatif, aucune colonie

Clostridies sulfito- réducteurs : Négatif

## 1.2- Echantillon 2

-FMAT à 30°C :

Pour la dilution  $10^{-3}$  : 40 colonies comptéesPour la dilution  $10^{-4}$  : 10 colonies comptées + colonies illisibles

Calcul du nombre de germes / ml:

Echantillon 2  $\longrightarrow$  Après calcul, le nombre exact de micro-organismes est : 45454,54. On arrondi en estimant le nombre de germes à 40000 c'est-à-dire  $4.10^4$  ;

-Coliformes à 30°C : environs 270 colonies comptées  $\longrightarrow$  Donc 270 germes/ ml

-Streptocoque fécaux : négatif

-Micro-organismes pathogènes :

*Staphylocoque aureus* : négatif, aucune colonie

Clostridies sulfito- réducteurs : Négatif

### 1.3- Echantillon 3

-FMAT à 30°C :

Pour la dilution  $10^{-3}$  : 15 colonies comptées

Pour la dilution  $10^{-4}$  : 5 colonies comptées

Calcul du nombre de germes par ml :

Echantillon 3  $\longrightarrow$  Après calcul, le nombre exact de micro-organismes est : 18181,81. On arrondi en estimant le nombre de germes/ ml à  $2 \cdot 10^4$  ;

-Coliformes à 30°C : environs 83 colonies comptées / ml  $\longrightarrow$  Donc 83 germes/ ml

-Streptocoque fécaux : Négatif

-Micro-organismes pathogènes :

*Staphylocoque aureus* : 3 colonies/0,1ml  $\longrightarrow$  Donc 30 germes/ ml

Clostridies sulfito- réducteurs : Négatif

### 1.4- Echantillon 4

-FMAT à 30°C :

Pour la dilution  $10^{-3}$  : 8 colonies comptées

Pour la dilution  $10^{-4}$  : pas de colonies bactériennes

Calcul du nombre de germes/ ml:

Echantillon 4  $\longrightarrow$  Après calcul, le nombre exact de micro-organismes est : 7272,72. On arrondi en estimant le nombre de germes/ ml à  $7 \cdot 10^3$

-Coliformes à 30°C : environs 143 colonies comptées  $\longrightarrow$  Donc 143 germes / ml

-Streptocoque fécaux : Négatif

-Micro-organismes pathogènes :

*Staphylocoque aureus* : négatif, aucune colonie

Clostridies sulfito- réducteurs : Négatif

### 1.5- Echantillon 5

-FMAT à 30°C :

Pour la dilution  $10^{-3}$  : 80 colonies comptées

Pour la dilution  $10^{-4}$  : 30 colonies comptées + colonie illisibles

Calcul du nombre de micro-organisme :

Echantillon 5  $\longrightarrow$  Après calcul, le nombre exact de micro-organismes est :  $100000 = 1.10^5$

-Coliformes à 30°C : environs 104 colonies comptées / ml

-Streptocoque fécaux : Négatif

-Micro-organismes pathogènes :

*Staphylocoque aureus* : 10 colonies/0,1 ml  $\longrightarrow$  Donc 100 germes/ ml

Clostridies sulfito- réducteurs : Négatif.

## **Annexe 2 : résultat et calcul des germes trouvés dans la viande fraîche hachée**

2.1- Echantillon 1

Pour la dilution  $10^{-3}$  : 952 colonies comptées

Pour la dilution  $10^{-4}$  : 556 colonies comptées + colonie illisibles

Calcul du nombre de germes/ g:

Echantillon 1  $\longrightarrow$  Après calcul, le nombre exact de germes est 1370909,09 environs  $1.10^6$

-Coliformes fécaux à 44°C : 15 colonies comptées  $\longrightarrow$  15germes / g

-Streptocoque fécaux : Douteux (présence de trouble bactérien)

-Micro-organismes pathogènes :

*Staphylocoque aureus* : 320 colonies  $\longrightarrow$   $320 \div 0,1 = 3200$  germes/ g

Clostridies sulfito- réducteurs : positif (tube contenant des colonies de couleur noire)

2.2- Echantillon 2

Pour la dilution  $10^{-3}$  : 778 colonies comptées

Pour la dilution  $10^{-4}$  : 159 colonies comptées + colonie illisibles

Calcul du nombre de micro-organisme :

Echantillon 2  $\longrightarrow$  Après calcul, le nombre exact de micro-organismes est 851818, 18: environ  $8.10^5$

-Coliformes fécaux à 44°C : 187 colonies comptées  $\longrightarrow$  187 germes / g

-Streptocoque fécaux : Douteux (présence de trouble bactérien)

-Micro-organismes pathogènes :

*Staphylocoque aureus* : 820 colonies → donc 8200 germes/ g

Clostridies sulfito- réducteurs : Positif

2.3- Echantillon 3

Pour la dilution  $10^{-3}$  : 1030 colonies comptées

Pour la dilution  $10^{-4}$  : 553 colonies comptées + colonie illisibles

Calcul du nombre de micro-organisme :

Echantillon 3 → Après calcul, le nombre exact de micro-organismes est 1439090, 90 environs  $1.10^6$

-Coliformes fécaux à 44°C : 446 colonies comptées → 446 germes / g

-Streptocoque fécaux : Douteux (présence de trouble bactérien)

-Micro-organismes pathogènes :

*Staphylocoque aureus* : 624 colonies → donc 6240 germes/ g

Clostridies sulfito- réducteurs : positif

2.4- Echantillon 4

Pour la dilution  $10^{-3}$  : nappe de colonies

Pour la dilution  $10^{-4}$  : 286 colonies comptées + colonies regroupées

Calcul du nombre de micro-organisme : le calcul n'est pas réalisable vu que il y a une boite de pétri qui contient un nombre de colonie non comptable.

