

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 8 ماي 1945 قالمة

Université 08 Mai 1945 Guelma



## Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences Biologiques

Filière : Biologie

Spécialité/Option : Microbiologie Appliquée

Département : Écologie et Génie de l'Environnement

Thème :

---

---

# Appréciation de la qualité nutritionnelle et hygiénique du lait cru de vache dans la région de Guelma

---

---

Présenté par :

DJEBIHA Zeyneb

FERDI Awatif

Devant le jury composé de :

Président : ROUABHIA K. M.C.B Université 08 Mai 1945 Guelma

Examinatrice : HAMDIKEN M. M.C.B Université 08 Mai 1945 Guelma

Encadré par : BOUSSADIA M.I. M.C.B Université 08 Mai 1945 Guelma

Septembre 2020

# *Remerciements*

*Nous rendons grâce à Allah, le Clément, le tout Miséricordieux,  
pour La chance qui nous a donnée pour poursuivre nos études  
supérieures, et pour le courage qu'il nous a donné pour mener à  
bien ce travail. Gloire à Allah.*

*Nous remercions sincèrement notre encadreur ;*

*Dr. Boussadia Meriem Imen, pour ses conseils, son aide, pour sa  
présence et sa patience.*

*Nous remercions également monsieur Boudebbouz Ali pour son aide  
précieuse afin d'accomplir ce travail.*

*Nos sincères remerciements à tous les membres du jury :*

*Dr. Hamdiken M, et Dr Rouabhia K de nous avoir honoré  
par leur présence et d'avoir voulu évaluer ce travail*

*Nous remercions tous les enseignants du parcours.*

*Enfin, nos remerciements s'adressent à toute personne ayant  
contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# Dédicaces



*Je remercie tout d'abord, Allah, le tout puissant et clément de m'avoir Aidé à réaliser ce travail,*

*Je dédie ce mémoire :*

*Mes chers parents ma mère et mon père Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.*

*À mon cher mari Walid que Dieu le protège.*

*À ma belle-sœur : Soulef, Et son mari Badri*

*À mon unique cher frère Abd raouf ; Et ses enfants Tassabih el islam et Taje edine.*

*À mon magnifique binôme Awatef et toutes sa famille ; je t'adore.*

*À mon encadreur Mme Boussadia M qui mérite tous mon respect et tribut.*

*À mes enseignants de l'école primaire jusqu'à l'université qui nous ont montré les clés de succès.*

*À tous mes amies et en particulier : Chifa, Oumaima, Houda, Nawel, Safa pour leur humour fin et leur sourire permanent.*

*À tous ceux qui sont proches de nos cœurs.*



**ZEYNEB** ♥



## *Dédicaces*

*Je remercie tout d'abord, Allah, le tout puissant et clément de m'avoir aidé à réaliser ce travail que je dédie*

*À :*

*Mon cher père, je prie Dieu d'avoir pitié de lui et de lui accorder le paradis.*

*Ma chère mère qui est ma source d'énergie, elle a été à mes côtés et n'a jamais cessé de m'encourager.*

*À mon unique cher frère ♥ Islam ♥*

*Mes chères tantes : Zohira ; Nadia ; Samia ; Djazia ; Moufida  
Laila ; Habiba ; Hakima ; Fatiha ; Nisa.*

*Mon oncle : Hafid et sa femme Dahbia*

*À mon encadreur Mme Boussadia. M merci pour vos efforts avec nous*

*Mes sentiments les plus sincères d'amitié s'adressent à ma chère binôme et sœur Zeyneb Djebiha.*

*Mes chères Amies : Chifa, Oumaima, Houda, Nawel, Safa Je vous aime*

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

*Tous ceux que j'aime.*



**Awatef**

## Résumé

Le lait cru est un produit hautement nutritif pour l'homme. La connaissance de sa qualité est donc essentielle pour la protection du consommateur. La présente étude porte sur l'appréciation nutritionnelle et hygiénique des laits crus de vache collectés des différentes fermes de la région de Guelma durant la période février-mars 2020. Au total, 10 échantillons de lait cru ont fait objet d'analyses physicochimique et bactériologique.

Les résultats obtenus lors de cette étude indiquent que l'ensemble des échantillons sont de qualité physico-chimique non satisfaisante.

Les résultats de l'analyse bactériologique indiquent une absence des *Salmonelles* et des *Staphylocoques* dorés. Un nombre d' FMAT conforme à la norme pour la majorité des échantillons, et une charge en *Clostridium sulfito-réducteurs*, streptocoques fécaux, et coliformes dépassant généralement la norme algérienne.

**Mots clés :** Lait cru ; qualité ; physico-chimie, bactériologie ; norme ; Guelma

## **Abstract**

Raw milk is a highly nutritious product for humans. Knowledge of its quality is therefore essential for consumer protection. This study focuses on the nutritional and hygienic assessment of raw cow's milk collected from various farms in Guelma region during the period February-March 2020. In total, 10 samples of raw milk were subjected to physicochemical and bacteriological analyzes. .

The results obtained during this study indicate that all of the samples are of unsatisfactory physicochemical quality.

The results of the bacteriological analyzes reveal after comparison with the Algerian standard that there is an absence of *Salmonella* and *Staphylococcus aureus* in all the samples and FMAT values are conforming to the standard for the majority of the samples. On the other hand, coliforms, sulphite-reducing *clostridium* and *streptococcus*, the results show a considerable presence, generally exceeding the Algerian standard.

**Key words:** Raw milk; quality; physicochemical, bacteriology; standards; Guelma

## ملخص

الحليب الخام منتج ذو قيمة غذائية عالية للبشر. لذلك فإن معرفة جودتها أمر ضروري لحماية المستهلك. تركز هذه الدراسة على التقييم الغذائي والصحي لحليب البقر الخام الذي تم جمعه من المزارع المختلفة في منطقة قالمة خلال الفترة من فبراير إلى مارس 2020. وإجمالاً، تم إخضاع 10 عينات من الحليب الخام للتحليل الفيزيائي والكيميائي والبكتريولوجي.

تشير النتائج التي تم الحصول عليها خلال هذه الدراسة إلى أن جميع العينات أظهرت جودة فيزيائية كيميائية غير مقبولة لجميع المتغيرات الفيزيائية والكيميائية.

تشير نتائج التحليل البكتريولوجي إلى عدم وجود السالمونيلا والمكورات العنقودية الذهبية. عدد من FMAT

المتوافقة مع المعيار لغالبية العينات ونسبة كلوستريديوم المختزلة للكبريت والمكورات العقدية البرازية والقولونيات الكلية بشكل عام تتجاوز المعيار الجزائري.

**الكلمات الرئيسية:** حليب خام؛ جودة؛ الكيمياء الفيزيائية، علم الجراثيم. المعايير؛ قالمة.

## Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>page</b>
<b>Tableau 1</b>	Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2006).	8
<b>Tableau 2</b>	Constituant lipidique du lait de vache et localisation dans la fraction physico chimique (g/l de matière grasse) (FAO, 1998).	9
<b>Tableau 3</b>	Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons du lait de vache cru.	43
<b>Tableau 4</b>	Résultats de l'analyse bactériologique des laits crus de vache.	52



## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Localisation de la matière grasse du lait.	10
<b>Figure 2</b>	Structure d'une sub-micelle caséique.	11
<b>Figure 3</b>	Localisation des points de prélèvements.	26
<b>Figure 4</b>	lactoscan ULTRASONIC MILKANALYSER.	27
<b>Figure 5</b>	pH mètre.	27
<b>Figure 6</b>	Dénombrement des flores mésophile aérobie totale	31
<b>Figure 7</b>	Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.	34
<b>Figure 8</b>	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.	36
<b>Figure 9</b>	Recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfitoréducteurs	38
<b>Figure 10</b>	Recherche et dénombrement des Staphylocoques.	40
<b>Figure 11</b>	Recherche et dénombrement des Salmonelles.	42
<b>Figure 12</b>	Variation de l'acidité titrable des échantillons du lait de vache cru.	44
<b>Figure 13</b>	Variation de la teneur en matière grasse des échantillons du lait de vache cru.	45
<b>Figure 14</b>	Variation de la teneur en extrait sec dégraissé des échantillons du lait de vache cru.	45
<b>Figure 15</b>	Variation des concentrations de lactose dans les échantillons du lait de vache cru.	46
<b>Figure 16</b>	Variation des concentrations de protéines dans les échantillons du lait de vache cru.	47
<b>Figure 17</b>	Variation de la température des échantillons du lait de vache cru analysés.	48
<b>Figure 18</b>	Variation du point de congélation des échantillons du lait cru de vache analysés.	49
<b>Figure 19</b>	Variation des teneurs en sels minéraux des échantillons du lait cru analysés.	50
<b>Figure 20</b>	Variation du pH des laits crus analysés.	51

<b>Figure 21</b>	Variation de la conductivité des échantillons du lait cru analysés	50
<b>Figure 22</b>	Variation de la charge des FMAT dans les laits crus de vache.	52
<b>Figure 23</b>	Variation de la charge des streptocoques fécaux dans les laits crus de vache.	53
<b>Figure 24</b>	Variation de la charge des coliformes fécaux dans les laits crus de vache.	54
<b>Figure 25</b>	Variation de la charge des coliformes totaux dans les laits crus de vaches.	54
<b>Figure 26</b>	Variation de la charge des clostridies dans les laits crus de vache.	55

---

## Liste des symboles & abréviations

- °C : degré Celsius.
- °D : degré Dornic.
- AC : Acidité.
- AFNOR : Association Française de Normalisation.
- ATB : Antibiotique.
- BCC : bouillon coeur –cervelle.
- CF : Coliforme fécaux.
- F.A.O: Food and Agriculture Organisation.
- FMAT : flore mésophile aérobie totale.
- H : heure.
- ISO: Organisation internationale de normalisation.
- JORA : Journal officiel de la République Algérienne.
- min : minute.
- ml : millilitre.
- MSD : Matière sèche dégraissée
- PCA: Plate Count Agar.
- pH : potentiel d'hydrogène.
- *S.aureus* : *Staphylococcus aureus*.
- SM: Solution mère.
- SRC : Clostridium sulfito-réducteur.
- SS : milieu *salmonella Shigella*.
- T : Température.

- **UFC** : Unité Formant Colonie.
- **UFC/ml** : Unité Formant de Colonie par millilitre.
- **VF** : Viande de Foie.
- **VRBL** : Violet Red Bile Lactose Agar.
- **CF** : Coliformes fécaux
- **CSR** : *Clostridium* sulfito-réducteurs
- **CT** : Coliformes totaux
- **g** : gramme
- **SF** : Streptocoques fécaux.
- **SNF** : Extrait sec dégraissé
- **UHT** : Upérisation à haute température.

## Sommaire

Remerciements

Dédicace

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste d'abréviations

Introduction.....1

### Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1.Définition du lait ..... 4

I.2.Différentes races laitières en Algérie ..... 4

I.3. Valeurs nutritionnelle..... 5

I.4.Propriétés physico-chimique du lait..... 6

I.4.1.pH ..... 6

I.4.2.Point de congélation ..... 6

I.4.3.Acidité titrable ou acidité Dornic ..... 6

I.4.4.Point d'ébullition ..... 6

I.4.5. Densité..... 7

I.4.6.Potentiel d'oxydoréduction du lait..... 7

I.5.Composition chimique du lait cru ..... 7

I.5.1. Eau..... 8

I.5.2. Glucides..... 9

I.5.3.Matière grasse..... 9

I.5.4. Minéraux ..... 10

I.5.5.Protéines ..... 11

I.5.5.1 Caséines ..... 11

I.5.5.2. Protéines de lactosérum ..... 11

I.5.5.3. Protéines solubles mineures..... 12

I.5.5.4.Protéines solubles majeures ..... 12

I.5.6 .Vitamines..... 12

I.6. Substances ou composants indésirables .....	12
I.6.1. Pesticides .....	12
I.6.2. Polychlorodiphényles. ....	13
I.6.3. Antibiotiques .....	13
I.6.4. Nitrates et nitrosamines .....	13
I.6.5. Métaux .....	13
I.7. Facteurs influençant la composition du lait .....	14
I.7.1. Facteurs liés à l'animal .....	14
I.7.1.1. Facteurs génétiques.....	14
I.7.1.2. Facteurs physiologiques.....	14
I.7.1.3. Etat de santé de l'animal.....	15
I.7.2. Facteurs liés au milieu .....	15
I.7.2.1. L'alimentation.....	15
I.7.2.2. Période de l'année (saison/climat) .....	15
I.8. Qualité organoleptique du lait cru.....	16
I.8.1. La couleur.....	16
I.8.2. L'odeur.....	16
I.8.3. Le goût.....	16
I.8.4. La texture.....	16
I.9. Microflore du lait .....	16
I.9.1. Flore originelle du lait .....	17
I.9.2. Flore de contamination .....	17
I.9.2.1. Flore d'altération .....	17
I.9.2.2. Flore pathogène .....	19
I.9.3. Sources de contamination du lait.....	21
I.9.3.1. Contamination par les animaux .....	21
I.9.3.2. Contamination liés à l'alimentation des animaux.....	21
I.9.3.3. Contamination au cours de la traite .....	22
I.11. Principales activités microbiennes dans le lait.....	23
I.11.1. Acidification .....	23
I.11.2. Production de gaz .....	23
I.11.3. Production d'alcool .....	23
I.11.4. Production de polysaccharides ou de polypeptides .....	24

I.11.5.Lipolyse .....	25
I.11.6.Protéolyse .....	25

## **Chapitre II : Matériels et méthode**

II.1.Objectif et démarche .....	26
II.2.Analyse physico-chimique.....	27
II.2.1. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH).....	27
II.2.2 Détermination de l'acidité titrable (Dornic).....	28
II.3. Analyse bactériologique .....	28
II.3.1.Préparation des dilutions décimales .....	29
II.3.2. Recherche et dénombrement de La flore totale mésophile aérobie (FMAT) (NF V 08-051).....	29
II.3.3.Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (NF V08-051) .....	32
II.3.4.Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (NA 765 : 1996) et .....	35
II.3.5. Recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs (NF V 08-019) .....	37
II.3.6.Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i> (NF V 08-0571).....	39
II.3.7.Recherche des salmonelles (NF V 08-052).....	41

## **Chapitre III : Résultats et discussion**

III.1.Résultats de l'analyse physico-chimique du lait .....	43
III.1.1.Acidité titrable .....	43
III.1.2.Matière grasse .....	44
III.1.3.Extrait sec dégraissé (SNF) .....	45
III.1.4.Lactose .....	45
III.1.5.Concentration des protéines.....	46
III.1.6.Température .....	47
III.1.7. Point de congélation .....	48
III.1.8. Sels minéraux.....	48
III.1.9. pH .....	49
III.1.10.Conductivité.....	50
III.2.Analyse bactériologique .....	51
II.2.1. Flore aérobie mésophile totale (FMAT) .....	51
III.2.2. Streptocoques fécaux .....	52
III.2.3. Coliformes fécaux.....	53
III.2.4. Coliformes totaux .....	54

III.2.5. <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs .....	55
III.3.6. Recherche des salmonelles .....	56
III.2.7. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	56
Conclusion et perspectives .....	57
Références bibliographiques	
Annexes	



# *Introduction*

# Introduction

---

## Introduction

Au fil des siècles, le lait et les produits laitiers sont considérés comme des sources majeures d'aliments nutritifs, en particulier pour les enfants car ils contiennent des macros et des micronutriments, tels que les vitamines et les acides gras spéciaux comme l'acide linoléique, essentiels à la croissance, au développement des os, et pour les fonctions immunitaires de l'animal et du corps humain (**Boudebouz et al., 2020**).

À partir d'études humaines, plusieurs essais cliniques randomisés ont démontré que la consommation de trois portions ou plus de produits laitiers par jour a des effets bénéfiques sur les apports en nutriments et en énergie chez les adultes ainsi que sur les apports en calcium, magnésium et vitamine D par rapport aux apports d'individus qui en ont consommé un ou moins de portions de produits laitiers par jour (**Rice et al., 2013**).

Le lait est une matière première de base pour tous les consommateurs. Il peut être incorporé dans les collations, dans les repas ou transformé en produits dérivés. Généralement, le terme 'lait' évoque le lait de vache. Le lait de cette espèce laitière est très revendiqué par les consommateurs du monde entier.

La croissance démographique et l'urbanisation provoquent une augmentation de la demande pour le lait dans les villes des pays en voie de développement (**Tolosa et al., 2013**). En effet, l'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb, avec près de 120 L/an /habitant. L'Algérie a lancé en l'an 2000, un plan National de Développement Agricole (PNDA), à fin de booster le secteur laitier. Cette procédure a permis d'augmenter la production laitière nationale à trois milliards de litres en 2011, soit un accroissement de 84% par rapport à l'année 2000, mais cela est resté insuffisant, et l'Algérie importe ce produit alimentaire et se classe comme deuxième importateur au monde après la Chine (**Kacimi El Hassani, 2013**).

Le cheptel bovin algérien compte trois types de races exploitées : Bovin Laitier Moderne, Bovin Laitier Local, Bovin Laitier Amélioré (**Kharzat, 2006**). Le Bovin Laitier Moderne est constitué des races Holstein, Frisonne Pie Noire, Montbéliarde, et Tarentaise. Il est introduit à partir d'Europe. Le Bovin Laitier Amélioré est issu à

# Introduction

---

partir de croisement non contrôlé entre des races locales telles que la Brune de l'Atlas et des races introduites depuis l'étranger. Le bovin laitier local est représenté par un seul groupe dénommé la Brune de l'Atlas. Suite à des croisements non contrôlés, cette race a donné naissance à d'autres races telles que la Guelmoise, la Cheurfa, la Sétifiene et la Chélifienne (**Mansour, 2015**).

Le maintien du secteur laitier, ne doit pas se focaliser uniquement sur l'agent producteur, qui est la vache, mais aussi sur la qualité du lait collecté. Grâce à son pH neutre et à l'activité de l'eau élevée, le lait est un excellent milieu de croissance pour les différents micro-organismes (**Claeys et al., 2013**). En effet, la communauté médicale est tenue de mettre en exergue qu'il est un véhicule potentiel de maladies d'origine alimentaire (**Mortari et al., 2014**). Au-delà de l'impact direct sur la santé humaine, le lait contaminé est une barrière économique pour l'industrie laitière (**Kaouche et al., 2015**).

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

Eu égard à cet état des lieux, nous nous sommes proposé de réaliser une étude qui vise une caractérisation physico-chimique et bactériologique du lait cru de vache de race importée prélevé à partir de diverses communes de la wilaya de Guelma-Algérie.

Le manuscrit comporte **quatre parties**:

- La **première partie** retrace une bibliographie exhaustive sur le lait, ses propriétés ainsi que la flore bactérienne associée ;
- La **seconde partie** est consacrée à la description du matériel et des méthodes ayant été utilisées pour la caractérisation physico-chimique du lait, ainsi que la recherche des germes de contamination (flore aérobie mésophile totale, streptocoques fécaux, coliformes totaux et fécaux, *Clostridium* sulfito-réducteurs, *Salmonella* et *Staphylococcus aureus*) ;

# Introduction

---

- Une **troisième partie** est orientée vers une interprétation- discussion des résultats obtenus ;
- Et enfin, une **conclusion** et des perspectives de recherche à entreprendre dans le future proche.

# *Synthèse bibliographique*

# Synthèse bibliographique

---

## I.1. Définition du lait

Le lait, produit de la glande mammaire, constitue l'aliment des jeunes mammifères de la naissance au sevrage. C'est un liquide opaque, blanc mat, constitué d'un certain nombre d'éléments en solution ou en suspension dans l'eau et prélevés dans le sang. Il contient également, de façon tout à fait normale, des cellules d'origine mammaire et des bactéries (**Meyer et al., 1999**).

Selon la définition établie par le Congrès international de la répression et des fraudes alimentaires de Genève, en 1908, le lait est « le produit intégral de la traite complète et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée ». Il doit être collecté correctement et ne pas contenir de colostrum (**Guétouache et al., 2014**).

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement thermique (chauffage), conservant ainsi intégralement sa flore bactérienne (les bactéries). Il s'agit du lait tel qu'il sort du pis des animaux, constituant la matière première de tous les types de laits de vache (UHT, stérilisé, entier, demi-écrémé, écrémé.) (**Virbel-Alonso et lévy-Dutel, 2013**).

## I.2. Différentes races laitières en Algérie

### ❖ Bovin laitier local (BLL)

Le bovin local appartiendrait à un seul et même groupe dénommé Brune de l'Atlas. Les populations qui composent la Brune de l'Atlas, se différencient nettement du point de vue phénotypique, dont on distingue quatre variantes (**Feliachi, 2003**) :

- la Guelmoise
- la Cheurfa
- la Sétifienne
- la Chélifienne

Le BLL représente 34% de l'effectif total des vaches laitières, soit environ 300 milles têtes (**Soukehal, 2013**). Donc, cette catégorie ne produit pas beaucoup de lait, En moyenne trois à quatre litres par jour et une durée de lactation ne dépassant pas les cinq mois. Sa production est surtout destinée à l'alimentation des veaux (**Itelv, 2010**).

# Synthèse bibliographique

---

## ❖ Bovin laitier amélioré (BLA)

Le vocable de bovin local amélioré (BLA), recouvre les divers peuplements bovins, issus de multiples croisements, entre la race locale Brune de l'Atlas et ses variantes d'une part, et diverses races importées d'Europe (**Yakhlef, 1989**), d'autre part, ces animaux constituent 42% à 43% de l'ensemble du troupeau national, et assurent 40% environ de la production (**Bencharif, 2001**).

En 2012, le BLA représentait 38% de l'effectif national et assurent environ 30% de la production totale de lait de vache. Les rendements moyens varient entre 3 000 à 3 500 litres/vl/an (**M.A.D.R, 2013**).

## ❖ Bovins laitiers modernes (BLM)

Ces animaux sont constitués de races importées principalement de pays d'Europe, dont l'introduction avait débuté avec la colonisation du pays, comprend essentiellement les races : Montbéliarde, la Frisonne pie noire, la Holstein, la Brune des Alpes (**Feliachi, 2003**).

En 2012, le BLM représentait 28% de l'effectif total (25,7% en 2000) et assurent environ 70% de la production totale de lait de vache. Les rendements moyens de ce cheptel sont de l'ordre de 4 000 à 4 500 litres /vl/an (**M.A.D.R, 2013**).

## I.3. Valeur nutritionnelle

Le lait contient presque tous les éléments nutritifs nécessaires à la croissance du jeune mammifère. Un litre de lait d'origine bovine contient environ 50 g de lactose, 32 g de protéines et 40 g de matières grasses. Le potentiel énergétique d'un litre de lait est respectivement de 2720 kJ, 2090 kJ et 1460 kJ suivant qu'il est entier, demi-écrémé ou écrémé (**Jeantet et al., 2008**).

Le lait de vache joue historiquement un rôle de premier choix pour la prévention et le traitement de la malnutrition modérée et sévère chez les enfants. Il s'agit d'une source importante de minéraux qui favorise la croissance comme le potassium, le magnésium, le phosphore et le zinc.

La teneur élevée en lactose semble également soutenir la croissance grâce à une meilleure absorption des minéraux (**Turck, 2013**).

# Synthèse bibliographique

---

De plus, le lait est un aliment précieux pour la santé des os, étant une riche source de protéines, de calcium et contenant des facteurs de croissance anabolisants pour les os, comme l'ostéoprotégérine (Turck, 2013).

## I.4. Propriétés physico-chimiques du lait

### I.4.1. pH

Le pH du lait frais à 20°C varie entre 6,6 et 6,8. Plutôt proche de 6,6 immédiatement après la traite, il augmente légèrement dans les heures suivantes par diminution de la quantité du dioxyde de carbone dissous dans la phase aqueuse du lait. (Croguennec *et al.*, 2008).

### I.4.2. Point de congélation

Pour le lait de vache, le point de congélation est égal à -0,53 °C. Il résulte principalement de l'effet dépresseur du lactose et des ions monovalents (Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>), qui contribuent pour environ 75 à 80 % à l'abaissement cryoscopique total. Il est utilisé pour déterminer une modification du lait (mouillage, hydrolyse du lactose, etc) (Croguennec *et al.*, 2008).

### I.4.3. Acidité titrable ou acidité Dornic

L'acidité titrable permet de mesurer le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. Le Degré Dornic est le nombre de dixième de millilitre de soude utilisé pour titrer dix millilitres de lait en présence de phénolphthaléine.

1°D égale 1 millilitre d'acide lactique dans 10 millilitre de lait soit 0,1 gramme d'acide lactique par litre. Le lait normal a une acidité de titration comprise entre 16 et 18°D. Deux laits peuvent avoir le même pH et des acidités tritables différentes et inversement. C'est-à-dire qu'il n'y a pas de relation d'équivalence réelle entre le pH et l'acidité de titration (Guigma, 2013).

### I.4.4. Point d'ébullition

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi, comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5 °C. Cette



# Synthèse bibliographique

---

propriété physique diminue avec la pression. On applique ce principe dans les procédés de concentration du lait (Vignola, 2002).

## I.4.5. Densité

A 20°C, La densité des laits individuels peut prendre des valeurs entre 1,030 et 1,033 et de 1,020 à 1,038 pour les laits de mélange. Pour une même espèce, la densité n'est pas constante. Elle dépend de la richesse du lait en éléments dissous et en suspension ainsi que de la teneur en matière grasse. Elle est également variable en fonction de la température. La densité du lait fraîchement extrait de la mamelle est instable et tend à augmenter avec le temps (Seydi, 2004).

## I.4.6. Potentiel d'oxydoréduction du lait

Le potentiel d'oxydoréduction du lait à 20°C, pH 6,6 et en équilibre avec l'air varie entre +0.25 et +0.35V, soit légèrement oxydant. La quantité d'oxygène dissous est le principal facteur influençant le potentiel d'oxydoréduction (Croguennec *et al.*, 2008).

## I.5. Composition chimique du lait cru

La composition du lait (tab.1) varie d'une espèce de mammifère à une autre car elle est adaptée aux besoins de chacune d'elle. Cependant, il existe des caractéristiques communes aux différents laits à savoir la richesse en calcium, qualité protéique appréciable, le lactose comme sucre prédominant et une richesse en vitamines notamment du groupe B. Sa composition dépend aussi d'autres facteurs tels que la race des vaches, la saison et le climat. Certains de ces facteurs peuvent être contrôlés donc modifiés pour améliorer la rentabilité laitière d'une vache (Mathieu, 1998).

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon Pougheon et Goursaud (2001) sont :

- L'eau : très majoritaire.
- Les glucides principalement représentés par le lactose.
- Les lipides : essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire.
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important tel que les : enzymes, vitamines et les oligoéléments.

# Synthèse bibliographique

**Tableau 1** : Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2006).

Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	89.5
Dérivés azotés	3.44
Protéines	3.27
Caséine	2.71
Protéines solubles	0.56
Azote non protéique	0.17
Matières grasses	3.5
Lipides neutres	3.4
Lipides complexes	<0.05
Composés liposolubles	<0.05
Glucides	4.8
Lactose	4.7
Gaz dissous	5% du volume du lait
Extrait sec total	12.8g

## I.5.1. Eau

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire est ce qui lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum.

Il est important de noter que l'eau forme un arrangement hexagonal précis lorsqu'elle atteint son point de congélation. Cet arrangement fait augmenter le volume de l'eau et diminuer sa masse volumique. Cette caractéristique est importante lors de la fabrication des produits laitiers glaciers, qui peut entraîner la formation de cristaux de glace (Vignola ,2002).

# Synthèse bibliographique

## I.5.2. Glucides

Le sucre principal du lait est le lactose. On ne relève que 70 mg/l de glucose et 20 mg/l de galactose ainsi que des traces d'autres glucides. Le lactose est un sucre fermentescible. Il est dégradé en acide lactique par des bactéries lactiques (lactobacilles et streptocoques) ce qui provoque un abaissement du pH du lait entraînant sa coagulation. Cette dernière est indispensable pour la fabrication de fromages et de laits fermentés (**Fredot, 2005**).

## I.5.3. Matière grasse

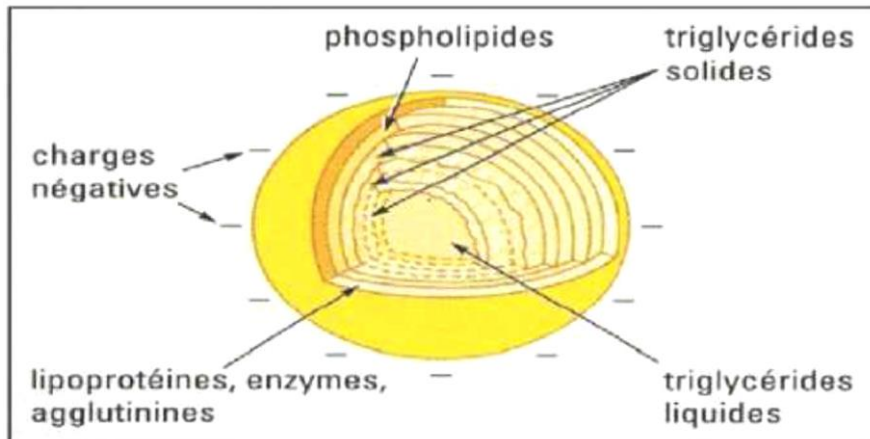
La teneur en matières grasses du lait est appelée taux butyreux (TB). Elle représente près de la moitié de sa valeur énergétique (tab.2). Par ailleurs, elle participe à la caractéristique gustative (souhaités ou non) et aux propriétés rhéologiques des produits laitiers (**Croguennec et al., 2008**).

Les matières grasses du lait sont majoritairement présentes sous forme de globules gras de diamètre compris entre 0,2 et 15µm et qui sont entourées d'une membrane communément appelée « la membrane du globule gras du lait ». Cette enveloppe protectrice est un assemblage complexe de protéines, de phospholipides, de glycoprotéines, de lipides neutres, d'enzymes et d'autres composés mineurs (fig.1), elle agit comme un émulsifiant naturel permettant la dispersion de la matière grasse dans le plasma du lait, de ce fait elle contribue au maintien de l'émulsion (**Jeantet et al., 2007**).

**Tableau 2 :** Constituant lipidique du lait de vache et localisation dans la fraction physico chimique (g/l de matière grasse) (**FAO, 1998**).

Constituants lipidiques	Proportions
Triglycérides	96-98
Diglycérides	0,3-1,6
Monoglycérides	0,0-0,1
Phospholipides	0,2-1,0
Cérébrosides	0,0-0,08
Stéroïdes	0,2-0,4
Acides gras libres	0,1-0,4
Esters du cholestérol	Traces
Vitamines	0,1-0,2

# Synthèse bibliographique



**Figure 1** : Localisation de la matière grasse du lait (Bylund, 1995).

## I.5.4. Minéraux

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux (tab.3), dont les principaux sont : le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium pour les cations, le phosphate, le chlorure et le citrate (Gaucheron, 2004). A cette liste s'ajoutent certains éléments, comme le soufre qui est présent dans les protéines et les oligo-éléments suivants, qui sont présents à l'état de trace : manganèse, bore, fluor, silicium, brome, molybdène, cobalt, baryum, titane lithium et probablement certains autres (Croguennec *et al.*, 2008) .

**Tableau 3**: Composition minérale du lait (Jeant *et al.*, 2007).

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

# Synthèse bibliographique

## I.5.5. Protéines

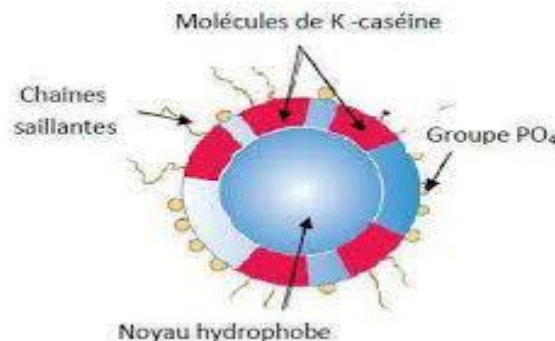
Elles constituent avec les sels la partie la plus complexe du lait. Leur importance tient à plusieurs raisons : quatrième groupe de substances par son abondance après l'eau, le lactose et les matières grasses (**Mathieu, 1998**).

Le lait de vache contient généralement 30 à 35 g de protéine qui est communément divisée en deux classes en fonction de la solubilité à pH 4,6: les caséines insolubles, qui représentent moins de 80% de la protéine totale du lait, et la protéine de lactosérum (ou sérum) solubles, qui représentent moins de 20% de la protéine totale du lait.

### I.5.5.1. Caséines

**Jean et Dijon (1993)** rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre  $56000 \text{ g mol}^{-1}$ , forme une dispersion colloïdale dans le lait.

La caséine native (fig.02) a la composition suivante : protéine 94%, calcium 3%, phosphore 2.2%, acide citrique 0.5% et magnésium 0.1% (**Adrian et al., 2004**).



**Figure 2** : Structure d'une sub-micelle caséique (**Bylund, 1995**).

### I.5.5.2. Protéines de lactosérum

Les protéines de lactosérum sous leur forme native sont solubles à pH 4,6 ou dans les NaCl saturés, restent solubles après coagulation induite par la présure des micelles de caséine et ne peuvent pas être sédimentées par ultracentrifugation. et sont dénaturées par la chaleur. (**Tamime, 2009**). Parmi ces protéines on distingue les protéines solubles mineures et majeures.

# Synthèse bibliographique

---

## I.5.5.3. Protéines solubles mineures

Sur le plan quantitatif, ces protéines sont mineures, mais présentent des activités biologiques importantes (propriétés antibactériennes). On compte parmi elles ; les immunoglobulines, la lactoferrine, la sérum-albumine, les protéases peptones, la plasmine, la phosphate alcaline.

## I.5.5.4. Protéines solubles majeures

Il existe deux protéines majeures du lactosérum : la  $\beta$ -lactoglobuline et l' $\alpha$ -lactalbumine. Elles sont synthétisées au niveau de la mamelle de la vache (**Fayolle, 2015**).

## I.5.6. Vitamines

Les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme co-facteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser.

Deux types de vitamines sont présents dans le lait :

- ✓ les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C)
- ✓ les vitamines liposolubles (A, D, E et K). (**Jeantet *et al.*, 2008**).

## I.6. Substances ou composants indésirables

La mamelle est un émonctoire et le lait peut contenir des substances ingérées ou inhalées par l'animal, sous la forme soit du constituant original, soit de composés dérivés métabolisés. Les substances étrangères peuvent provenir des aliments (engrais et produits phytosanitaires), de l'environnement (pesticides), ou de traitements prescrits à l'animal (produits pharmaceutiques, antibiotiques, hormones). Ces contaminations posent des problèmes particuliers, parce qu'il est souvent difficile d'en apprécier les conséquences à long terme sur la santé. Les mesures de prévention restent la pratique la plus logique et la plus efficace (**Courtet Leymarios, 2010**).

### I.6.1. Pesticides

Ce sont des produits destinés à détruire les insectes qui attaquent le bétail, les cultures et les récoltes. Ces pesticides présentent un degré de toxicité pour l'homme; certains seulement se retrouvent dans le lait quand la vache les a consommés.

## Synthèse bibliographique

---

Les phosphates (très toxiques) sont ainsi très rapidement métabolisés, les organophosphorés sont très peu rémanents et les organochlorés (stables et lipophiles) sont éliminés à concurrence de 30 à 40% dans le lait (FAO, 1995).

### I.6.2. Polychlorodiphényles

Certains produits chimiques, comme les phtalates, les esters de l'acide sébacique et certains polychlorobiphényles (PCB), présentent un degré certain de toxicité pour l'homme, d'autant plus que ces substances sont stables dans l'organisme où elles s'accumulent dans le tissu adipeux (FAO, 1995).

### I.6.3. Antibiotiques

Leur usage chez l'animal en fait des constituants sporadiques du lait, et donc une source de sélection de souches résistantes et d'accidents allergiques pour le consommateur (FAO, 1995).

### I.6.4. Nitrates et nitrosamines

La fabrication de certains produits laitiers s'accompagne d'une addition de nitrate de potassium ou de sodium dans le lait à cailler. Ceux-ci s'accumulent surtout dans le lactosérum.

De fait, on peut trouver dans les produits secs, des nitrates en concentrations très élevées. Les nitrates peuvent former des liaisons avec divers composants du lait. Ainsi, les nitrites qui découlent de la conversion des nitrates peuvent former des nitrosamines, dont certaines sont cancérigènes (Courtet Leymarios, 2010).

### I.6.5. Métaux

A leur propos, il convient de distinguer entre la découverte d'un antagoniste naturellement présent dans le lait et une contamination par cette même substance en quantités inutiles, voire dangereuses.

Par exemple, on accepte dans les crustacés un taux d'arsenic de 50 ppm, mais on s'inquiète d'en trouver plus de 0,05 ppm dans du lait. Parmi les métaux susceptibles de contaminer le lait à des taux inquiétants pour la santé, on peut citer le sélénium, l'arsenic, le plomb, le mercure et le cadmium (FAO, 1995).

# Synthèse bibliographique

---

## I.7.Facteurs influençant la composition du lait

La composition chimique du lait varie sous l'effet des facteurs liés à l'animal (stade physiologique, race, niveau génétique, état sanitaire) ou des facteurs au milieu (saison, alimentation) (Agabriel *et al.*, 1993).

### I.7.1.Facteurs liés à l'animal

On peut différencier des facteurs génétiques (race, individu), des facteurs physiologiques (âge, numéro de lactation, stade de lactation, niveau de production) et des facteurs liés à l'état sanitaire de l'animal (maladie générale, mammite, stress) (Meyer *et al.*, 1999).

#### I.7.1.1.Facteurs génétiques

Les facteurs génétiques agissent davantage sur la composition chimique du lait que sur la quantité produite. Le coefficient d'héritabilité des teneurs en matières grasses et en protéines varie de 0,45 à 0,70 ; alors que celui de la quantité de lait est de l'ordre de 0,25 (Kaouch, 2009).

Une sélection sur les taux est donc relativement efficace dans la limite de leur plage de variation. Elle est plus efficace sur le taux butyreux et que sur le taux protéique. D'une manière générale, les races les plus laitières présentent des taux butyreux et protéiques les plus faibles. Ce qui justifie le choix des éleveurs qui se détournent des races ayant un lait riche au profit de celles ayant une production élevée. Le choix d'une race reposant sur un bilan économique global qui tient compte de la composition du lait mais aussi des critères de fertilité ou de l'aptitude bouchère. Ainsi la race frisonne Pie Noire conserve sur la Normande un net avantage économique (Kaouch, 2009).

#### I.7.1.2. Facteurs physiologiques

Au cours de la lactation, les quantités de matières grasses, de matières azotées et de caséines évoluent de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite. Les taux de matière grasse et de matière azotée, élevés au vêlage, diminuent au cours du premier mois et se maintiennent à un niveau minimal pendant le deuxième mois. Ils amorcent ensuite une remontée jusqu'au tarissement. L'amplitude de variation est généralement plus importante pour le taux butyreux que pour le taux protéique. Par ailleurs, les caractéristiques des laits sécrétés par les animaux âgés sont identiques à celles des laits de fin de lactation. Les deux



# Synthèse bibliographique

---

taux, protéique et butyreux ont tendance à diminuer au cours des lactations successive (**Meyer et al., 1999**).

## **I.7.1.3. Etat de santé de l'animal**

Les lésions du pis, provoquant une rétention lactée, peuvent modifier la composition chimique du lait.

La plupart des mammites ne sont pas visibles ; on observe une augmentation des globules blancs du lait. Elles sont le signe d'une évolution grave de l'infection. On observe une modification de la mamelle traduisant l'inflammation (douleur, chaleur, rougeur) et une modification de l'aspect du lait (grumeaux, sérum..). La première conséquence de cet état est la diminution de la quantité de lait produite (**Meyer et al., 1999**).

## **I.7.2. Facteurs liés au milieu**

### **I.7.2.1. L'alimentation**

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

### **I.7.2.2. Période de l'année (saison/climat)**

Les effets saisonniers sur la production et la composition du lait sont largement attribués aux températures extrêmes de l'environnement. La consommation de fourrage grossier est réduite pendant le stress thermique de l'environnement, entraînant une diminution de la production de lait ainsi que du pourcentage de matières grasses. De même, les pourcentages de protéines de lait et de lactose sont plus faibles pendant la saison chaude (**Heading, 1995**). Le lait des vaches qui vèlent pendant la saison froide présente un pourcentage de graisse et de matière sèche dégraissée plus élevé que celui des vaches qui vèlent pendant la saison chaude (**Heading, 1995**).

# Synthèse bibliographique

---

## I.8. Qualité organoleptique du lait cru

### I.8.1. La couleur

Le lait cru est un liquide opaque de couleur blanche, plus ou moins jaunâtre, due en grande partie à la présence de matières grasses, de pigments de carotène (la vache transforme le  $\beta$ -carotène contenu dans son alimentation en vitamine A qui se retrouve directement dans le lait), de caséines et de vitamine B2.

### I.8.2. L'odeur

Le lait cru présente une odeur faible mais spécifique. En effet, grâce aux matières grasses qu'il contient, le lait fixe des odeurs animales. Ces dernières sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation de l'animal et au mode de conservation du lait.

### I.8.3. Le goût

La saveur du lait est douce et varie en fonction de sa température de consommation (lait froid ou lait chaud) et selon l'alimentation de l'animal.

### I.8.4. La texture

La texture du lait dépend essentiellement de sa teneur en matières grasses. Ainsi, plus un lait est riche en lipides et plus il a tendance à être « crémeux » (**Fredot, 2017**).

## I.9. Microflore du lait

Le lait est un milieu idéal pour la croissance de nombreux organismes, ayant une teneur élevée en eau, en nutriments et un pH presque neutre. Une offre abondante de nourriture et d'énergie est disponible sous forme de sucres (**Fayolle, 2015**). On répartit les micro-organismes du lait, selon leur importance, en deux grandes classes : flore indigène ou originelle et flore de contamination. Cette dernière est subdivisée en deux sous classe : flore d'altération et flore pathogène (**Vignola, 2002**).

### I.9.1. Flore originelle du lait

A la sortie de la mamelle, même lorsque celle-ci est saine et que la traite est effectuée dans des conditions rigoureuses d'hygiène, le lait contient habituellement une centaine à quelques milliers de bactéries par ml. (**Weber, 2011**). Il s'agit essentiellement des germes saprophytes

# Synthèse bibliographique

---

du pis et des canaux galactophores : microcoques mais aussi des streptocoques lactiques (*lactococcus*) et des lactobacilles (**Guiraud, 2012**).

Le Lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées « lacténines» mais leur action est de très courte durée (environ 1 heure).

D'autres micro-organismes peuvent se retrouver dans le lait cru issus d'un animal malade, ils sont généralement pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire (**Guiraud, 2003**).

## I.9.2.Flore de contamination

La flore contaminant est l'ensemble des micro-organismes ajoutés au lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène capable de provoquer des maladies chez les personnes qui consomment ces produits laitiers (**vignola, 2002**).

### I.9.2.1.Flore d'altération

Elles sont des espèces bactériennes capables de dégrader le lactose, les protéines ou les lipides du lait (**Boucenna, 2019**).

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *pseudomonas sp*, *proteus sp*, les coliformes, soit principalement, *escherichia et enterobacter*, *bacillus sp*, et *clostridium*. Certaines levures et moisissures, leurs causant de défauts sensoriels de goutte, d'arômes de texture et peuvent réduire la vie de tablette du produit laitier (**Boucenna, 2019**).

- **Les coliformes**

Les coliformes se répartissent en 2 groupes distincts:

- les non fécaux dont l'origine est l'environnement général des vaches. Ils sont détectés dès 30 °C.
- les fécaux dont l'origine essentielle est le tube digestif .Ils sont plus thermotolérants (détectés à 44 °C). *Escherichia coli* fait partie de ce dernier groupe (**anonyme, 2009**).

Un grand nombre de coliformes dans le lait indique donc une contamination du lait par les bouses en raison de vaches trop sales ou d'une hygiène de traite insuffisante. Ils colonisent facilement le matériel de traite (**Lévesque, 2007**).

# Synthèse bibliographique

---

## ▪ Les streptocoques fécaux, streptocoques lactiques et lactobacilles

Les Streptocoques sont des témoins de contamination fécale, entraînent très souvent une très forte protéolyse. Les streptocoques lactiques et les lactobacilles (qui sont de la flore indigène du lait) sont recherchés pour la fabrication du fromage, peuvent en grande abondance, acidifier trop rapidement le lait ce qui provoque la coagulation (**Vignola, 2002**).

## ▪ Clostridies

Sont des bacilles Gram+, sporulés, immobiles, se cultivent en anaérobiose et en général mésophiles (**Larpent, 1997**).