-Coliformes fécaux à 44°C : 458 colonies comptées → 458 germes / g

-Streptocoque fécaux : Douteux (présence de trouble bactérien)

-Micro-organismes pathogènes :

*Staphylocoque aureus* : 370 colonies → donc 3700 germes/ g

Clostridies sulfuto- réducteurs : Positif

2.5- Echantillon 5

Pour la dilution  $10^{-3}$  : 678 colonies comptées

Pour la dilution  $10^{-4}$  : 287 colonies comptées + colonie illisibles

Calcul du nombre de micro-organisme :

Echantillon 5 → Après calcul, le nombre exact de micro-organismes est 877272, 72 environs  $9.10^5$

-Coliformes fécaux à 44°C : 252 colonies comptées → 252 germes / g

-Streptocoque fécaux : Douteux (présence de trouble bactérien)

-Micro-organismes pathogènes :

*Staphylocoque aureus* : 580 colonies → donc 5800 germes / g

Clostridies sulfito- réducteurs : Positif

### **Annexe 3 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour l'analyse du lait pasteurisé et de la viande fraîche hachée**

	Echantillons	FMAT à 37°C (ufc/ml ou g)	Streptocoque D	Coliformes Totaux à 30°C (ufc/ml ou g)	Coliformes Fécaux à 44°C (ufc/ml ou g)	CSR à 44°C	S. <i>Aureus</i> (ufc/ml ou g)
Lait pasteurisé conditionné	Echantillon 1	1.10 <sup>4</sup>	négatif	100	-	négatif	Abs
	Echantillon 2	4.10 <sup>4</sup>	négatif	300	-	Négatif	Abs
	Echantillon 3	2.10 <sup>4</sup>	négatif	80	-	négatif	30
	Echantillon 4	7.10 <sup>3</sup>	négatif	100	-	négatif	Abs
	Echantillon 5	1.10 <sup>5</sup>	négatif	100	-	négatif	100
Viande fraîche hachée à la demande	Echantillon 1	1.10 <sup>6</sup>	Douteux	-	10	douteux	3000
	Echantillon 2	8.10 <sup>5</sup>	Douteux	-	200	douteux	8000
	Echantillon 3	1.10 <sup>6</sup>	Douteux	-	400	douteux	6000
	Echantillon 4	NON COMPTA BLE	Douteux	-	500	douteux	4000
	Echantillon 5	9.10 <sup>5</sup>	Douteux	-	300	douteux	6000

## RESUME

Notre étude concernait le contrôle microbiologique des aliments plus particulièrement le lait pasteurisé conditionné (à la vente) et de la viande fraîche hachée. Elle avait pour objectif primordial de détecter une hypothétique contamination de ces aliments et de discuter des éventuelles origines de contamination sur un total de 10 échantillons dont 5 sachets de lait pasteurisé conditionné et 5 échantillons de viande fraîche hachée.

Les résultats ont montré que les 10 échantillons (100% des échantillons que cela soit pour la viande fraîche hachée ou pour le lait pasteurisé conditionné (à la vente)) étaient de qualité insatisfaisante.

Pour le lait pasteurisé conditionné (à la vente), on a constaté une absence de clostridie sulfite-réducteur dans la totalité des échantillons. Par contre on note la présence de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) dans 40% des échantillons, de coliformes totaux dans 100% des échantillons, de *staphylocoque aureus* dans 40% des échantillons, avec des valeurs supérieures aux normes fixées dans le J.O.R.A. N°35 du 27 mai 1998.

Pour ce qui est de l'analyse de la viande fraîche hachée, on a observé la présence de FMAT dans 100% des échantillons, de coliformes fécaux dans 80% des échantillons et de *Staphylocoque aureus* dans 100% des échantillons à des valeurs largement supérieures aux normes fixées dans le J.O.R.A. n°35 du 27 mai 1998, et 100% des échantillons contenaient les clostridies sulfite-réducteurs.

On peut donc retenir de cette étude que la qualité du lait pasteurisé conditionné et de la viande fraîche hachée requiert un respect strict de l'hygiène tout au long de la chaîne de transformation jusqu'au consommateur.

## ABSTRACT

Our study involved to the microbiological control of food especially the pasteurized packaged milk (with the sale) and of the minced fresh meat. It had as an objective paramount to detect a hypothetical contamination of this food and to discuss the possible origins of contamination on a total 10 samples including 5 packaged pasteurized milk sachets and 5 fresh minced meat samples.

The results showed that the 10 samples (100% of the samples that are for the fresh minced meat or for packaged pasteurized milk (with the sale)) were of unsatisfactory quality.

For packaged pasteurized milk (with the sale), one noted an absence of clostridia sulfito-reducer in the totality of the samples. On the other hand one notes the presence of the total aerobic flora mesophilic (FMAT) in 40% of the samples, of total coliforms in 100% of the samples, of staphylococcus aureus in 40% of the samples, with values higher than the standards set in the J.O.R.A. N°35 of May 27, 1998.

As regards the analysis of the fresh minced meat, one observed the presence of FMAT in 100% of the samples, faecal coliforms in 80% of the samples and of Staphylococcus aureus in 100% of the samples to values largely higher than the standards set in the J.O.R.A. n°35 of May 27, 1998, and 100% of the samples contained the clostridia sulfito-reducers.

One can thus retain this study that the quality of packaged pasteurized milk and fresh minced meat requires a strict respect of hygiene throughout the processing chain to the consumer.