Les cultures âgées peuvent apparaître Gram<sup>-</sup>. Ils se multiplient facilement sur les milieux ordinaires, très répandus dans la nature, en particulier dans le sol ; ils contaminent de nombreux produits : eau, lait, viande, poisson, conserves alimentaires (**Guiraud et Rose, 2004**).

Les populations de *Clostridium* dans le lait cru varient selon les saisons ; dans les climats tempérés, les clostridies sont plus élevés dans le lait cru collecté en hiver que celles collectées en été, car en hiver, dans de nombreux pays, les vaches sont logées et reposent sur des matériaux de litière contaminés par les spores et sont plus susceptibles de consommer de l'ensilage chargé de spores (**Bramley et McKinnon, 1990**).

## ▪ Levures et moisissures

Bien que souvent présentes dans le lait, les levures s'y manifestent rarement. Peu d'entre elles sont capables de fermenter le lactose. Certaines sont utilisées dans la production de laits fermentés. Par leurs enzymes protéolytiques, elles jouent un rôle dans la formation de l'arôme (**Poueme Namegni, 2006**).

Les levures peuvent aussi être néfastes. En effet, la levure *Torulopsis*, productrice de gaz à partir du lactose, supporte des pressions osmotiques élevées et est capable de faire gonfler des boîtes de lait concentré sucré et les laits caillés frais. La présence de levures à la surface des yaourts, fromages à pâte fraîche, crème et beurre sont l'indice d'une pollution qui déprécie l'aspect et le goût des produits (**Poueme Namegni, 2006**).

Pour les moisissures, elles se trouvent fréquemment dans les laits, mais leur niveau moyen ne dépasse pas 10 ufc.ml<sup>-1</sup> (**Tormo, 2010**). Intéressent un grand nombre d'autres produits laitiers.

## Synthèse bibliographique

---

Les moisissures se développent en surface ou dans les parties internes aérées. Elles sont productrices de lipases et de protéases.

### I.9.2.2.Flore pathogène

Cette flore regroupe divers germes pathogènes, dont la persistance et/ou le développement dans le lait et ses dérivés peuvent constituer un risque pour la santé du consommateur (**Hauet, 1993**).

Elle est représentée essentiellement par *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* sécrétrice de shiga-toxine, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium spp.*, *Brucella spp* et d'autres germes. (**Yabrir, 2014**). La majorité de ces espèces sont détruites par un traitement thermique de pasteurisation à l'exception de certaines spores et toxines thermostables.

La flore pathogène est présente originellement dans le lait d'un animal malade (mammite par exemple ou autres infections) ou provenir d'une contamination par l'environnement (sol, aliments et eaux) (**Yabrir, 2014**).

- **Les staphylocoques**

Les staphylocoques dorés sont les germes potentiellement pathogènes les plus présents dans le lait.

Le lait est considéré comme un bon substrat pour les *Staphylococcus* (**Korpysa-Dzirba et Jaosek, 2011**) et il peut être contaminé par *Staphylococcus aureus* en cas d'infection de la glande mammaire ou pendant la traite par de mauvaises pratiques hygiéniques, comme un mauvais lavage des mains lors de la manipulation des équipements de stockage du lait et une toux ou des éternuements (**Regasa et al., 2019**).

Certaines souches de staphylocoques produisent des toxines qui sont responsables de toxi-infections alimentaires pas très graves mais assez fréquentes. La prévention de la mammite est la meilleure façon de diminuer le nombre de staphylocoques dans le lait. Maintenir la peau des trayons et des mains des trayeurs en bon état est aussi utile (**Lévesque, 2007**).

- **Mycobactéries**

Il s'agit de bactéries appartenant au genre *Mycobacterium*. Ce sont des bacilles Gram +, immobiles, avec des éléments renflés et pratiquement jamais de ramification. Ils sont alcool-

## Synthèse bibliographique

---

acidorésistants. Les mycobactéries sont aérobies. Leur croissance est faible, généralement lente, parfois impossible sur les milieux de cultures ordinaires. Il existe des espèces saprophytes n'intervenant pas dans l'alimentation et quelques espèces pathogènes pouvant être transmises par certains aliments: viandes, lait cru (la contamination se fait habituellement par voie aérienne). Il s'agit essentiellement des espèces *Mycobacterium tuberculosis* et *Mycobacterium bovis*, responsables de la tuberculose (**Guiruaud, 2012**). La tuberculose est l'une des plus anciennes maladies connues. Elle peut être transmise à l'homme par inhalation de gouttelettes infectieuses et par ingestion de lait cru infecté (**Jenkins et al., 2011**).

- ***Salmonella***

Les salmonelles sont responsables de toxi-infections. Des épidémies de fièvre typhoïde et paratyphoïde ont pour origine la consommation de lait, crème, beurre, crème glacée, etc., n'ayant pas subi de traitement d'assainissement ou recontaminés. Elles se développent dans une gamme de température variant entre 4°C et 47°C. Elles survivent aux basses températures et résistent à la réfrigération et à la congélation. En revanche, elles sont détruites par la pasteurisation (72°C pendant 15 secs). Elles sont capables de se multiplier dans une gamme de pH de 5 à 9 (**Guy, 2006**).

La contamination des vaches dans les élevages se fait essentiellement par voie orale à partir d'eau ou d'aliments souillés par des animaux domestiques eux-mêmes contaminés (volailles, autres ruminants, porcs) ou par des animaux sauvages (rats, oiseaux). La gestion du risque « Salmonelle » à la ferme est assurée essentiellement par l'hygiène et la bonne gestion de la santé animale. Des mesures complémentaires sont possibles concernant l'eau d'abreuvement, le nettoyage et le stockage des aliments destinés aux animaux, l'hygiène de la traite ainsi que des précautions concernant l'épandage des déjections et le dépistage des vaches (**anonyme, 2009**).

- ***Listeria monocytogenes***

C'est une bactérie tellurique, très répandue et résistante dans le milieu extérieur : sols, eaux, végétation en décomposition. Elle résiste par exemple 200 jours dans la paille sèche, trois mois à un an dans l'eau, plus d'un an dans les bouses de vache, plus de deux ans sur les sols secs. (**Velez, 2017**). Le lait cru et d'autres produits laitiers sont les principales sources de *L. monocytogenes* et considèrent également comme un risque pour l'alimentation humaine (**Beyza et kefyalw, 2019**). Après consommation de produits infectés, l'agent pathogène passe

# Synthèse bibliographique

---

la barrière intestinale et se propage au sang et au système lymphatique pour atteindre le foie et la rate, où il peut se multiplier (Beyza et kefyal, 2019).

Cette bactérie tellurique contamine le lait cru lors de la traite, Lorsque les conditions d'élevage, d'alimentation et de traite ne respectent pas suffisamment les bonnes pratiques d'hygiènes (Cerf, 2002).

## I.9.3. Sources de contamination du lait

La flore microbienne du lait cru est très variée allant des germes utiles à des germes dangereux en passant par des germes d'altération. Ces germes présentent dans le lait cru ont vu leur origine à divers niveaux de la production et de la transformation. Ainsi ils peuvent provenir des animaux, de l'environnement et du matériel ou du personnel en contact avec les produits (Ouoba, 2017).

### I.9.3.1. Contamination par les animaux

Un animal malade peut transmettre un germe pathogène par le lait. Lors d'infections de la mamelle communément appelées mammites, sur retrouve dans le lait les germes *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, et des bactéries coliformes. Les bactéries pénètrent généralement à travers le canal du trayon pendant la lactation ou la période sèche. Cependant pour qu'il y ait mammite la présence dans la mamelle des germes doit être associée à d'autres facteurs comme une immunodépression, une affection sous - jacente, un traumatisme des mamelles pendant la traite, un stress lié aux mauvaises conditions de stabulation, à l'alimentation ou à l'âge de l'animal. Certaines affections systémiques peuvent être à l'origine du passage des germes dans le lait, il s'agit notamment de la brucellose (*Brucella abortus*). La tuberculose (*Mycobacterium bovis*) et la fièvre Q (*Coxiella burnetti*). Ceci conduit à recommander la pasteurisation systématique des laits à consommer afin d'éliminer ces agents infectieux (Ouoba, 2017).

### I.9.3.2. Contamination liés à l'alimentation des animaux

Une mauvaise conservation des produits destinés à l'alimentation des animaux peut être à l'origine du développement de certains micro-organismes à l'image des champignons. Levures et moisissures. C'est le cas du tourteau d'arachide qui, lorsqu'il est soumis à certaines conditions favorisant l'installation de l'information, constitue un milieu de prédilection pour

## Synthèse bibliographique

---

les champignons saprophytes comme *Aspergillus flavus*. Ce champignon est responsable de la production de l'aflatoxine qui est une mycotoxine dont la présence associée à celle du virus de l'Hépatite augmente le risque de cancer primitif du foie (Ouoba, 2017).

### I.9.3.3. Contamination au cours de la traite

Au cours des opérations de traite le lait reçoit un second apport de micro-organismes d'espèces variées dont le nombre est habituellement très supérieur à celui dû à la contamination d'origine intra-mammaire. L'importance de cet apport varie considérablement en fonction des conditions d'hygiène de la traite et de l'étable (Weber, 2011). Elle est notamment liée à :

- **La propriété du trayeur**

Le personnel effectuant la traite peut également être source de contamination du lait surtout dans le cas de la traite manuelle. Les personnes atteintes de panaris ou de plaies infectées constituent des réservoirs et des vecteurs de bactéries pathogènes. Il est de même pour les personnes atteintes d'affections cutanées, intestinales ou respiratoires contagieuses. Tout cela sans compter les porteurs sains. A cela il faut ajouter l'hygiène corporelle et vestimentaire. Les mesures d'hygiène doivent donc être rigoureusement respectées pour réduire les risques de contaminations (M.E.P.A, 2005).

- **Environnement de la salle de traite**

Sol, fumier et poussière peuvent atteindre le lait et ainsi augmenter le nombre. De plus, des spores de bactéries, de levures et de moisissures se produisent également dans l'air. Bien connu est *B. subtilis*, provenant de la poussière de foin. Les spores peuvent pénétrer dans le lait par l'air aspiré pendant la traite mécanique, ou y tomber directement pendant la traite dans des seaux ouverts. La propreté de la salle de traite et le repos des vaches pendant la traite fait partie des facteurs déterminant la contamination du lait (Walstra, 2006).

- **La propriété du matériel de traite**

Le matériel de traite ainsi que les récipients de stockage qui ne sont pas bien nettoyés constituent également une source de contamination du lait. Il est donc important de bien nettoyer les réservoirs à lait après chaque utilisation et de nettoyer le matériel de traite ainsi que les locaux (M.E.P.A, 2005).



# Synthèse bibliographique

---

- **Qualité bactériologique de l'eau utilisée**

L'eau du robinet peut être de bonne qualité. Tout approvisionnement en eau privé doit être examiné à intervalles. L'eau de surface peut contenir de nombreux micro-organismes, qui peut être pathogène pour l'homme et il ne doit donc en aucun cas être utilisé pour le nettoyage et le rinçage (Walstra, 2006).

- Les ustensiles en contact avec le lait et la machine à traire mal nettoyée sont notamment à l'origine de la très forte charge microbienne des laits (Weber, 2011).

## **I.11.Principales activités microbiennes dans le lait**

De nombreux micro-organismes peuvent se développer abondamment dans le lait entraînant par leur action des modifications de texture et de goût, ces altérations vont dépendre des conditions de stockage du lait (aération, température) et des traitements qu'il subit (Guiraud, 2003). Parmi les principales activités des micro-organismes dans le lait :

### **I.11.1.Acidification**

Lors de leur croissance, certains micro-organismes, grâce à galactosidase, hydrolysent le lactose du lait pour produire deux nouveaux sucres : le glucose et le galactose. Les bactéries lactiques font partie de ce groupe. Généralement, le glucose provenant de cette hydrolyse sera fermenté pour produire des *composés* acides, CO<sub>2</sub>, dans certains cas ou de l'alcool. Cette production de composés amener un abaissement du pH du produit se caractérisant par des odeurs et goûts surs. L'acidification du lait est un bon indice pour évaluer la qualité microbiologique et le respect de la chaîne de froid du lait cru. C'est pour cette raison que l'industrie laitière évaluera le pH ou l'acidité titrable du lait à la réception comme indice de la qualité microbiologique de cette matière première (Kabir, 2015).

### **I.11.2.Production de gaz**

Certaines bactéries lactiques ne produisent que de l'acide lactique lors de la fermentation du lactose. On dit qu'elles sont homofermentaires. Toutefois, d'autres bactéries lactiques produisent du CO<sub>2</sub> et d'autres sous-produits en addition à l'acide lactique. On qualifie ces bactéries d'hétérofermentaires ou de gazogènes. Outre les bactéries hétérofermentaires, Il y'a aussi des bactéries non lactiques acidifiantes produisant aussi du CO<sub>2</sub>, comme sous-produit de leur fermentation. La plus part de ces bactéries non lactiques hétérofermentaires sont d'origine fécale ou tellurique, c'est-à-dire du sol. Leur présence indique en général que la production, la

## Synthèse bibliographique

---

récolte ou la transformation du lait a pu se faire dans des conditions non hygiéniques. Enfin les levures ont aussi une activité fermentaire permettant de transformer le lactose en alcool et en CO<sub>2</sub>. Plusieurs de ces micro-organismes sont thermotolérants (**Kabir, 2015**).

### **I.11.3. Production d'alcool**

Les levures, micro-organismes responsables de la production d'alcool, transforment le lactose du lait en alcool. La principale conséquence est l'apparition d'une odeur levure ou alcoolisée, souvent associée à la bière ou au pain.

La présence d'odeur ou de goût d'alcool dans le lait cru est un indice de mauvaises pratiques d'hygiène à la ferme (**Kabir, 2015**).

### **I.11.4. Production de polysaccharides ou de polypeptides**

Certains micro-organismes utilisent les sucres ou les protéines du lait pour construire des molécules plus grosses et plus longues appelées respectivement polysaccharides ou polypeptides

La production de ces longues molécules donne une texture ou grasseuse au lait en raison de leur grosseur et de leur longueur. Selon les auteurs, les termes utilisés pour caractériser les bactéries responsables de cette production varient: poisseuses ou engluées, collantes, limoneuses, gluantes, épaississantes, texturants, ou visqueuses. Comme la plupart de ces micro-organismes sont mésophiles, la présence de ce problème dans les produits laitiers est souvent un indice d'une rupture de la chaîne du froid ou d'un non-respect des règles d'hygiène et salubrité (**Kabir, 2015**).

On utilise la production de polysaccharides ou de polypeptides de façon contrôlée pour améliorer la texture de certains yogourts en augmentant leur viscosité afin d'éliminer ou de diminuer l'addition d'agents gélifiants. A titre d'exemple de conditions non contrôlées, on peut penser à l'apparition de longs filaments gluants ou de grumeaux dans les laits qui ont dépassé leur date de péremption ou dans des laits crus de mauvaise qualité microbiologique. Mentionnons aussi la possible formation d'une pellicule grasseuse à la surface des fromages (**Kabir, 2015**).

### **I.11.5. Lipolyse**

## Synthèse bibliographique

---

La lipolyse est une réaction enzymatique de dégradation de la matière grasse qui se traduit par une augmentation de la teneur en acides gras libres (**Heuchel et al., 2003**).

Certains micro-organismes, grâce à leurs lipases, peuvent décomposer les matières grasses et les acides gras libres du lait, entraînant l'apparition d'odeurs rances dans le produit laitier. Les produits laitiers à haute teneur en matière grasse sont plus sensibles à la dégradation par les micro-organismes lipolytiques.

Dans l'industrie laitière, on tente d'éliminer ces microorganismes, qui sont souvent également responsables des activités protéolytiques. Ils sont fréquemment psychrotrophes et thermoduriques. Parmi ces principaux micro-organismes lipolytiques associés aux produits laitiers *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, les levures et les moisissures (**vignola, 2002**).

On exploite cette activité lipolytique de façon contrôlée dans la production du brie, du saint-paulin et de nombreuses pâtes molles (**vignola, 2002**).

### I.11.6. Protéolyse

Elle est favorisée par un long stockage à basse température. La protéolyse peut se manifester directement par l'odeur et par une légère alcalinisation du lait : les germes incriminés sont *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Clostridium*, *Pseudomonas* et les autres germes de la flore banale Gram -. Ces micro-organismes interviennent directement ou par l'action de leurs enzymes thermostables. Pour *Pseudomonas fluorescens* par exemple, une charge supérieure à  $5 \times 10^6$ /mL doit avoir été atteinte pour que les enzymes protéolytiques puissent avoir une action sur un lait UHT (**Guiraud, 2012**).

# *Matériel et méthodes*

# Matériel et méthodes

## II.1.Objectif et démarche

La présente étude vise à analyser les paramètres physico-chimiques et bactériologiques du lait cru de vaches (race améliorée) dans divers communes de la wilaya de Guelma à savoir : Ain Hessainia, Bouhamdane, Ben Djerreh et Bouhachena (fig.3).



**Figure 3 :** Localisation des points de prélèvement.

La collecte du lait est réalisée sur une période de 2 mois : février- mars 2020, dans des conditions aseptiques. A partir de chaque vache tirée au hasard nous avons prélevé 250 ml dans des flacons en verre stériles. La traite est effectuée le matin avant la sortie du troupeau au pâturage.

Après le prélèvement, les échantillons sont étiquetés et placés immédiatement dans une glacière à (+4°C) afin de les acheminer au laboratoire de microbiologie –Université 08 Mai 1945- Guelma. Les analyses physico-chimiques et bactériologiques sont effectuées le jour même du prélèvement au maximum dans les 2 heures suivant le prélèvement.

# Matériel et méthodes

## II.2. Analyse physico-chimique

Les paramètres physico-chimiques étudiés sont : pH, température, point de congélation, matière grasse, lactose, protéines, sels minéraux, conductivité, et matière sèche dégraissée et l'acidité dornic.

L'ensemble de ces paramètres a été mesuré directement à l'aide d'un lactoscan type : **ULTRASONIC MILKANALYSER**, à l'exception du pH et l'acidité dornic.



**Figure 4** : photographie d'un lactoscan (ULTRASONIC MILKANALYSER).

### II.2.1. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH - mètre de type **HANNA** . Avant chaque mesure, l'électrode du pH-mètre est nettoyée avec de l'eau distillée et séchée avec du papier buvard. La mesure est faite par immersion du bout de l'électrode dans le lait (environ 10 ml). La valeur du pH s'affiche immédiatement sur l'écran. (fig. 5)



**Figure 5** : photographie d'un pH mètre.

# Matériel et méthodes

---

## II.2.2 Détermination de l'acidité titrable (Dornic)

La mesure de l'acidité du lait est un indicateur de l'activité des bactéries lactiques. Ce test est très facile à mettre en œuvre, peu coûteux et donne un résultat immédiat. (Raiffaud, 2017).

### Principe

La détermination de l'acidité du lait est basée sur la neutralisation de l'acidité lactique dans le lait par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (AFNOR, 1995).

### Mode opératoire

- A l'aide d'une pipette on introduit 10 ml du lait dans un bécher de 100 ml ;
- On ajoute quelques gouttes (3 à 4) de solution de phénolphtaléine (1%) ;
- Dans un acidimètre on titre avec une solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au début de virage au rose facilement perceptible par comparaison avec la solution témoin constituée du même lait.

### Expression des résultats

Elle est déterminée par la formule suivante :  $D^{\circ} = V \cdot 10$  (D= Acidité titrable, V= volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium versé).

## II.3. Analyse bactériologique

Cette analyse nous renseigne sur la flore du lait de vache de race améliorée produit dans la région de Guelma. Elle comporte également, le dénombrement et/ou la recherche de :

- la flore mésophile aérobie totale (FMAT) ;
- les coliformes totaux et fécaux ;
- le *Staphylococcus aureus* (coagulase positive) ;
- les *Clostridium* sulfito-réducteurs ;
- les salmonelles ;
- Et enfin, les streptocoques fécaux.

## Matériel et méthodes

---

- L'ensemble des solutions et réactifs utilisées dans cette partie ainsi que les composants des milieux de cultures sont mentionnés dans l'annexe II.

### II.3.1. Préparation des dilutions décimales

Après homogénéisation du lait une série de dilution a été réalisée dans du tryptone sel (TSE).

L'opération consiste à prélever aseptiquement 1 ml du lait et l'introduire dans un tube contenant 9 ml du diluant, le mélange par la suite est homogénéiser par vortex pour obtenir la dilution  $10^{-1}$ , à partir de laquelle 1ml est prélevé aseptiquement et transporté dans un second tube qui comporte le tryptone sel. L'ensemble représente la dilution  $10^{-2}$ .

Les dilutions en progression sont effectuées jusqu'à la dilution  $10^{-5}$ .

### II.3.2. Recherche et dénombrement de La flore totale mésophile aérobie (FMAT) (NF V 08-051)

Le terme «germes totaux » ou «flore totale » ou encore «la flore mésophile aérobie «révivable » désigne l'ensemble des bactéries mésophiles aérobies qui se développent à 30°C pendant 72 heures en laboratoire sur un milieu nutritif gélose standard. Le dénombrement de cette flore est un indicateur pertinent pour évaluer le degré de contamination globale du lait (**anonyme, 2009**).

La flore mésophile aérobie totale nous renseigne toujours sur la qualité hygiénique du lait cru. C'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques (**Afif et al., 2009**).

#### o Mode opératoire

- À l'aide d'une pipette stérile transférer aseptiquement, en double, 1 ml de chaque dilution et le déposer sous forme de gouttes dans le fond d'une boîte de Petri.
- Verser ensuite, 12 ml du milieu gélosé (PCA) maintenu à 45 °C ;
- Mélanger l'ensemble par rotation délicate sous forme de huit, laisser refroidir ;
- Une fois le milieu solidifié, rajouté une deuxième couche du milieu à raison de 4 ml ;
- Incuber à 30°C pendant 72 h (fig.6).

Les colonies des FMAT se présentent sous forme de colonies blanches lenticulaires.

Le dénombrement des colonies se fait à l'aide d'un compteur de colonies en tenant compte des facteurs suivants :



## Matériel et méthodes

---

- Ne retenir que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.
- Compter les boîtes sur 2 dilutions successives.

- **Expression des résultats :**

Le nombre d'UFC/ml est calculé par application la formule suivante :

$$N = \frac{\sum n}{(n_1 + 0.1n_2)d}$$

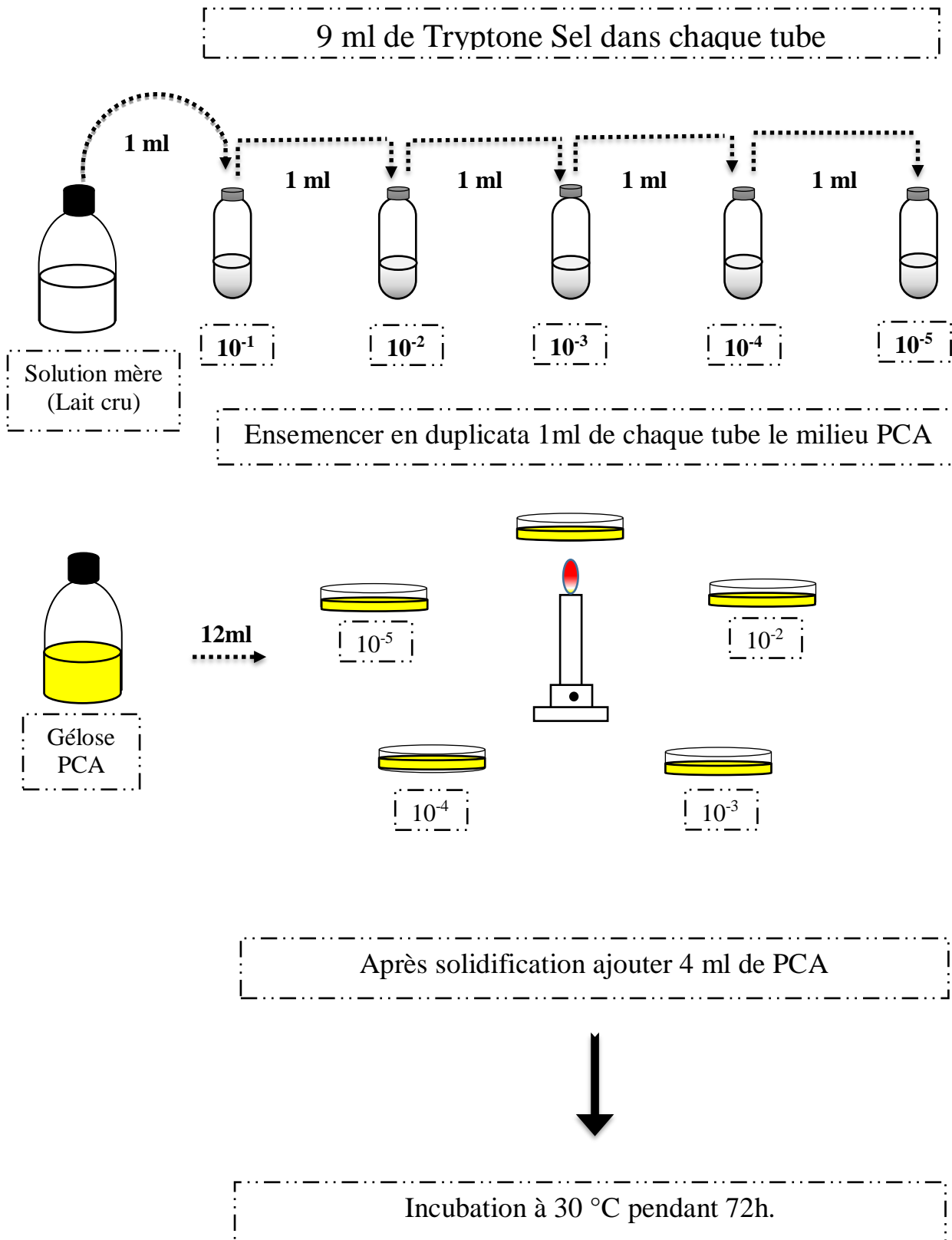
Où  $\sum c$  : somme totale des colonies comptées.

$n_1$  : 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.

## Matériel et méthodes



**Figure 6:** Protocole de recherche de la flore aérobie mésophile totale.

## Matériel et méthodes

---

### II.3.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (NF V08-051)

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale (Archibald, 2000 ; Edberg *et al.*, 2000).

Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C (Rodier, *et al.*, 2009).

Le terme de « coliformes fécaux » ou de « coliformes thermo-tolérants » correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des coliformes) après incubation à la température de 44 °C (Rodier, *et al.*, 2009) .

#### ○ **Mode opératoire**

- Préparer 2 séries de boîtes de Petri, la première série est réservée à la recherche des coliformes totaux, la deuxième est faite pour la recherche des coliformes fécaux ;
- Introduire dans les boîtes 1ml de chaque dilution ( $10^{-1}$ - $10^{-5}$ ) ;
- Ajouter 12 ml la gélose VRBL fondue et refroidie à 45°C ;
- Homogénéiser avec des mouvements rotatifs ;
- Après solidification, recouvrir la surface avec une 2<sup>ième</sup> couche du milieu (environ 4 ml), laisser gélifier à température ambiante ;
- L'incubation a lieu pendant 24 heures, à 37°C pour les coliformes «totaux» et à 44°C pour les coliformes «fécaux» (fig.7).

Le dénombrement est effectué en duplicata.

#### ○ **Lecture**

Les colonies des coliformes se présentent sous forme de colonies rouges foncés de 0.5mm de diamètre.

#### ○ **Expression des résultats**

- Le comptage des colonies a été fait à l'aide d'un compteur des colonies, en tenant compte uniquement des boîtes contenant entre 15 et 300 colonies. On calcule le nombre de par UFC/ml.

## Matériel et méthodes

---

Le nombre d'UFC/ml est calculé par application la formule suivante:

$$N = \frac{\sum n}{(n1 + 0.1n2)d}$$

Où  $\sum c$  : somme totale des colonies comptées.

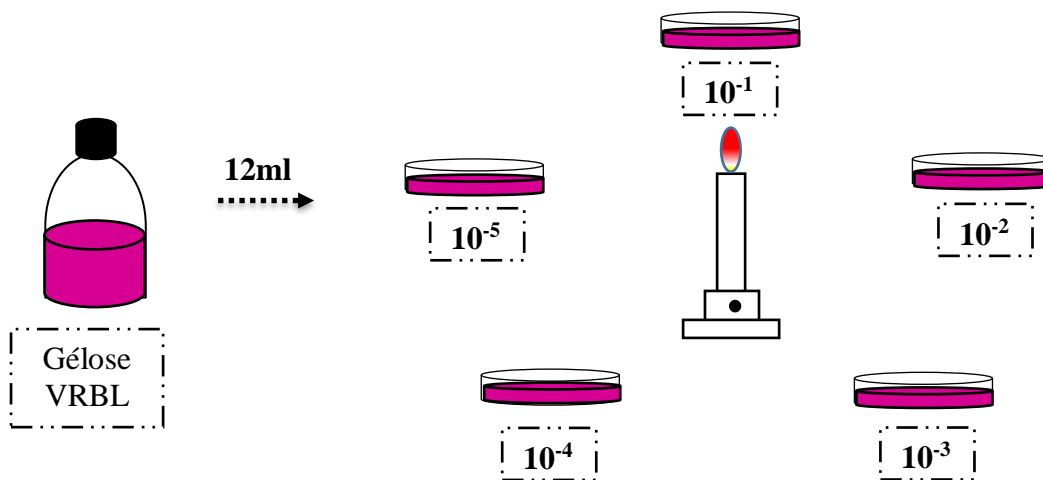
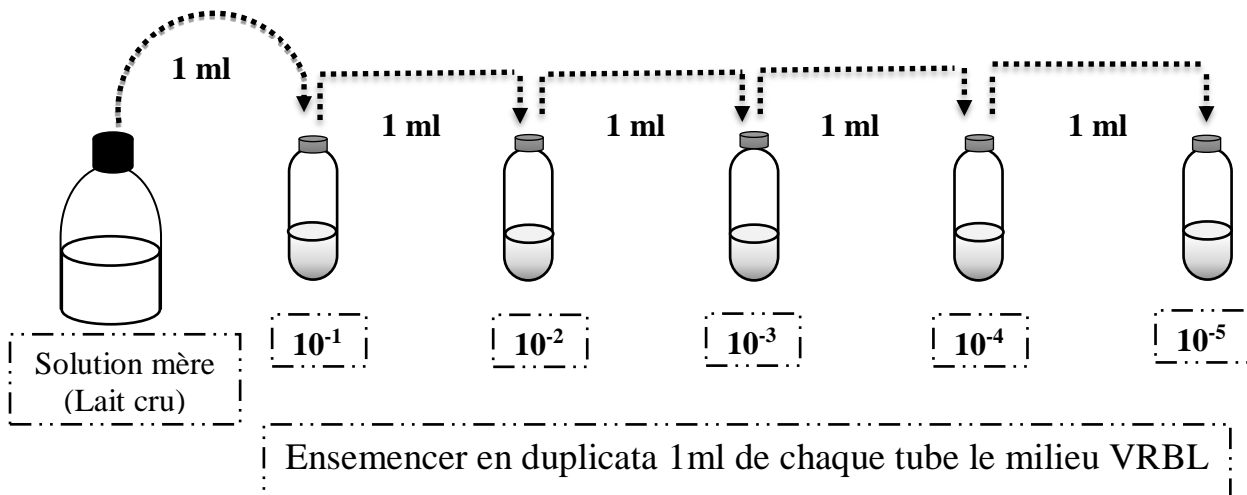
n1 : nombre de boîtes comptées dans la première dilution.

n2 : nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution.

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

## Matériel et méthodes

9 ml de Tryptone Sel dans chaque tube



Après solidification ajouter 4 ml de VRBL

Incubation à 37°C pour coliformes totaux et à 44°C pour les thermotolérants

**Figure 7** : Protocole de recherche des coliformes totaux et fécaux.

## Matériel et méthodes

---

### II.3.4. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (NA 765 : 1996) et (ISO7899-1)

Les streptocoques fécaux sont des streptocoques du groupe D présumés : cocci, Gram positif en chaînettes, catalase négative et possédant l'antigène de groupe D.

Ce sont des bactéries commensales de la flore intestinale humaine et animal certaines peuvent être pathogène (**Delleras, 2007**).

Le dénombrement se fait en milieu liquide sélectif par la technique du nombre le plus probable (NPP), en deux étapes successives :

#### - **Test présomptif**

A partir de chaque dilution, ensemercer un triplicata de tube contenant le bouillon Roth S/C, incuber à 37°C pendant 24 heures. Les tubes présentant un trouble sont présumés contenir un Streptocoque fécal et sont soumis au test confirmatif.

#### - **Test confirmatif**

Chaque tube positif du test de présomption fait l'objet d'une confirmation, une öse est prélevée et introduite dans le milieu Eva-Litsky. Après incubation à 37°C pendant 24 heures.

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- ✓ un trouble ;
- ✓ une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes (fig.08).

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de **Mac Grady** (voir annexe III).

## Matériel et méthodes

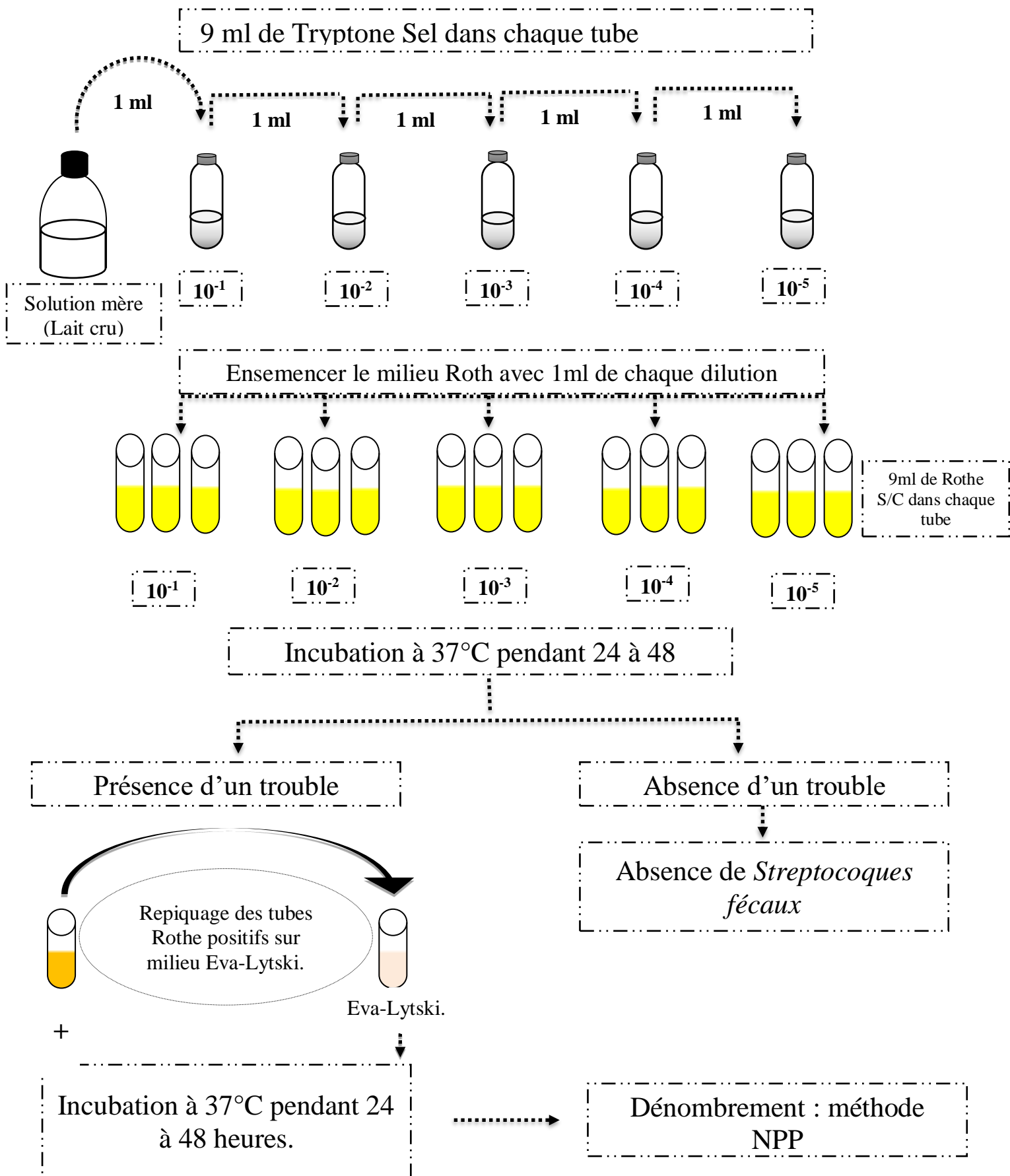


Figure 8 : Protocole de recherche des streptocoques fécaux.

## Matériel et méthodes

---

### II.3.5. Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs* (NF V 08-019)

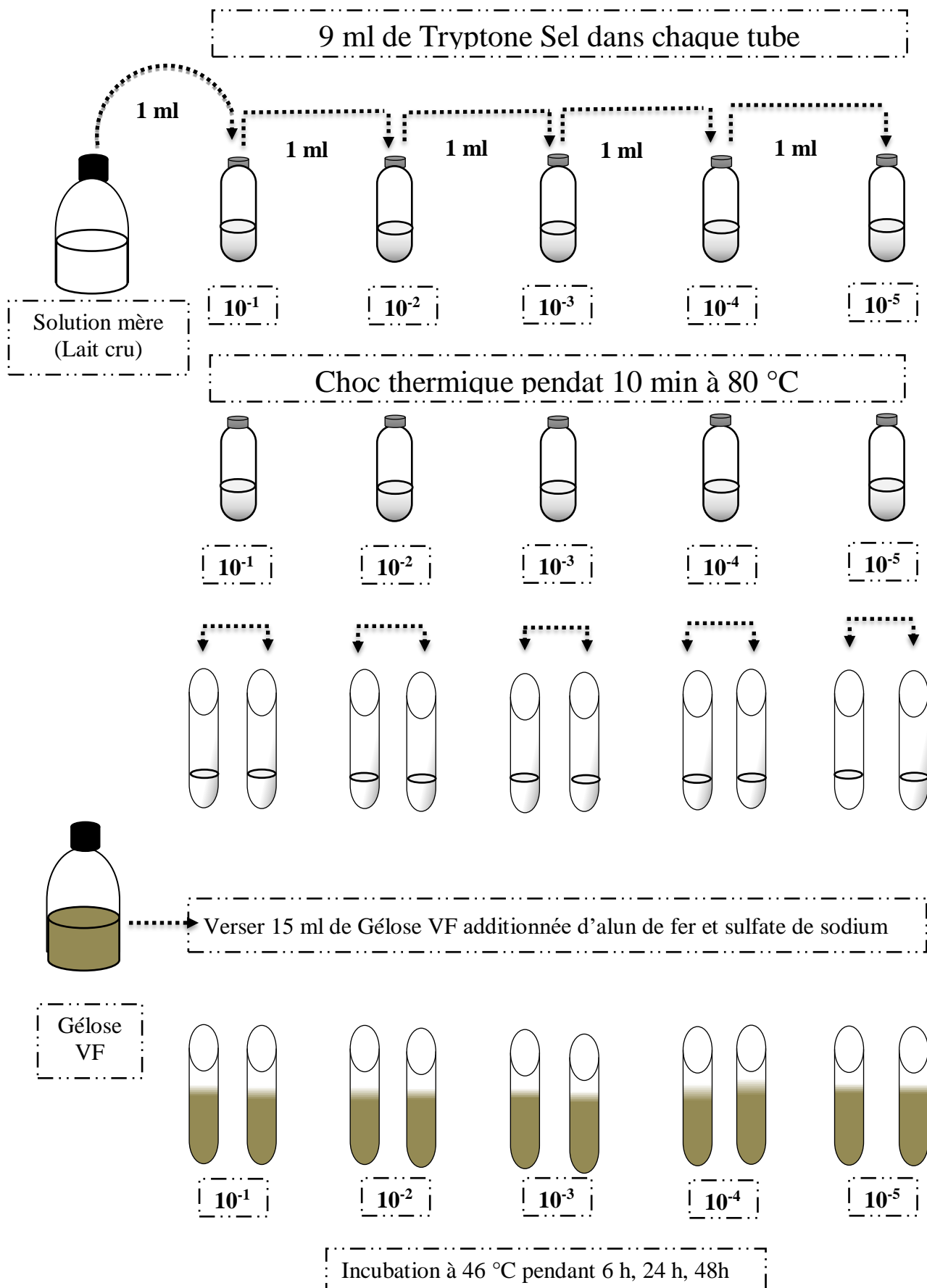
Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont des bacilles Gram positif anaérobies stricts capables de sporuler, réduisant les sulfites en sulfure. (Delleras., 2007). Ce sont des hôtes normaux de l'intestin, ils peuvent également être d'origine tellurique (Bonney, et al., 2002). La recherche de ces micro-organismes consiste à :

- Mettre les tubes contenant les dilutions dans un bain mari réglé à 80°C pendant 10 minutes pour détruire les formes végétatives ;
- Refroidir immédiatement pour activer les spores de clostridies ;
- 1 ml de chaque dilution sont prélevés aseptiquement dans un tube stérile additionné de 15 ml de gélose viande foie (VF) préalablement additionné avec une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium.
- Après incubation de 6, 24 et 48 heures à 46°C, les colonies grosses et noires qui apparaissent sont considérées comme des clostridies.

2 répétitions sont effectuées pour chaque dilution (fig.9).



## Matériel et méthodes



**Figure 9:** Protocole de Recherche des *Clostridium* sulfito-réducteurs

## Matériel et méthodes

---

### II.3.6. Recherche des *Staphylococcus aureus* (NF V 08-0571)

Les staphylocoques sont des coques Gram+, catalase+, métabolise le glucose par la voie fermentative C.

*Staphylococcus aureus* se distingue des autres espèces du genre par la pigmentation jaune dorée de ses colonies, et son aptitude à produire une coagulase libre active sur le plasma humain et celui de lapin (Bonney, *et al.*, 2002).

#### ○ Mode opératoire

La technique consiste à ensemencé en surface le milieu sélectif Chapman, avec 0.1mL de chaque dilution en double. Après incubation de 24 à 48 heures à 37°C, les colonies de *Staphylococcus aureus* apparaissent lisses, brillantes, pigmentées en jaune et de taille moyenne.

#### ● Recherche de la coagulase libre

Le test de la coagulase permet de mettre en évidence l'aptitude des Staphylocoques à coaguler le plasma ; c'est le principal test caractérisant *Staphylococcus aureus*.

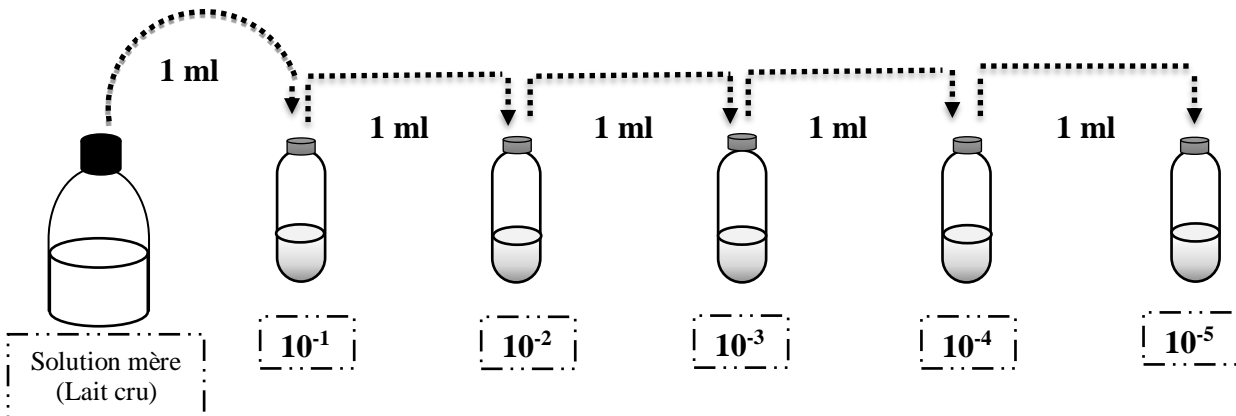
Ce test a consisté à introduire 10 ml de bouillon cœur cervelle dans des tubes stérile, puis à ajoute colonies bactériennes. L'ensemble est incubé à 37°C pendant 24 h. Ensuite prélever 0.1ml de la culture précédente et l'additionné à 0.3ml du plasma de lapin et puis incubé à 37°C.

La lecture est après 2 à 6h et à 24h.

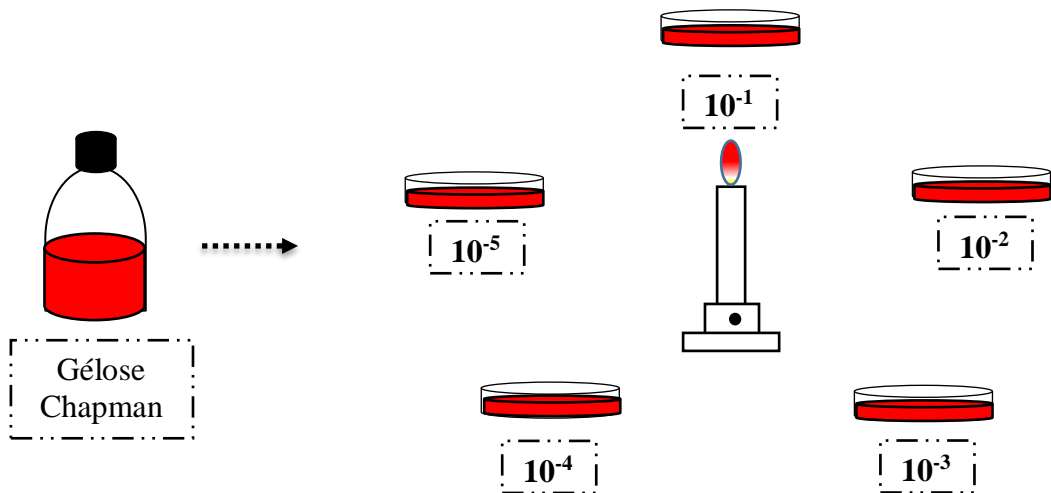
On considère que la réaction est positive quand le coagulum occupe plus des trois quarts du volume initialement occupé par le liquide (fig.10).

## Matériel et méthodes

9 ml de Tryptone Sel dans chaque tube

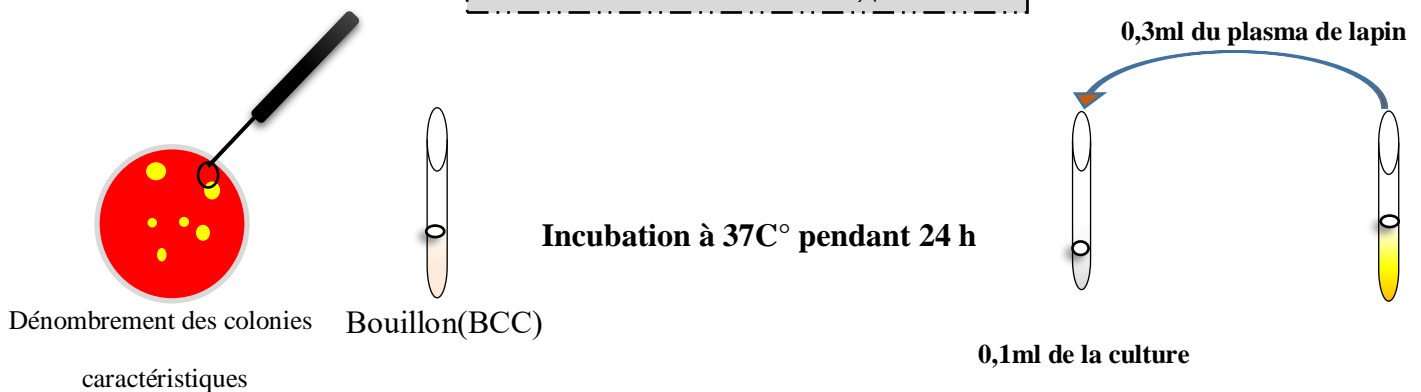


Ensemencer en duplicata 0.1ml de chaque tube le milieu Chapman



Incubation à 37 °C pendant 24h à 48h

Recherche du coagulase



Incubation à 37°C la lecture se fait à 2h, 6h et 24h.

Figure 10 : Protocole de recherche des *Staphylococcus aureus*.

## Matériel et méthodes

---

### II.3.7. Recherche des salmonelles (NF V 08-052)

Les salmonelles sont des bactéries Gram négatif appartenant à la famille des Enterobacteriaceae, ayant une température optimale de croissance de 35-37°C, cependant les Salmonelles peuvent se multiplier de 5°C à 45-47°C. Mésophiles, aéro- anaérobies facultatifs, mobiles grâce à leur ciliature péritriche (rarement immobiles). Elles sont capables de fermenter le glucose avec ou sans production de gaz et de réduire les nitrates en nitrites (Harizi, 2009).

Les salmonelles sont recherchées en trois étapes :

- **Pré enrichissement**

Ensemencement de la prise d'essai (1ml du lait de vache) dans un tube contenant 9 ml d'eau peptonée tamponnée, puis incubé à 37°C pendant 24 heures.

- **Enrichissement**

Transférer 2ml de la solution de pré-enrichissement dans 20 ml de bouillon Sélénite-cystéine et incubé 24 heures à 37°C.

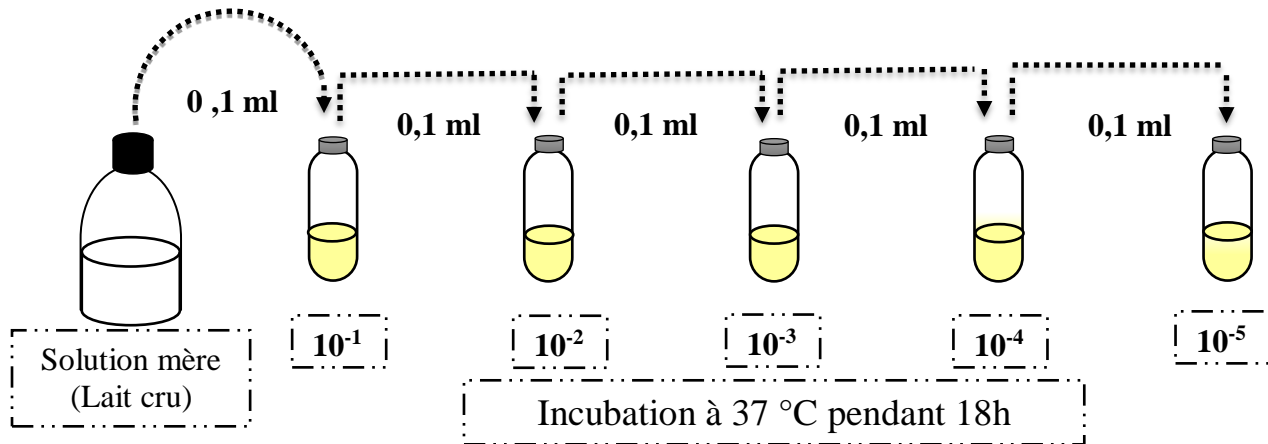
- **Isolement**

À partir des cultures issues de l'enrichissement, on inocule en surface deux boîtes contenant le milieu sélectif SS (*Salmonella Shigella*), après incubation à 37°C pendant 24 heures. Les colonies des salmonelles apparaissent transparentes avec centre noir. L'identification de l'espèce se fait par Api 20 E (fig.11).

# Matériel et méthodes

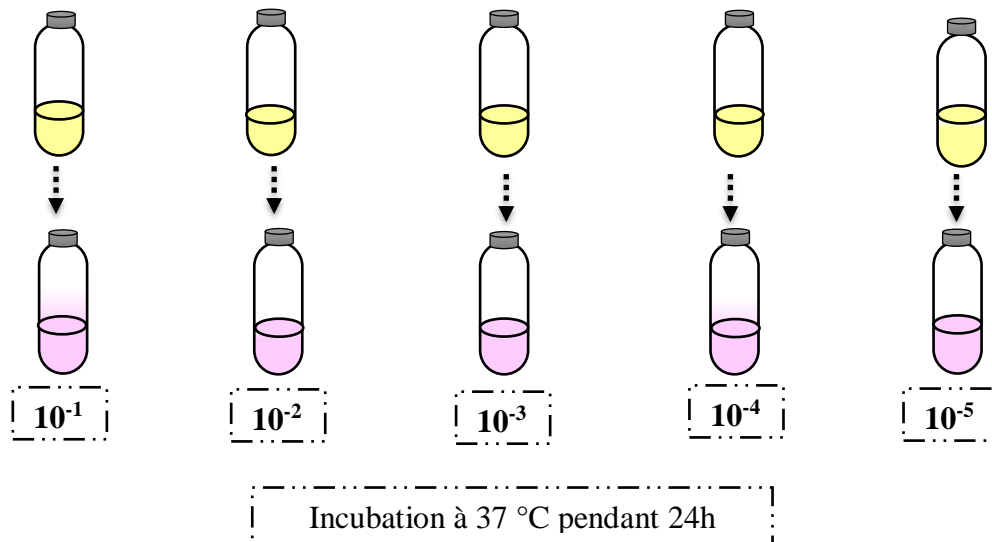
## Un pré-enrichissement

Introduire 0,1 ml de la solution mère dans des tubes contenant 9 ml d'eau peptonnée



## Un enrichissement

Introduire 2 ml du liquide de pré enrichissement dans 20 ml de bouillon sélénite.



Ensemencement dans le milieu SS

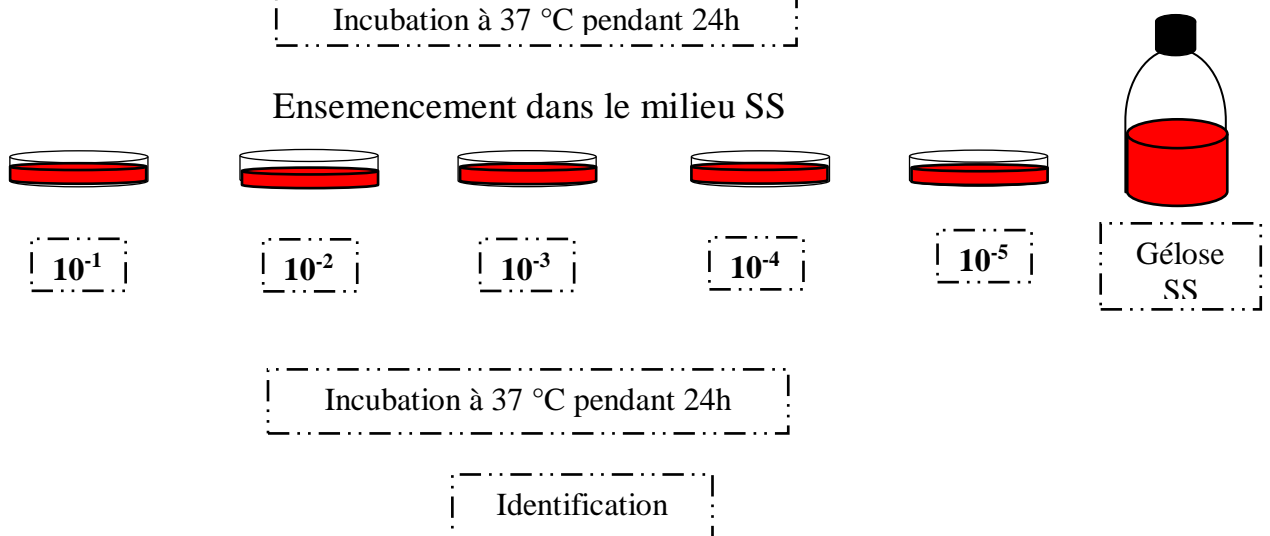


Figure 11 : Protocole de recherche des salmonelles

## *Résultats et discussion*

## Résultats et discussion

### III.1. Résultats de l'analyse physico-chimique du lait

Les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques des prélèvements du lait cru de vache sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 03** : Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons du lait de vache cru.

Paramètres	F	SNF	C	P	T°	FP	Sels	pH	L	Acidité dornic
Echantillon										
01	4.1	103.9	49.6	48.2	17.97	-0.54	7.8	6.68	5.57	15
02	00	109.4	56.3	54.1	17.93	-0.53	8.1	6.61	4.69	12
03	111.3	58.7	43.1	00	17.57	-0.69	6.3	6.58	5.85	19
04	68.6	77.5	47.6	18.8	17.23	-0.60	6.8	6.47	5.16	17
05	11.5	100.5	51.6	44.3	16.41	-0.56	7.7	6.50	4.81	14
06	20.4	92.6	47.4	37.8	16.53	-0.54	7.3	6.46	4.72	17
07	41.9	84.6	54.2	27.4	11.63	-0.58	7.1	6.49	5.25	16
08	84.6	70.1	46.3	7.3	12.33	-0.66	6.7	6.69	5.59	11
09	20.2	93.6	48.1	38.3	12.67	-0.55	7.3	6.80	4.76	13
10	42.7	83	47.6	26.3	12.60	-0.57	6.9	6.59	4.94	16
Moyenne	39.5	87.39	48.9	30.25	15.28	-0.58	7.2		5.13	15
Norme	34-36 <sup>A</sup>	87-90 <sup>A</sup>	-	31-34 <sup>J</sup>	-	-0,520 -0,510 <sup>J</sup>	-	6.6- 6.8 <sup>A</sup>	-	16-18 <sup>A</sup>

**F** : FAT Matière grasse (g/l) ; **SNF** : Extrait sec dégraissé (g/l) ; **C** : Lactose (g/l) ; **P** : Protéine (g/l) ; **T°** : Température ; **FP** : Point de congélation ; **Sels** : Sels minéraux (g/l) ; **pH** : potentiel hydrogène ; **L** : Conductivité électrique (mS/cm) ; **A** : AFNOR ; **J**=JORA.

#### III.1.1. Acidité titrable

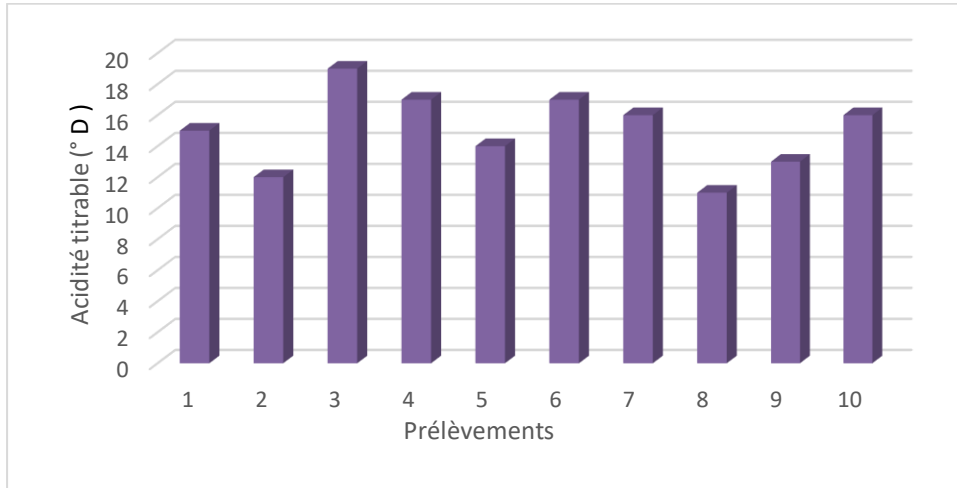
Les valeurs de l'acidité titrable des échantillons du lait de vache analysés sont comprises entre 11 et 19 °D, avec une moyenne de  $15 \pm 2$  °D (fig.12).

D'après la présentation graphique ci-dessous, on note que plus de la moitié des prélèvements est non conforme aux normes **AFNOR** (16 - 18°D). Nos résultats corroborent avec ceux de **Baran et Adigüzel (2020)** qui enregistrent une moyenne de (18.3°D). En revanche, **Cassinello et Perira (2001)**, rapportent que l'acidité titrable d'un lait peut varier entre une limite supérieure à 10°D et inférieure à 21.4°D.

**Alais (1984)**, rapporte que l'acidité du lait dépend de la teneur en caséines, en sels minéraux et en ions. **Mathieu (1998)** rajoute que les variations de l'acidité titrable sont liées au climat, au

## Résultats et discussion

stade de lactation, à la disponibilité alimentaire, à l'apport hydrique, à l'état de santé des vaches et aux conditions hygiéniques lors de la traite. Selon ces mêmes auteurs l'acidité dépend aussi de la flore microbienne totale et de son activité métabolique, ainsi que de la manutention du lait.



**Figure 12 :** Variation de l'acidité titrable des échantillons du lait cru de vache.

### III.1.2.Matière grasse

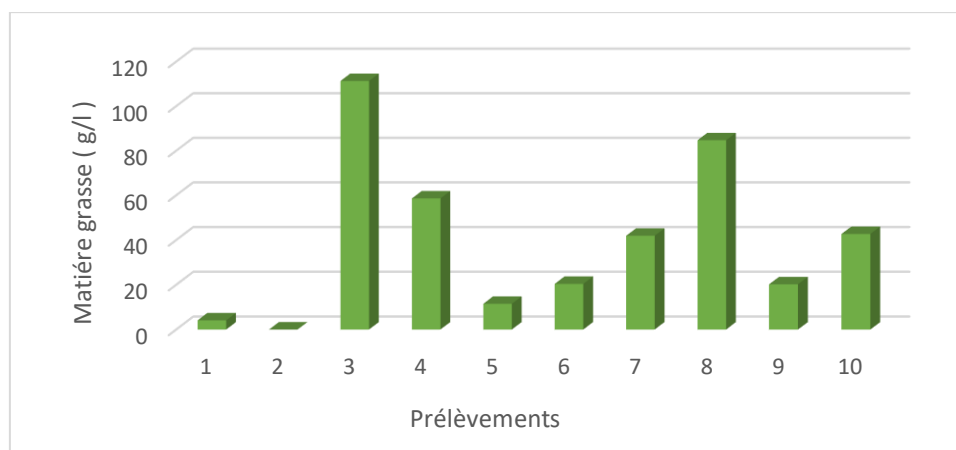
La teneur en matière grasse s'échelonne entre 0 et 111,3 g/l. La valeur la plus élevée est enregistrée dans le prélèvement 3 (fig13). En se référant aux normes **AFNOR**, qui tolèrent des valeurs se situant entre 34 à 36 g/l, les teneurs relevées sont non conformes.

La teneur moyenne en matière grasse ( $39,54 \pm 28,3$  g/l) est supérieure à celles relevées au Maroc (31,5g/l) par **Labioui et al.**, (2009) et par **Seme et al.**, (2015) au sud de Togo ( $31.64 \pm 3.65$  g/L).

La variabilité de ces teneurs dépend de plusieurs facteurs tels que les conditions climatiques, le stade de lactation et l'alimentation (**Laboui et al ., 2009**).



## Résultats et discussion



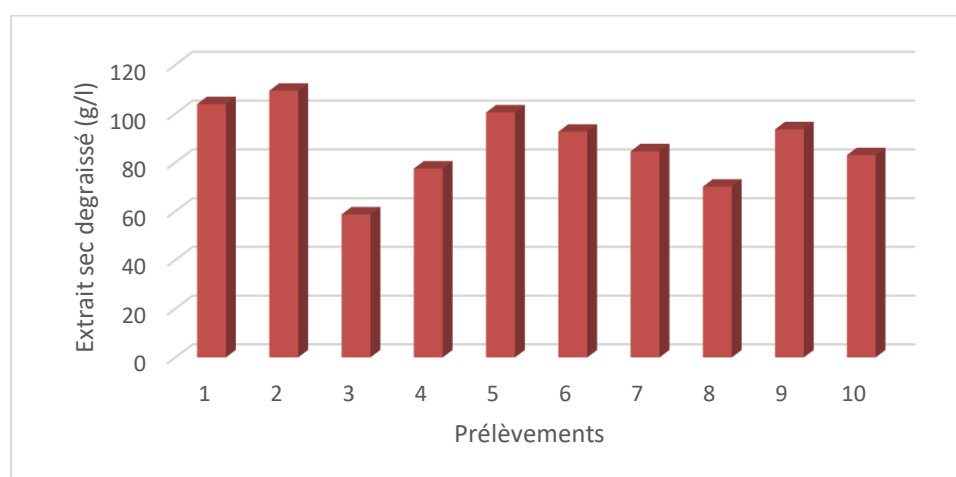
**Figure 13 :** Variation de la teneur en matière grasse des échantillons du lait cru de vache.

### III.1.3.Extrait sec dégraissé (SNF)

Les résultats relatifs à l'extrait sec dégraissé varient entre 58,7 et 109,4 g/L, avec une moyenne de  $87,39 \pm 12.61$  g/l (fig.14). Ces résultats ne sont pas conformes aux normes **AFNOR** qui exigent des valeurs comprises entre 87 et 90 g/l.

Les échantillons dont l'extrait sec dégraissé est inférieur à la norme renseignent sur la richesse du lait en matière grasse. **Coubonne et al., (1980)** mentionnent que les rations peu énergétiques réduisent le taux d'extrait dégraissé.

Un taux d'extrait sec dégraissé relativement élevé est probablement dû selon **Havemose et al., (2004)**, à certains facteurs tels que : la saison, l'état sanitaire et l'alimentation.



**Figure 14:** Variation de la teneur en extrait sec dégraissé des échantillons du lait cru de vache.

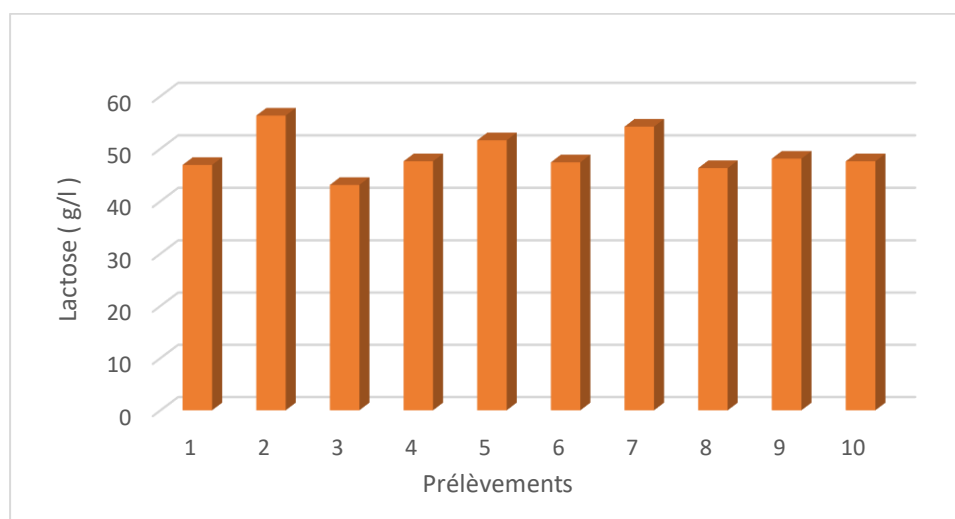
## Résultats et discussion

### III.1.4.Lactose

La concentration du lactose dans les échantillons du lait cru varie entre 43.1 et 56.3 g /l avec un moyenne de  $48.91 \pm 3,07$  g /l (fig.15). Nos résultats sont similaires à ceux relevés par **Li et al. (2019)** dans le lait de vache de la race Simmental en Chine ( $47.2 \pm 0.02$  g/l), et supérieurs à ceux rapportés par **Siboukeur (2007)** avec une valeur 44,13 g/l.

**Wattiaux (1996)** a attribué la quantité du lactose synthétisée par la glande mammaire à la quantité du glucose produite à partir de l'acide propionique. Ce dernier est influencé par l'apport énergétique. Cela pourrait permettre de dire qu'une faible valeur en lactose serait liée au déficit énergétique.

Par ailleurs, **Codou (1997)** rapporte que le lactose est le constituant du lait le plus rapidement attaqué par l'action microbienne qui le transforme en acide lactique et autres acides, contrairement à la matière grasse qui s'altère plus lentement. Mais, le plus important facteur de variation est l'infection de la mamelle qui réduit la sécrétion du lactose.



**Figure 15 :** Variation des concentrations de lactose dans les échantillons du lait cru de vache.

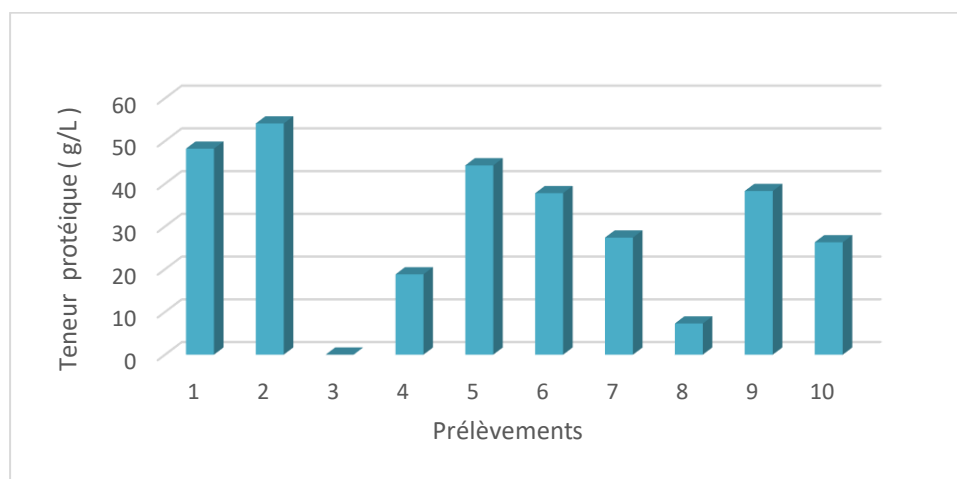
### III.1.5.Concentration des protéines

La concentration des protéines varie entre 0 et 54,1 g/l, avec une teneur moyenne de  $30,25 \pm 14.2$  g/l (fig.16). Ces valeurs sont non conformes à la réglementation algérienne (**2017**) fixée entre 31 g/l et 34g/l.

Nos résultats ne concordent pas avec ceux de **Seme et al., (2015)** au Sud de Togo qui enregistrent des teneurs variant de 24.75 à 51.38 g/l, et une moyenne de  $33.38 \pm 0.56$  g/l.

## Résultats et discussion

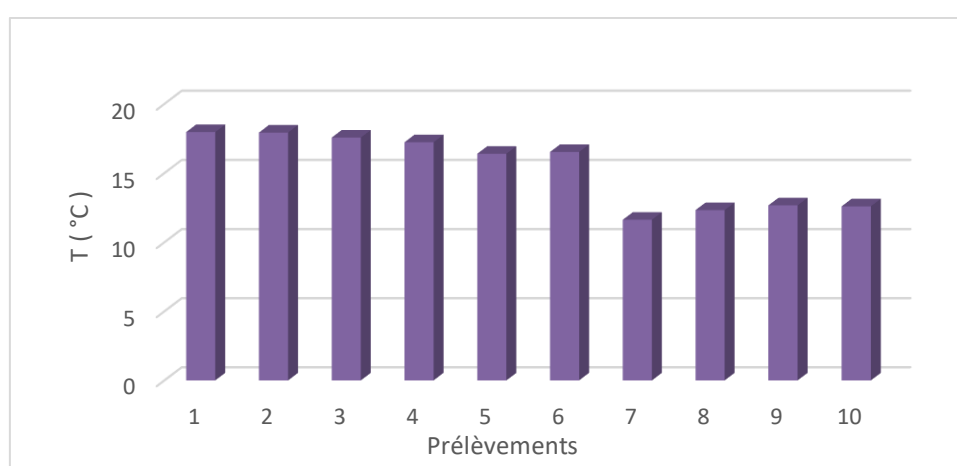
Selon **Debry (2001)**, les teneurs des protéines sont reliées au : facteur génétique, stade de lactation, l'âge, l'alimentation et la saison. Par ailleurs, **Agabriel et al., (2001)** ont par ailleurs démontré que le facteur génétique et la saison ont également un effet sur le taux butyreux et protéique du lait.



**Figure 16:** Variation des concentrations de protéines dans les échantillons du lait cru de vache.

### III.1.6. Température

On enregistre des températures qui varient de 11.63 et 17.97°C et une moyenne de 15.3  $\pm$ 2.4°C (fig. 17). Cette dernière est nettement inférieure par rapport à celle obtenue par **Cisse** en **1997** (30.2°C).



**Figure 17 :** Variation de la température des échantillons du lait cru de vache.

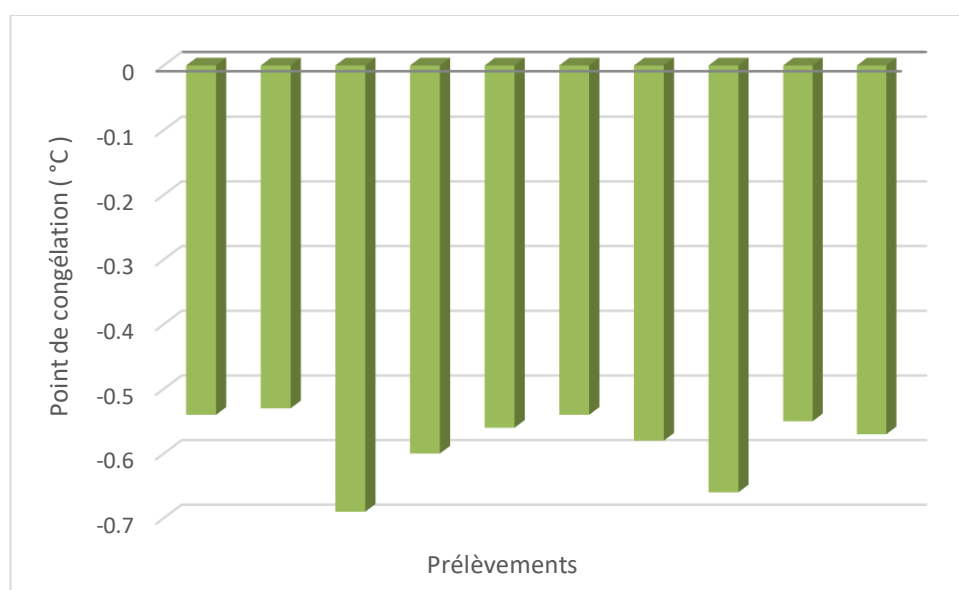
# Résultats et discussion

## III.1.7. Point de congélation

Les valeurs du point de congélation varient entre  $-0.53$  et  $-0.69$  °C avec une moyenne  $-0.58 \pm 0,4$ °C (fig.18). **Vignola (2010)** montre qu'un lait cru de vache a un point de congélation compris entre  $-0.530$  et  $-0.575$ .

**Hanuš et al., (2012)** indiquent que le point de congélation est principalement utilisé pour contrôler l'altération du lait cru ou pasteurisé en ajoutant de l'eau à l'extérieur, ce qui n'est pas le cas pour nos résultats mesurés après la traite. Cette augmentation du point de congélation, peut être expliquée par la pauvreté de ces laits en matières utiles en comparaison avec d'autres laits qui sont riches en constituants.

**Gencurova et al., (2008)** rapportent que le point de congélation du lait est un indicateur important de la qualité du lait. Il n'est pas entièrement constant et est influencé par de nombreux facteurs génétiques tels que les espèces et la race. De plus, des facteurs non génétiques tels que la composition de l'aliment, la consommation de l'eau, la durée de la traite, la production du lait, la lactation, la saison et la taille du troupeau.



**Figure 18 :** Variation du point de congélation des échantillons du lait cru de vache.

## III.1.8. Sels minéraux

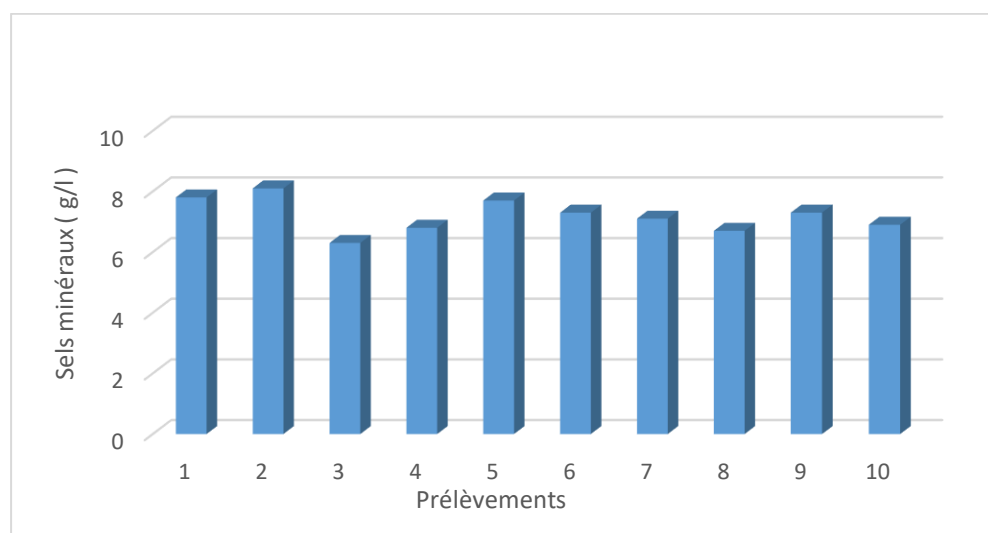
Les données des sels minéraux relevées sont présentées dans la figure 19. Ce paramètre varie entre  $6.3$  et  $8.1$  g/l, avec une moyenne de  $7.2 \pm 0.44$  g/l. D'une manière générale les matières minérales sont présentes dans le lait avec une proportion variant de  $8$  à  $12$ g/l. C'est

## Résultats et discussion

une fraction mineure par rapport aux lipides, glucides et protides, mais leur importance est considérable.

Les matières salines les plus importantes sont les citrates, le calcium, le phosphore et les chlorures. Les chlorures constituent la partie la plus importante des sels solubles dissociés et représentent 1,5 à 2 grammes par litre dans le lait de vache (**Alais, 1984**) ; elle est variable selon les espèces, les races, le moment de lactation et les facteurs zootechniques.

D'après **Yagil (1982)**, le taux de sels minéraux du lait varie dans une large gamme de mesure, selon l'apport alimentaire et il est plus faible dans le lait déshydraté d'origine animale.



**Figure 19** : Variation des teneurs en sels minéraux des échantillons du lait cru de vache.

### III.1.9. pH

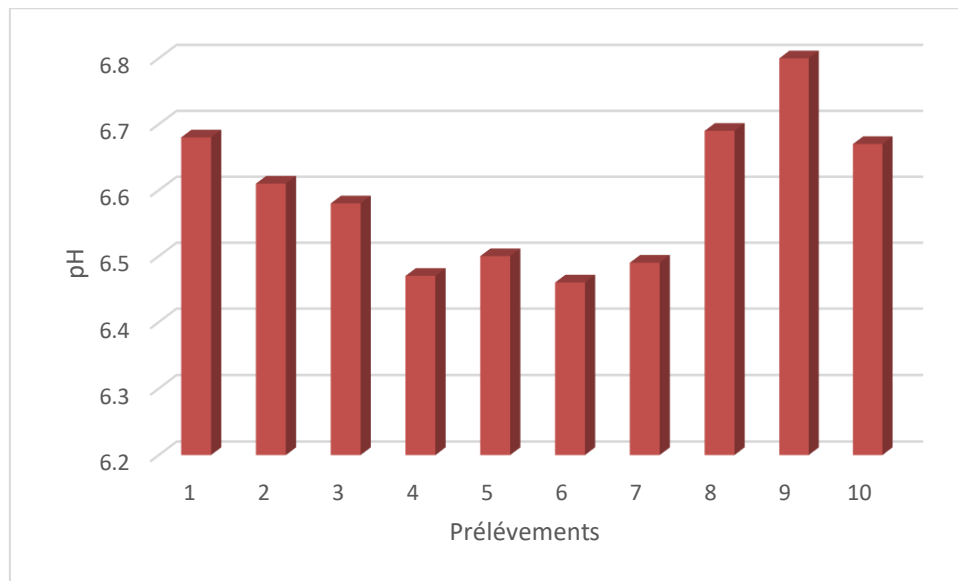
Les valeurs du pH mesurées oscillent entre 6,46 et 6,80, avec une moyenne de  $6,59 \pm 0,09$  (fig.20). En se référant aux normes (6.6- 6.8), la moitié des échantillons est dans l'intervalle de conformité.

Les valeurs inférieures à la norme, pourraient indiquer soit un début d'acidification par fermentation soit par la présence de certains acides organiques résultant du métabolisme bactérien (**Labioui et al., 2009**).

Selon **Mathieu (1998)**, les variabilités de pH sont liées au climat, au stade de lactation, aux disponibilités alimentaires et à l'état de santé des vaches, mais aussi à la fraîcheur du lait.

## Résultats et discussion

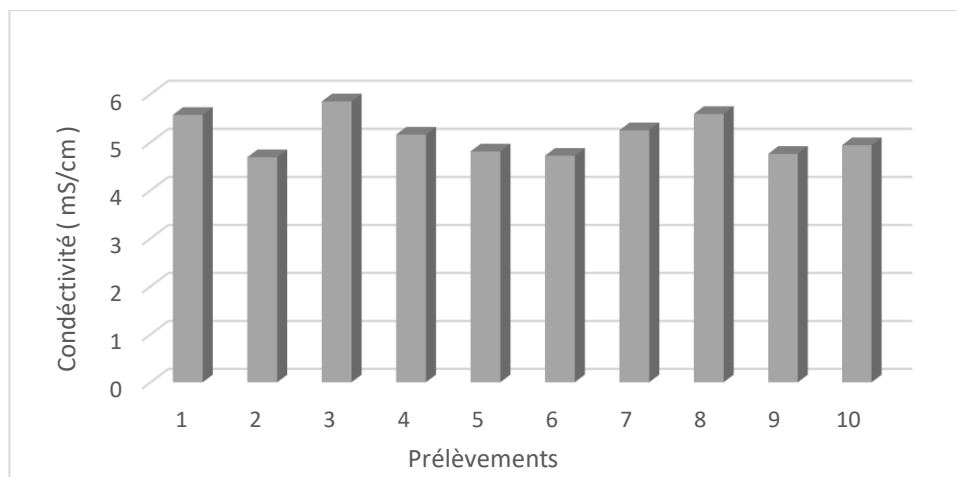
La valeur moyenne de pH est supérieure à ceux trouvés par **Labioui *et al.*, (2009)**, au Maroc et par **Tir *et al.*, (2015)** dans Tissemsilt en Algérie (6,46).



**Figure 20 :** Variation du pH des échantillons du lait cru de vache.

### III.1.10. Conductivité

Les valeurs obtenues varient entre 4.69 et 5.85 mS/cm avec une moyenne de  $5.13 \pm 0.35$  mS/cm (fig.21).



**Figure 21 :** Variation de la conductivité des échantillons du lait cru de vache.

La Conductivité électrique du lait a été introduite comme indicateur trait pour la mammite. Elle est déterminée par les concentrations d'anions et de cations. La modification de concentrations de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Cl}^-$  dans du lait mastitique provoque une augmentation de la conductivité électrique (**Kaşıkçı *et al.*, 2019**). Le lait d'une glande saine a une conductivité

## Résultats et discussion

électrique de 4,00-5,50 mS / cm à 25°C. Mais avec une détérioration de la santé du pis, il augmente à 6,31 mS / cm et plus dans la mammite clinique. (Kuropatwińska *et al.*, 2020).

### III.2. Analyse bactériologique

Les résultats de l'analyse bactériologique des laits collectés sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau 4:** Résultats de l'analyse bactériologique des laits crus de vache.

	FMAT	CF	CT	SF	CSR	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i>
<b>01</b>	00	00	00	15	00	Abs	Abs
<b>02</b>	00	00	00	00	2. 10 <sup>4</sup>	Abs	Abs
<b>03</b>	3.2 .10 <sup>5</sup>	5.2.10 <sup>2</sup>	2.2.10 <sup>2</sup>	4.5 10 <sup>4</sup>	2. 10 <sup>2</sup>	Abs	Abs
<b>04</b>	1.6.10 <sup>4</sup>	6.2.10 <sup>3</sup>	6.1.10 <sup>3</sup>	7.5 10 <sup>2</sup>	20	Abs	Abs
<b>05</b>	1.8.10 <sup>3</sup>	00	00	2.5 10 <sup>2</sup>	00	Abs	Abs
<b>06</b>	4.4.10 <sup>5</sup>	5.6.10 <sup>2</sup>	4.10 <sup>4</sup>	0.2 10 <sup>2</sup>	4.5 10 <sup>4</sup>	Abs	Abs
<b>07</b>	10 <sup>5</sup>	3.1.10 <sup>6</sup>	1.5.10 <sup>7</sup>	0.2 10 <sup>2</sup>	7.2. 10 <sup>4</sup>	Abs	Abs
<b>08</b>	10 <sup>3</sup>	00	00	00	10	Abs	Abs
<b>09</b>	00	1.8.10 <sup>2</sup>	00	00	10	Abs	Abs
<b>10</b>	00	00	00	1.15 10 <sup>4</sup>	1. 10 <sup>3</sup>	Abs	Abs
<i>Moyenne</i>	8.8.10 <sup>4</sup>	3.1.10 <sup>5</sup>	1.4.10 <sup>6</sup>	5,8 10 <sup>3</sup>	1.4 .10 <sup>4</sup>	-	-
<i>Norme</i>	<b>10<sup>5</sup></b>	<b>10<sup>3</sup></b>	-	<b>Abs /0.1ml</b>	<b>50</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>

FMAT : Flore aérobie mésophile totale CF : Coliformes fécaux CT : Coliformes totaux SF : Streptocoques fécaux CSR : *Clostridium* sulfito-réducteurs *S. aureus* : *Staphylococcus aureus*.

#### II.2.1. Flore aérobie mésophile totale (FMAT)

Les laits crus examinés contiennent une charge d'FMAT qui varie de 0 à 4,4.10<sup>5</sup> UFC/ml, avec une moyenne de 8.8.10<sup>4</sup> UFC/ml (fig.22).

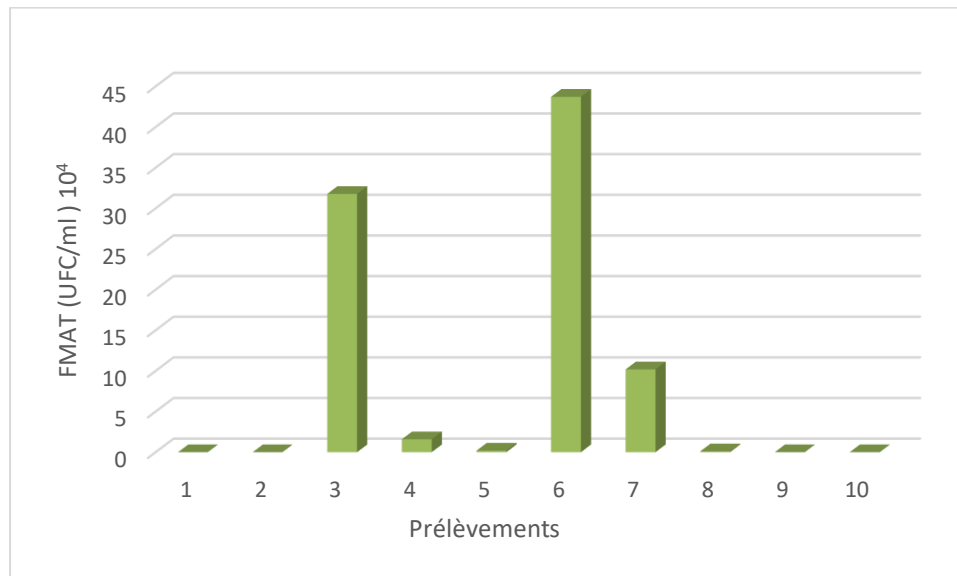
Sur l'ensemble des prélèvements, seuls les deu échantillons 3 et 6 avec des densités respectives de 3.2.10<sup>5</sup> et 4,4.10<sup>5</sup> sont non conformes aux normes algériennes (JORA 1998).

Nos résultats restent inférieurs à ceux obtenus par Aggad *et al.* , (2009) et Hamiroune *et al.* , (2014) qui ont relevés des charges moyennes de 8.3 10<sup>5</sup> UFC/ml et 7.2 10<sup>5</sup> UFC/ml respectivement.

## Résultats et discussion

Une flore mésophile aérobie totale est un bon indicateur de contamination globale, elle renseigne sur la qualité hygiénique du lait cru (**Hadrya et al ., 2012**).

Une charge d'FAMT nettement inférieure aux normes reflète de bonnes pratiques d'hygiène lors de la traite et la manipulation du lait, ainsi que de bonnes conditions hygiéniques au cours de l'élevage et de la production (**Jeantet et al ., 2008**).

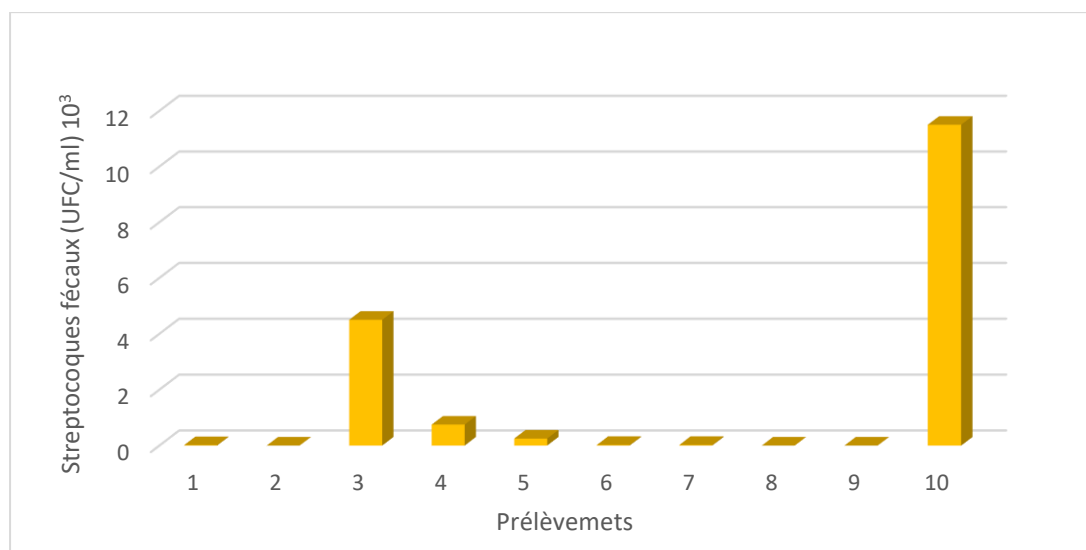


**Figure 22:** Variation de la charge des FAMT dans les laits crus de vache.

### III.2.2. Streptocoques fécaux

Les données relatives au dénombrement des streptocoques fécaux dans le lait révèlent que la majorité des échantillons présentent des charges supérieures à la réglementation algérienne (fig.23). L'absence totale des streptocoques dans quelques échantillons peut être expliquée par l'absence d'une contamination d'origine fécale.





**Figure 23:** Variation de la charge des streptocoques fécaux dans les laits crus de vache.

Nos relevés ne concordent pas avec les travaux de (**Bonfoh et al., 2002 ; Bonfoh et al., 2003 ; Afif et al., 2008**) qui signalent des densités respectives de  $3.5 \cdot 10^5$  UFC/ml ;  $10^2$  UFC/ml .

Les streptocoques fécaux sont très répandus dans le milieu environnemental de l'animal, les principaux vecteurs sont les trayons, la peau et l'équipement de traite mal nettoyé (**Richard, 1983**). Leur présence est un signe de contamination fécale et de manipulation non hygiénique (**Hamiroune et al., 2014**).

### III.2.3. Coliformes fécaux

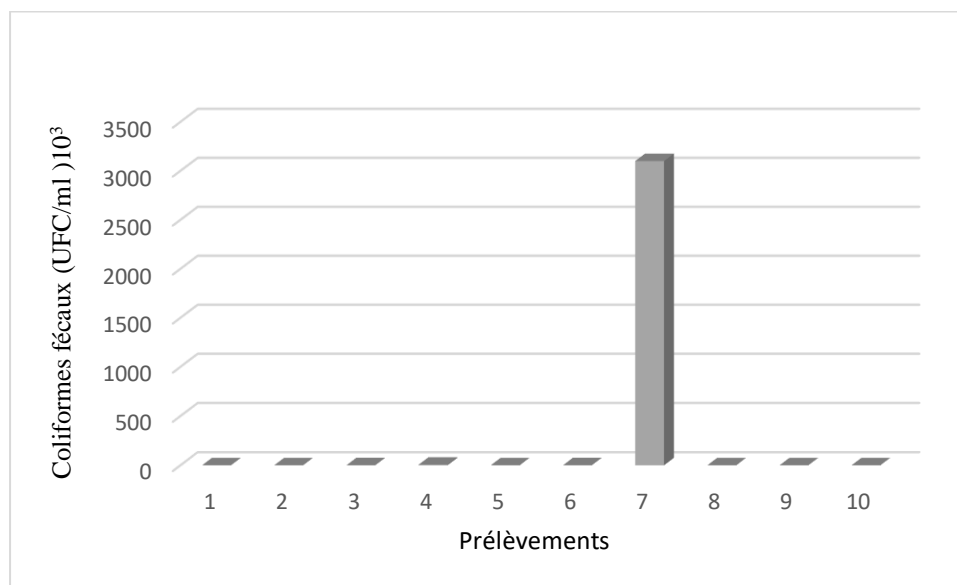
D'après les résultats obtenus (fig.24), seuls les échantillons 4 et 7 présentent des charges importantes dépassant la norme algérienne fixée à  $10^3$  UFC/ml.

Ces charges sont supérieures à celles rapportées par **Ghazi et Niar, (2011)** à Tiaret avec une moyenne de  $1,7 \cdot 10$  UFC/ml, et sont nettement inférieures à celles de **Ouinine et al., (2004)** avec  $2,0 \cdot 10^6$  UFC/ml. Mais, sont néanmoins similaires aux résultats obtenus par (**Afif et al., (2008)**) dans l'une des coopératives laitières à Tadla (Maroc).

La présence des coliformes fécaux est un indicateur d'une contamination fécale (**Mallet et al., 2013 ; Sissao et al., 2015**), qui provient de l'environnement des vaches (**Elmoslemany et al., 2010**). Même à des niveaux faibles, ils témoigneraient de conditions hygiéniques dégradées lors de la traite ou au cours du transport (**Labioui et al., 2009**).

## Résultats et discussion

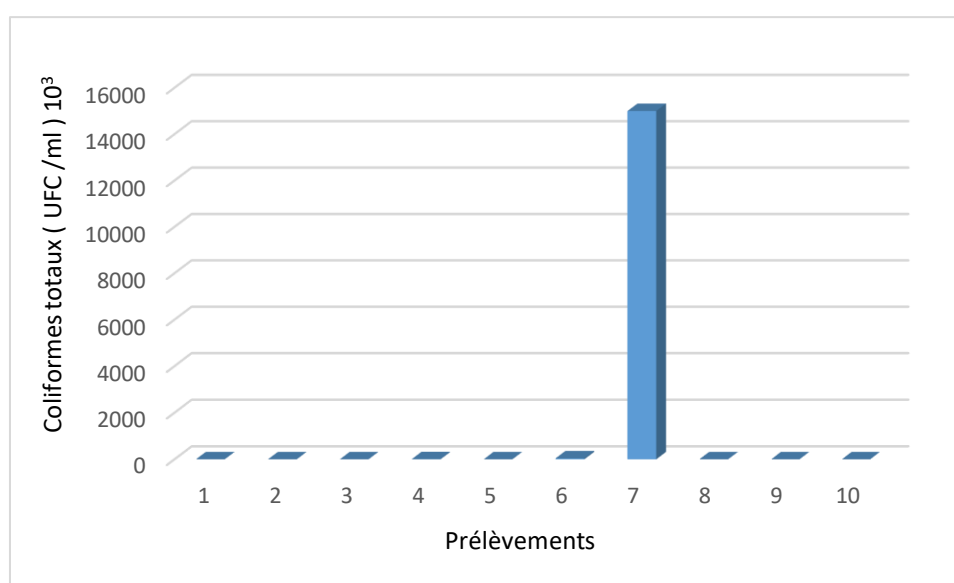
Selon **Guiraud et Rosec, (2004)**, La présence des coliformes est souvent associée à des entérobactéries pathogènes comme : *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia* et certains biotypes d'*E.coli*.



**Figure 24:** Variation de la charge des coliformes fécaux dans les laits crus de vache.

### III.2.4. Coliformes totaux

Les coliformes totaux ont été détectés dans les échantillons analysés avec une moyenne de  $1.4 \times 10^6$  UFC/ml (fig.25). En effet, les données acquises montrent que ce résultat ne s'accorde pas avec les travaux de **Afif et al., (2008)** ( $3.2 \times 10^5$ UFC/ml), et **Ouinine et al., (2004)** avec une moyenne de  $1,07.10^7$ UFC/ml.



**Figure 25:** Variation de la charge des coliformes totaux dans les laits crus de vache.

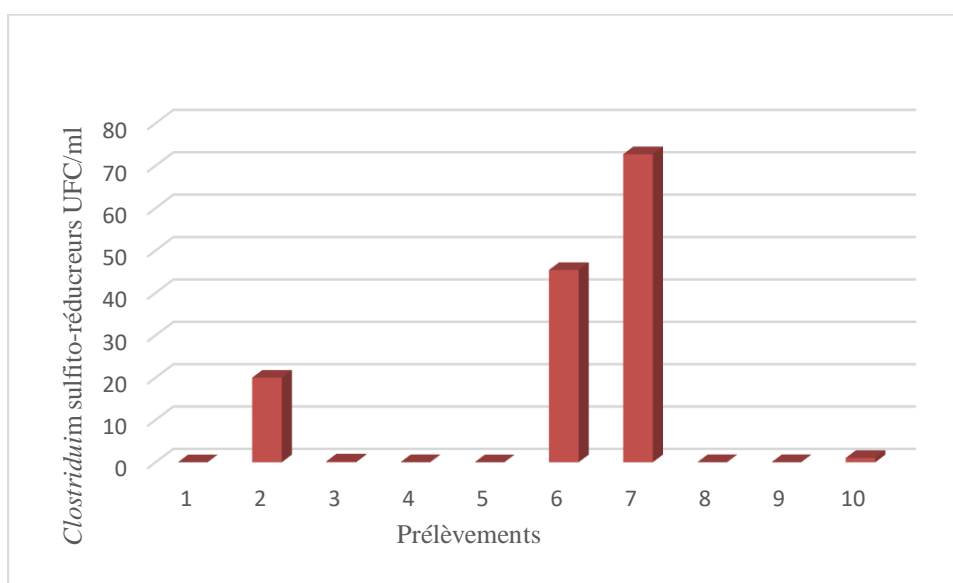
## Résultats et discussion

Tout comme la flore totale, ces germes sont des indicateurs de la qualité hygiénique et d'un non-respect des bonnes pratiques d'hygiène. A ce jour, les coliformes totaux ne sont pas pris comme critère d'évaluation de la qualité microbiologique dans la législation Algérienne. Mais cette bactérie présente un risque sanitaire en cas de prolifération abondante ou lors d'une réceptivité particulière du consommateur mais aussi leur présence explique la présence d'autres germes similaire comme *Salmonella* et les entérobactéries pathogène (Baaziz et al., 2019).

### III.2.5. *Clostridium* sulfito-réducteurs

La présentation graphique ci-dessous montre les variations de la densité des clostridies dans les échantillons du lait analysés. On note toutefois, une présence marquée de ces germes dans la moitié des prélèvements avec des charges qui fluctuent entre  $0.2 \times 10^2$  et  $7.2 \times 10^4$  UFC/ml (fig.26). En se référant à la réglementation en vigueur, le nombre de germes trouvés est tolérable pour les échantillons dont la densité dépasse 50 UFC/ml. Les résultats obtenus corroborent avec les études de Farougou et al ., (2011) et Hamiroune et al ., (2014).

L'absence totale des *Clostridium* sulfito-réducteurs ou leur présence à un niveau inférieur au seuil toléré indique l'absence d'une contamination extérieure due aux mauvaises pratiques de production du lait cru, sachant que ces germes peuvent se trouver dans l'ensilage et dans l'environnement immédiat des animaux et sont essentiellement abrités par leur tractus intestinal (Dréan et al., 2015) .



**Figure26** : Variation de la charge des clostridies dans les laits crus de vache.

### III.3.6. Recherche des salmonelles

La recherche des Salmonelles révèle l'absence totale de ces germes dans les échantillons du lait analysés. Ce résultat concorde avec les travaux de **Srairi et Hamama, 2006 ; Afif et al., 2008** et **Labaoui et al., (2009)**.

La principale source de contamination du lait par les salmonelles est l'excrétion fécale, dissémination de la bactérie dans l'environnement, puis contamination de la peau des mamelles et du matériel de la traite (**Guy, 2006**).

Les raisons les plus fréquentes de leur absence dans le lait sont expliquées par l'absence des origines de contamination, le lait de vache analysé ne provient pas d'animaux malades ou porteurs, le lait n'est pas contaminé par des individus porteurs ou malades au moment de la traite, ainsi que les bonnes pratiques d'hygiène.

### III.2.7. *Staphylococcus aureus*

Une absence marquée du *Staphylococcus aureus* est constatée dans la totalité échantillons du lait analysés, montrant ainsi leur conformité aux réglementations.

Les principales sources de contamination par ces germes sont, en premier lieu la mamelle. Les infections mammaires à staphylocoques s'accompagnent d'une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait qui a pour conséquence des modifications de la composition du lait, d'autres sources de contaminations sont également à considérer tel que la machine à traire. (**Dodd et Booth., 2000 ; Thieulon, 2005**). L'absence totale de ce germe pathogène montre la bonne conduite d'hygiène au moment du prélèvement ainsi que le bon état de santé de l'animale.

## *Conclusion et perspectives*

# Conclusion et perspectives

---

## Conclusion et perspectives

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité du lait cru de vache de la race importée provenant de diverses fermes de la wilaya de Guelma tout en mettant l'accent sur les facteurs affectants cette qualité. Pour cela nous avons ciblé les points suivants :

- ✓ Un contrôle physico-chimique du lait cru de vache.
- ✓ Un contrôle bactériologique du lait par la recherche et le dénombrement des germes de contamination et des germes pathogènes.

- Les analyses physico-chimiques effectuées sur les 10 échantillons du lait cru prélevés, montrent que tous les échantillons ont une teneur en matière grasse, protéines, extrait sec dégraissé non conforme à la norme définie par **AFNOR**. Pour le reste des paramètres ils sont de variation normale dépendante de plusieurs facteurs tels que : la race, le moment de lactation, l'apport alimentaire, la saison, l'environnement et l'état de santé des vaches.

- L'analyse bactériologique montre que la charge de la flore mésophile aérobie totale, (bon indicateur de contamination globale) qui renseigne sur la qualité hygiénique du lait cru répond généralement aux critères applicables en Algérie. La contamination en coliformes totaux et fécaux est nettement moindre que celle en streptocoques fécaux.

Concernant la recherche des salmonelles et des staphylocoques dorés, nos résultats révèlent l'absence de ces germes dans l'ensemble des échantillons. Pour les *Clostridium* sulfito-réducteurs, les densités sont tolérables.

Globalement la présence de cette diversité de flore, n'est que le résultat logique de l'absence des mesures d'hygiène, ainsi que le non-respect et la méconnaissance des conditions d'élevage, en particulier celles liées à la propreté des animaux et leur environnement.

Au niveau de toutes les fermes de la région, nous avons constaté un manque de moyens pour une meilleure gestion de l'élevage :

- ✓ L'absence de la salle de traite. La traite a été effectuée dans l'étable ;
- ✓ Une étable qui ne répond pas aux normes hygiéniques .

## Conclusion et perspectives

---

Afin d'améliorer la qualité du lait cru, il serait souhaitable d'améliorer les conditions de d'hygiène de la traite, des locaux et l'alimentation des animaux.

❖ Dans l'avenir, cette étude pourrait être reprise et complétée par d'autres analyses approfondies. Ainsi on préconise comme perspectives :

- ✓ Augmentation du nombre des échantillons ;
- ✓ Evaluer l'effet du stade de lactation ;
- ✓ Rechercher d'autres germes pathogènes ;
- ✓ Dosage des contaminants du lait (métaux lourds, pesticides, etc...).

# *Référence bibliographique*



# Références bibliographiques

---

## Références bibliographiques

### A

**Adrian J., Potus J., Franger. (2004).** la science alimentaire de AàZ ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier, 477 p.

**Afif A., Faid M., Najimi M. (2008).** Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc, *Rev Biol. Biotechnol*, 7, 2-7.

**AFNOR (Association Française de Normalisation). (1980).** Lait. Détermination de la matière sèche. NF VO4 207, In AFNOR (Ed.), Recueil de normes françaises. Lait et produits laitiers. Méthodes d'analyse. Paris : Normalisation française, 33-34p.

**AFNOR. (1985).** Contrôle de la qualité des produits laitiers -Analyses physiques et chimiques, 3ème édition.

**Agabriel C., Coulon J.B., G Marty., Bonaïti B.(1993).**Facteurs de variation de la composition chimique du lait dans des exploitations à haut niveau de production, *INRA Productions Animales, Paris*, 6 (1), 53-60.

**Agabriel, C., Coulon J.B., Journal C., De Rancourt B. (2001).** Composition chimique du lait et systèmes de production dans les exploitations du Massif central, *INRA Productions Animales*, 14, 119-128.

**Aggad H., Mahouz F., Ahmed Ammar Y., Kihal M. (2009).** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Rev. Med. Vet.*, 160, 590-595.

**Alais. (1984).** Science du lait : principes et techniques laitiers. 4ème édition, sepaic, 814p.

**Anonyme. (2009).** Traite des vaches laitières, France agricole, 555p.

**Archibald F. (2000).** The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems - a cause for concern? *Water Quality Research Journal of Canada*, 35,1-22.

### B

**Baazize D. (2006).** Évaluation de la qualité microbiologique du lait cru de vache de la région de Mitidja, thèse de Magister en sciences vétérinaires, ISV, université de Blida, 159p.

## Références bibliographiques

---

- Baazize-Ammi D., Gharbi I., Dechicha A.S, Kebbal S, Guetarni D. (2019).** Qualité bactériologique et sanitaire du lait cru de bovins des circuits direct et indirect dans la région centre de l'Algérie, *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 7 (2), 267-272.
- Baran A., et Adigüzel M.C. (2020).** Some Physicochemical and Microbiological Properties of Cow Milks Collected from Local Dairy Delicatessens in Erzurum, Turkey, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 23, 493-505.
- Bencharif A. (2001).** Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: états des lieux et problématiques. In: Padilla M. (ed.), Ben SAÏD T. (Ed.), HASSAINYA J. (Ed.), Le GRUSSE P. (Ed.). Les filières et marchés du lait et dérivés en Méditerranée : état des lieux, problématique et méthodologie pour la recherche. Montpellier : CIHEAM, Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches, 32, 25-45.
- Beyza H Ulusoy, Kefyalew Chirkena. (2019).** Two perspectives of *Listeria monocytogenes* hazards in dairy products: the prevalence and the antibiotic resistance, *Food Quality and Safety*, 3, Issue 4, 233-241.
- Bonfoh B., Fane A., Traore N.A., Coulibaly Z., Simbe C.F., et al (2002).** Qualité microbiologique du lit et des produits laitiers vendus en saison chaude dans le district de Bamako au Mali, *Bioterre*, 242-250.
- Bonfoh B., Traor A.N., Fane A., Coulibaly Z. Simbe C.f., et al. (2003).** Dénombrement et isolement de la flore de contamination du lait et des produits laitier vendes au Mali. *Séminaire Sous Régional Lait Saint pour le Sahel "*. Bamako, Mali 27.
- Bonnefoy C., Guillet F., Leyral G., et Verne-Bourdais. E (2002).** Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires Dion, 245p.
- Boucenna A. (2019).** Etude physico chimique et microbiologique du lait et ses dériver thèse de doctorat vétérinaire institut de science vétérinaire université Belid Saad Dahleb, 62p.
- Boudebbouz A., Boudalia S., Bousbia A., Habila S., Boussadia M.I. Gueroui Y. (2020).** Heavy metals levels in raw cow milk and health risk assessment across the globe: A systematic review. *Science of The Total Environnement.* 751 (2021) 141830.
- Bramley A.J. et C.H. McKinnon. (1990).** The Microbiology of Raw Milk. In: Dairy Microbiology: The Microbiology of Milk, Robinson, R.K, Elsevier Science Publishers Applied Science, 256p.

## Références bibliographiques

---

**Brew K. (2003).** Lactalbumin. In: Advanced Dairy Chemistry, Proteins, 3rd edn, P.F. Fox & P.L.H. McSweeney), Kluwer Academic/Plenum Publishers, 759 p.

**Bylund G. (1995).** Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems. Lund, Sweden, 436 p.

### C

**Cassinello J et Pereira S. (2001).** La qualité du lait et du fromage dans cinq exploitations caprines de la serra do caldeirao. CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A, séminaires méditerranéens, 46, 157-161.

**Cerf O. (2002).** Risques bactériens liés aux produits laitiers, *Revue Française des Laboratoires*, 348, 67-69.

**Charron C. (1986).** Les productions laitières, Tec et Doc Lavoisier, Paris, 353 p.

**Cisse S. (1997).** Contribution à l'étude de la pasteurisation de lait, faisabilité technique et contrôle de qualité dans la région de kolda. Thèse de docteur vétérinaire, École inter \_ états des sciences et médecine vétérinaires. Université cheikh anta diop-dakar, 105p.

**Claeys, W. L., Cardoen, S., Daube, G., De Block, J., Dewettinck, K., et al. (2013).** Raw or heated cow milk consumption: review of risks and benefits. *Food Control*, 31(1) ,251-262.

**Courtet Leymarios F. (2010).** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. Thèse de Doctorat Vétérinaire, École Nationale Veterinaire d'Alfort, 113p.

**Codou L.F. (1997).** Etude des fraudes du lait cru : mouillage écrémage, thèse de doctorat, école Inter Etats des sciences et médecine vétérinaires, université cheikh Anta Diop- Dakar, 80p.

**Coubronne C. (1980).** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières étude dans deux élevages, école vet alfor, Paris.

**Croguennec T., Brulé G., Jeantet R. (2008).** Fondements physicochimique de la technologie laitière. Paris, Lavoisier Tec et Doc, 160p.

## Références bibliographiques

---

### D

**Debry G. (2001).** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, 566 p.

**Delarras C. (2007).** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire, Tec et Doc ,476p.

**Dodd F.H., Booth J. (2000).** Mastitis and milk production. In the health of dairy cattle. Edition Andrews A.H, London.

**Dréan, P., McAuley C. M., Moore, S. C., Fegan, N., Fox, E. M. (2015).** Characterization of the spore-forming *Bacillus cereus* sensu lato group and *Clostridium perfringens* bacteria isolated from the Australian dairy farm environment. *BMC microbiology* 15, 38.

### E

**Ederge S.C., Rice E.W., Karlin R.J., Allen M.J. (2000).** Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection, *Journal of Applied Microbiology*, 88, 106-116.

**El hachemi sassi M. (2019).** Etude de la variation saisonnière des paramètres biochimiques et microbiologiques du lait cru de vache à la traite dans l'Ouest Algérien .Thèse doctorat 3eme cycle LMD, Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem. Filière: Sciences Agronomiques Spécialité : Biotechnologie et Production Animale ,122p.

**Elmoslemany A. M., Keefe G. P., Dohoo I. R., Wichtel J. J., Stryhn H., and Dingwell, R. T. (2010).** The association between bulk tank milk analysis for raw milk quality and on-farm management practices. *Prev Vet Med*, 95, 32-40.

### F

**FAO. (1995).** lait et produits laitiers dans la nutrition humains, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture ,271p.

**FAO. (1998).** Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, Collection FAO: Alimentation et nutrition, 1998.

**Farougou S., Kpodekon T.M., Sessou P., Youssao I., Boko C., Yehouenou B., Sohounhloue D.(2011).**Qualité microbiologique du lait cru de vache élevée en milieu extensif au Bénin. In : Université d'Abomey-Calavi, Acte du 3e colloque des sciences, cultures et technologies de l'UAC-Bénin, Akassato, 323-336.

## Références bibliographiques

---

**Fayolle L. (2015).** Le lactose, indicateur de déficit énergétique chez la vache laitière. Thèse de doctorat, sciences vétérinaires. Lyon, Campus vétérinaire de Lyon, 141 p.

**Feliachi K. (2003).** Rapport National Sur les Ressources Génétiques Animales en Algérie, 24p.

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

**Fredot, E. (2017).** Connaissance des aliments. 4<sup>ème</sup> édition. Paris, Lavoisier Tec et Doc ,580p.

**Fredot. (2005).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier, 397p.

### G

**Gaucheron F. (2004).** Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier, 922 p.

**Gencurova V., Hanus O., Vyletelova M., Landova H., Jedelska R., (2008).** The Relationships between Goat and Cow Milk Freezing Point, Milk Composition and Properties. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 39, 324–328.

**Ghazi K et Niar A, (2011).** Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la wilaya de Tiaret (Algérie). *Tropicultura*, 29, 193-196.

**Guetouache M et Guessas Bet Medjekal S. (2014).** Composition and nutritional value of raw milk. *Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research*, 2 ,115-122.

**Guigma W. (2013).** Appréciation de la qualité physico-chimique du lait frais en rapport avec les pratiques d'élevage dans les élevages autour de la ville de Kaolack au Sénégal, thèse de doctorat université Cheikh Anta Diop de Dakar Ecole Inter-Etats Des Sciences et Médecine Vétérinaires (E.I.S.M.V/Dakar), 67p.

**Guiraud J. (2012).** Microbiologie alimentaire, DUNOD. Paris, 576 p.

**Guiraud J., Galzy P. (1980).** Analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Collections génie alimentaire, L'usine nouvelle, 236 p.

**Guiraud J., Rose J. (2004),** Pratiques des normes en microbiologie alimentaire. AFNOR. 300p.

## Références bibliographiques

---

**Guiraud J.P. (2003).** Microbiologie Alimentaire, DUNOD, Paris, 651p.

**Guy F. I. (2006).** Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse de doctorat d'état, université Paul-Sabatier de Toulouse, France, 59p.

### H

**Hadrya F., El Ouardi A., Hami H., Soulaymani A., Senouci S. (2012).** Évaluation de la qualité microbiologique des produits laitiers commercialisés dans la région de Rabat-SaléZemmour-Zaer au Maroc. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 47, 303-307.

**Haeding F. (1995),** Milk quality, Springer Science et Business Media, B, V, 184p.

**Hamiroune M., Berber A., Boubekour S. (2014)** .Qualité bactériologique du lait cru de vaches locales et améliorées vendu dans les régions de Jijel et de Blida (Algérie) et impact sur la santé publique. *École Nationale Supérieure Vétérinaire (ENSV)*, B.P. 161,

**Hanuš O., Hanušová K, Vyletřlová M., Kopec T., Janů L., Kopecký J. (2012).** Selected Abiotic Factors that Influence Raw Cow Milk Freezing Point Depression. *Journal of the University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences in Brno, Czech Republic* 81, 49-55.

**Harizi K. (2009).** Recherche et identification des bactéries pathogènes *salmonella* et *listeria* dans les aliments. Rapport de stage, université de Gabes, Institut supérieure de Biologie appliquée de Médenine, 34p.

**Hauet P. (1993).** Le lait de vache: ses défauts de qualité. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Lille II, France.

**Havemose MS., Weisbjerg MR., Bredie W.L.P., Nielsen J.H. (2004).** Influence of feeding different types of roughage on the oxidative stability of milk. *International dairy journal*. 14,563-570.

**Heuchel., Chatelin., Breau., Sobolewski., Blancard,Baraton., Ayerbe. (2003).** Lipolyse du lait de vache et qualité organoleptique des produits laitiers. *Renc. Tech. Ruminant*, 10,223-226.

<http://www.codexalimentarius.net>

# Références bibliographiques

---

## I

**Itlev. (2013).** L'agriculture : 50ans de labour et labeur. Infos élevage / : Dynamique de Développement de la filière lait en Algérie, 4p.

## J

**Jean C et Dijon C. (1993).** Au fil du lait.

**Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brule G. (2007).** Science des aliments : biochimie, microbiologie, procédés, produits. Paris, Lavoisier, 457p.

**Jeantet R., Croguennee T., Mahaut M., SchuckP., Brule G. (2008).** Les produits laitiers, 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier, 185p.

**Jenkins A.O., Cadmus S.I.B., Venter E.H., Pourcel C., Hauk Y., Vergnaud G., Godfroid J. (2011).** Molecular epidemiology of human and animal tuberculosis in Ibadan, Southwestern Nigeria. *Veterinary Microbiology*, 151, 139–147.

**JORA. (1998).** (Journal officiel de la république algérienne). Arrêté interministériel du 27 Mai1998 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées. Ministère du Commerce N°35.

Journal Français Officiel du 12 Janvier 1971, NF V 04-213.

Journal Français Officiel du 3 Septembre 1970, NF V 04-207.

## K

**Kabir A. (2015).** Contraintes de la production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constates perspectives), thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en Sciences en Microbiologie, Université d'Oran 1, 135p.

**Kaouche-adjlane S. (2009).** Facteurs de variation qualitative et quantitative de la production laitière, *Revue Agriculture*. 10(1), 43 -54.

**Kaouche-Adjlane S., Ghozlane, F., Mati, A. (2015).** Typology of dairy farming systems in the Mediterranean basin (case of Algeria). *Biotechnology in Animal Husbandry*, 31(3), 385-396.

**Kaşıkcı G., Çetin Ö., Bingöl E., Gündüz M. (2012).** Relations between electrical conductivity, somatic cell count, California mastitis test and some quality parameters in the

## Références bibliographiques

---

diagnosis of subclinical mastitis in dairy cows. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 36 (1), 49-55.

**Kharzat B. (2006).** Essai d'évaluation de la politique laitière en perspective de l'adhésion de l'Algérie à l'organisation mondiale du commerce et à la zone de libre-échange avec l'union européenne. Mémoire de magister I.N.A., Alger, 114p.

**Korpysa-Dzirba W et J Osek. (2011).** Identification of genes encoding classical staphylococcal enterotoxins in *staphylococcus aureus* isolated from raw milk; *Bull Vet Inst Pulawy* 55, 55-58.

**Kuropatwińska I., Bogucki M., Miller., Sawa A. (2020).** Relationships between milk electrical conductivity, daily milk yield, and milking ability of primiparous and multiparous cows. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 30. 298-304.

### L

**Labioui H., Elmoualdi L0, Benzakour A., El Yachioui., Berny E., Ouhssine M., (2009).** Étude Physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148, 7-16.

**Larpent JP, (1997).** Microbiologie alimentaire, technique de laboratoire, 470p.

**Lévesque P. (2007),** La traite des vaches laitières, educagri, 80p.

**Li X., Ma X., Xiao N., Long W., Wu Y., Tong P., Chen H. (2019).** Change in Chemical Composition of Simmental Crossbred Cattle Milk Improved its Physicochemical, Nutritional, and Processed Properties. *Journal of food science* 84, 1322-1330.

### M

**M.A.D.R. (2013),** Bilan : Evaluation de la mise en œuvre des contrats de performance. Alger, Direction de la Régulation et du Développement des Productions Agricoles.

**Magnusson M., Christiansson., Svensson B. (2007).** Bacillus cereus spores during housing of dairy cows: factor affecting contamination of raw milk. *Journal of dairy science*, 90, 2745-2754.

**Mallet A., Delbes-paus C., Montel M., Kauffmann F., Sesboue A., Chesneau C. (2013).** Qualité des laits crus: réservoirs susceptibles d'influencer la diversité microbienne et effets des pratiques de traite. *Rencontres autour des recherches sur les ruminants*, 173-176.



## Références bibliographiques

---

**Mansour L M. (2015).** Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait : effet de l'alimentation thèse de doctorat en sciences, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ferhat Abbas Sétif, 123p.

**Mathieu J. (1998).** Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur-Foron. Initiation à la physico-chimie du lait. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 210 p.

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

**Meyer C et Denis J. (1999).** Elevage de la vache laitière en zone tropicale, Quae, 314p.

**Mortari, A., et Lorenzelli L. (2014).** Recent sensing technologies for pathogen detection in milk: A review. *Biosensors and Bioelectronics*, 60, 8-21.

### O

**Ouanine K., Rhoutaisse A., EL Halou N.E. (2004).** Caractérisation bactériologique du lait cru produit dans les étables de la région du Gharb. *Al Awamia.*, 109-110, 187-204.

**Ouoba L. (2017).** Evaluation de la qualité microbiologique des laits de consommation dans les régions de Kaolack, Kaffrine et Fatick(Sénégal). Thèse de docteur en médecine vétérinaire. Ecole des sciences et médecine vétérinaires. Dakar, 93 p.

### P

**Poueme Namegni R.S. (2006).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait dans la filière artisanale au Sénégal, thèse docteur vétérinaire, université Cheikh Anta Diop de Dakar, Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaires, 107p.

**Pougheon S et Goursaud J .2001.** Le lait caractéristiques physico-chimiques In Debry G, Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris, 566 p.

### R

**Raiffaud C. (2017).** Transformer les produits laitiers frais a la ferme, Paris ,3 éme édition educagri, 126p.

**Regasa S., Mengistu S., Abraha A. (2019).** Milk Safety Assessment, Isolation, and Antimicrobial Susceptibility Profile of *Staphylococcus aureus* in Selected Dairy Farms of

## Références bibliographiques

---

Mukaturi and Sululta Town, Oromia Region, Ethiopia , *Veterinary Medicine International*, 11.

**Rice BH., Quann EE., Miller GD. (2013).** Meeting and exceeding dairy recommendations: effects of dairy consumption on nutrient intakes and risk of chronic disease. *Nutrition reviews*; 71: 209-223.

**Richard J. (1983).** Nature de la flore microbienne dominante et sous-dominante des laits crus très pollués. *Le lait* .63 ,148-170.

**Rodier J., Legube B ., Merlet N., et al (2009).** L'analyse de l'eau. 9ème édition Paris : DUNOD, 754p.

### S

**Sawyer L. (2003).** Lactoglobulin. In: *Advanced Dairy Chemistry, Volume 1: Proteins*, 3<sup>rd</sup>edn (eds P.F. Fox & P.L.H. McSweeney), Kluwer Academic/Plenum Publisher New York,1346 p.

**Seme, K., Pitala, W., et Osseyi, GE. (2015).** Qualité nutritionnelle et hygiénique de laits crus de vaches allaitantes dans la région maritime au sud-togo. *Journal scientifique européen*, 36, 359-376.

**SÉNÉGAL, Ministère de l'Élevage et des Productions Animales (M.E.P.A). (2005).** Maitrise de la qualité dans la transformation: Guide de bonnes pratiques d'hygiène, 20-29.

**Seydi M. (2004).** Caractéristiques du lait cru, Ecole Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires, laboratoire HIDAOA, 112p.

**Siboukeur O. (2007).** Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologique, aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat de l'institut national agronomique El-Harrach-Alger. Algérie, 135p.

**Silait Salon international du lait. (2008).** Acte du 1er salon international du lait et de ses dérivés du 27 au 29 mai 2008 Alger. <http://www.agroligne.com/contenu/silait-2008-1er-salon-international-lait> (date de consultation : 29/06/2020 22 :50h).

**Sissao M., Millogo V., and Ouedraogo G. A. (2015).** Composition chimique et qualité bactériologique des laits crus et pasteurisés au Burkina Faso. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie* 11, 142-154.

## Références bibliographiques

---

**Soukehal, A. (2013).** Colloque, La sécurité alimentaire : quels programmes pour réduire la dépendance en céréales et lait ? Forum des chefs d'entreprises Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 6, 135-139.

**Srairi M.T. et Hamama A. (2006).** Qualité globale du lait cru de vache au Maroc concept, état des lieux et perspectives d'amélioration. Transfert de technologie en agriculture. Bulletin réalisé à l'institut agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, 137.

### T

**Tamime Y. (2009).** Milk Processing and Quality Management, A .Y .TAMIME, 317 p.

**Thieulon M. (2005).** Lait pathogènes staphylocoques. *Revue de la chambre d'agriculture du Cantal*, 21-28.

**Tolosa T., Verbeke J., Piepers S., Supré K., De Vliegher, S. (2013).** Risk factors associated with subclinical mastitis as detected by California Mastitis Test in smallholder dairy farms in Jimma, Ethiopia using multilevel modelling. *Preventive veterinary medicine*, 112(1), 68-75.

**Tormo H. (2010).** Diversité des flores microbiennes des laits crus de chèvre et facteurs de variabilité, thèse de doctorat de l'université de Toulouse ,238p.

**Turck D. (2013).** Cow's milk and goat's milk. *World Revue Nutr Diet.* , 08,56-62.

### V

**Velez A.S. (2017).** Etude bibliographique du rapport bénéfices-risques de la consommation de lait cru de vache ; école nationale vétérinaire d'Alfort, 69p.

**Vignola C. (2002).** Science et technologie du lait, transformation du lait, Paris, Ecole polytechnique de Montréal, Canada, 600p.

**Vignola C.(2010).** Sciences et technologie du lait, transformation du lait. Ed 2. Presspolytechnique de Montréal, 608 p.

**Virbel-Alonso Ch et lévy-Dutel L. (2013).** Laits animaux et végétaux. Paris: Eyrolles, 178p.

### W

**Walstra P., Jan T. M. Wouters., Tom J. Geurts. (2005).** Dairy Science and Technology, Second Edition, Taylor and Francis, 808 p.

## Références bibliographiques

---

**Wattiaux M. (1996).** Dairy essentials: lactation and milking. 1st edition. The Babcock publications, university of wisconsin-madison.

**Weber F. (2011).** Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports. Étude FAO production et santé animale N°47.

### Y

**Yabrir B. (2014).** Etude de la qualité du lait de brebis collecté dans la région de Djelfa : effet des facteurs de production sur ses caractéristiques, évolution au cours de l'entreposage réfrigéré, aptitudes technologiques. Thèse Doctorat, Université Mouloud Mammeri Tizi-ouzou, 102p.

**Yagil R. (1982).** Camels and camel milk. In: Animal production and health paper n° 26. Publication FAO (Food and Agriculture Organization). Rome.

**Yakhlef H. (1989).** La production extensive de lait en Algérie. Options Méditerranéennes. In : Tisserand J.-L. (Ed.). Le lait dans la région méditerranéenne. Paris : CIHEAM (Options CIHEAM (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n.6).

# *Annexes*

# Annexes

---

## Annexe I : Questionnaire

Nom et Prénom :

Age :

Tél :

Commune :

Exact endroit :

Long :

Latitude :

Altitude :

### Facteur Environnementaux :

#### 1- Présence de déchets dans la zone de pâture :

0 : absence de déchets

1 : déchets personnels de la ferme

2 : décharge.

#### 2- Circulation d'engins motorisés dans les pâturages:

0 : absence

1: présence

#### 3- Distance à une zone agricole :

0 : pas de zones de cultures

1: zone de culture à moins de 1 km.

**Quel est le système de culture existant dans la zone :** (Forêt, Céréale, arboriculture,...)

#### AB :

- Quelle est votre source d'abreuvement ? Puits, Forage, Rivière, Citerne mobile, Autres, à préciser :.....
- Qualité de l'Eau : Bonne, Moyenne, Faible

Si la qualité de l'eau n'est pas bonne, quels sont les problèmes ? Salinité, Algues, Autres, à préciser :.....

#### ALIMENTATION :

- est-ce que les terres de pâture sont traité par des produits ou non (herbicide, fongicide, insecticide, engrais,...) : si oui cité le type de traitement.
- Supplémentation alimentaire : connaissez-vous l'origine de supplément alimentaires  
Si oui : traité ou non (type de traitement).

# Annexes

## Annexe II : produits et milieux de culture utilisés

### ✓ Milieux de culture

Milieu solide	Milieu liquide
<ul style="list-style-type: none"><li>-Gélose Chapman</li><li>-Gélose Plate Count Agar (PCA).</li><li>-Gélose Viande foie (VF).</li><li>-Gélose VRBL.</li><li>-Gélose <i>Salmonella Shigella</i> (SS).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Bouillon Coeur Cervele.</li><li>-Bouillon Sélénite cystéine.</li><li>-Bouillon Rothe simple concentration.</li><li>-Tryptone sel.</li><li>-Eau peptone.</li></ul>

### ✓ Solutions et Réactifs

Solution et Réactifs	
<ul style="list-style-type: none"><li>-Additive Alun de fer.</li><li>-Additif Sulfite de sodium.</li><li>-Sérum du lapin.</li><li>-Violet de gentiane</li><li>-Phénophtaléine.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Lugol.</li><li>-Alcool.</li><li>-Rose de fuchsine.</li><li>-Huile d'immersion.</li><li>-Solution titré d'hydroxyde de sodium NaOH(N/9).</li></ul>

# Annexes

- **Composition et préparation des milieux de cultures**

## Milieux de culture solide

- ✓ **Milieu Chapman**

Constituants	Quantité en g/l
Extrait de viande de bœuf	1g
Bio-polytone	10g
Chlorure de sodium	5g
D-mannitol	10g
Gélose	15g
Rouge de phénol	0.025g
Eau distillé	1000ml

Dissoudre 111g dans un litre d'eau distillé ; autoclaver : 15min 121°C **pH =7.4.**

- ✓ **PCA (Plat Count Agar)**

Constituants	Quantité en g/l
Tryptone	5g
Extrait auto lytique de levure	2.5g
Glucose	1g
Agar Agar	15 g

Suspendre 23.5g dans 1 litre d'eau distillé, chauffer avec agitation jusqu'à la dissolution totale, autoclaver à 121°C pendant 15 min **pH =7.**



## Annexes

### ✓ Vf (viande foie)

Constituants	Quantité en g/l
-Peptone viande foie	30g
-Glucose	2g
-Sulfite de sodium	2.5g
-Citrate ferrique ammoniacal	0.5g
-Agar Agar	11g

Dissoudre 48g dans 1 litre d'eau distillé, chauffer jusqu'à dissolution totale, autoclaver à 121°C pendant 15 min **pH =7.6**

### ✓ VRBL (Violet cristallisé au Rouge neutre et Bilié Lactose)

Constituants	Quantité en g/l
Peptone pepsique de viande	7g
Extrait auto lytique de levure	3g
Lactose	10g
Sels biliaire	1.5g
Chlorure de sodium	5g
Cristal violet	30 mg
Agar Agar	12g

Dissoudre 38.5g dans 1 litre d'eau distillé, chauffé jusqu'à la dissolution complète, ne pas autoclaver **pH=7.4.**

## Annexes

### ✓ SS (*Salmonella Shigella*)

Constituants	Quantité en g/l
Proteose peptone	5g
Extrait de levure	3g
Extrait de viande	5g
Lactose	10g
Sels biliaries	2g
Sodium citrate	8.5g
Vert brillant	0.33g
Rouge neutre	0.025g
Agar	18g

Dissoudre 63g dans un litre d'eau distillé, chauffer jusqu'à dissolution complète, autoclaver à 121°C pendant 15 min. **pH=7.2.**

### Milieux de culture liquide

#### ✓ Bouillon Rothe simple concentration

Constituants	Quantité en g/l
Peptone de caséine	20g
Extrait de viande	1.5g
Glucose	4g
Chlorure de sodium	5g
Phosphate di potassique	2.7g
Phosphate mono potassique	2,7g
Azide de sodium	0.2g

Dissoudre 36,1g dans un litre d'eau distillée ; autoclaver 15 min à 121°C. **PH =6,9.**

## Annexes

### ✓ Eau peptonée tamponnée

Constituants	Quantité en g/l
Peptone pancréatique de viande	10g
Chlorure de sodium	5g
Phosphate disodique	9g
Phosphate mono potassique	1.5g

Mettre en solution 25g du milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée, agiter bien jusqu'à dissolution complète sans chauffage, autoclaver à 121°C pendant 15 min.

### ✓ Bouillon coeur cervelle

Constituants	Quantité en g/l
Coeur cerveau infusion	37g

Dissoudre 50 g dans un litre d'eau distillée ; agiter jusqu'à la dissolution complète sans chauffage, autoclaver 15 min à 121°C ; **pH=7,4**.

### ✓ Bouillon Roth simple concentration

Constituants	Quantité en g/l
Peptone de caséine	20g
Extrait de viande	1.5g
Glucose	4g
Chlorure de sodium	5g
Phosphate di potassique	2.7g
Phosphate mono potassique	2,7g
Azide de sodium	0.2g

Dissoudre 36,1g dans un litre d'eau distillée ; autoclaver 15 min à 121°C. **pH =6,9**.

### ✓ Tryptone sel

Constituants	Quantité en g/l
Tryptone	1.0g
Chlorure de sodium..	8.5g

Dissoudre 1g de tryptone et 8.5 g de chlorure de sodium dans un litre d'eau distillée ; autoclaver 15 min à 121°C. **pH =7**.

# Annexes

## Annexe III

Table de Mac GRADY (série de 3)

<b>3 tubes par dilution</b>					
<b>Nombre caractéristiques</b>	<b>Nombre de Cellules</b>	<b>Nombre caractéristiques</b>	<b>Nombre de cellules</b>	<b>Nombre caractéristiques</b>	<b>Nombre de cellules</b>
<b>000</b>	0.0	201	1.4	302	6.5
<b>001</b>	0.3	202	2.0	310	4.5
<b>010</b>	0.3	210	1.5	310	7.5
<b>011</b>	0.6	211	2.0	311	11.5
<b>020</b>	0.6	212	3.0	312	16.0
<b>100</b>	0.4	220	2.0	313	0.5
<b>101</b>	0.7	212	3.0	320	15.0
<b>102</b>	1.1	222	3.5	322	20.0
<b>110</b>	0.7	223	4.0	323	30.0
<b>111</b>	1.1	230	3.0	330	25.0
<b>120</b>	1.1	230	3.0	331	45.0
<b>121</b>	1.5	232	4.0	332	110.0
<b>130</b>	1.6	300	2.5	333	140
<b>200</b>	0.9	301	4.0		